

# 第一工大方式水循環システムの水質追跡調査について

樋渡 重徳\* 石井 勲\*

田中 光徳\* 岡林 悦子\*

## Water quality survey of water circulation system after Daiichi University College of Technology method

Shigenori HIWATASHI, Isao ISHII

Mitsunori TANAKA and Etsuko OKABAYASHI

The study of water circulation system after Daiichi University College of Technology method had been developed for two years by a grant-in-aid based on a project for the promotion of industry and technology of Kagoshima prefecture since 1987. The waste water purification system by this method has been used over the country because of this type of machine approved by the Ministry of Construction in 1990. We run a follow-up survey on the water quality data for some kinds of machines operated under various conditions. In this work we reported the estimation of these data and discussed them.

### 1. はじめに

本研究にあたっては、当初鹿児島県産業技術振興協会より2ヶ年に渉る助成金を受け、これが研究開発の大きな支えとなった。更には東京大学の中西準子、依田彦三郎両氏、大阪大学（当時）山田國廣氏らが関心をもたれ、関東、関西方面で設置された。これらが反響を呼び、TVで放送されるなど全国の注目するところとなり、個人下水道の語源を造る基礎となった。

現在、宮崎県藤崎金次郎氏をはじめ、全国では数社が建設省、厚生省より本方式による評定、認可を受けた。この他、大手メーカーではヤクルト関係会社が誕生し、本方式の技術は全国は勿論、本年1月にはパラオ共和国で、10月には韓国、来年3月にはカナダバンクーバー市において設置される予定である。

このように、国内のみならず海外まで第一工大方式

水循環システム、即、個人下水道が流布され、水環境浄化に寄与する一頁が開かれた。これが今日までの研究経過の概要である。ここに現在設置されている第一工大方式水循環システムの水質を調査したので、これを報告する。

### 2. 各施設の水質調査

#### その1 BSゴルフ場

最初は、BS側より本学システムが常時BOD 1ppmを維持するかとの問合せがあり、その旨返答したのが採用への決定となった。

施工当初の大型槽で、通称400人槽であり、1988年9月1日より稼働し、5年有余を経過した。89年3月西部土木学会において発表した。その概略は下記のとおりである。

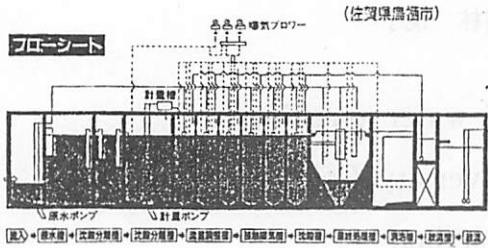
流入BODは100~150mg/l程度と推定している。処理水のBOD、SSは1mg/lレベル以下、NH<sub>4</sub>-N、

---

\*土木工学科

MBAS は N. D (無検出) を維持している。その装置内容は下図のとおりである。

図1



一次処理を93m<sup>3</sup>の沈殿分離槽とし、41m<sup>3</sup>の流量調整槽を経て一定量を二次処理の接触ばっ気槽に導いている。本装置は6槽よりなり、各槽の容量は14m<sup>3</sup>である。内部の接触ろ材は本槽特有の Yakult ろ材を採用しており、各槽に13万個、全ろ材の数は約80万個である。沈殿槽 (19m<sup>3</sup>) を経由した汚水は安定槽へ導かれる。本槽は内部にコークス、木炭、貝殻、石灰石を12m<sup>2</sup>積層しており、その下底より微少ばっ気を行っている。ろ過した処理水は下流池に貯えられ、芝生に散水されている。

図2 芝生への散水

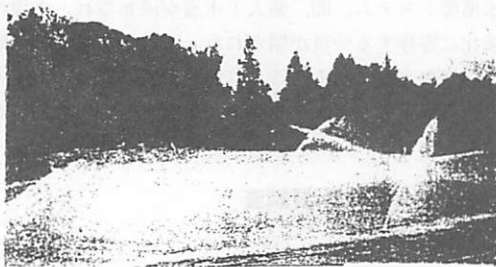


表1

treated water	1989	1989	1990	1991	1991	1991
sampling site	1.6	3.22	4.26	1.16	7.1	12.5
water temp. (°C)	16.5	19.5	-	8.1	22.0	16.1
Tr (cm)	>100	>100	>100	>100	>100	>100
pH	7.7	7.4	6.7	7.5	7.1	7.7
BOD (mg/l)	0.7	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3
COD (mg/l)	6.3	5.1	4.8	3.8	-	-

SS. (mg/l)	1.1	<1	0.7	N. D	N. D	N. D
CL (mg/l)	-	40.7	-	11.5	31.0	37.1
TN (mg/l)	9.5	13	13	11.5	10.1	9.2

treated water	1992	1992	1992	1992	1993	1993
sampling site	2.6	4.22	6.16	9.8	3.2	8.19
water temp. (°C)	11.4	15.4	21.6	21.1	9.8	21.5
Tr (cm)	>100	>100	>100	>100	>100	>100
pH	7.8	7.5	7.2	7.9	7.8	7.6
BOD (mg/l)	0.9	0.7	0.1	0.8	0.6	0.6
COD (mg/l)	-	-	-	-	-	-
SS. (mg/l)	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D
CL (mg/l)	40.3	33.2	34.6	31.4	36.2	21.5
TN (mg/l)	-	-	-	-	-	-

その2 福岡県久山町立小学校

環境町長として有名であった小早川新氏 (当時) が第一工大方式の設置を希望し、1985年8月より稼働、8ヶ年余を経過している。1989年10月、土木学会にて発表を行った。その概要は次のとおりである。なお、本装置の放流先下流には飲料水源池があり、当町の浄化槽水質規制値は BOD 5mg/l, NH<sub>4</sub>-1mg/l となっている。

本装置のフローシートを図3に示しているが、特長は接触ばっ気槽において Yakult ろ材を用いた点にあり、これが有機物の分解を加速する要因となっている。まず、流入汚水は沈殿分離槽で貯留され、その中間水が接触ばっ気槽へ移流する。接触ばっ気槽は中央に円筒 (ドラフトチューブ) を設け、その中に空気を挿入し、その周囲に Yakult ろ材をランダムに充填するだけの簡易装置である。これにより水流は槽内を循環し、その際の内部 DO は Yakult ろ材の位置、形態により 0 ~ 飽和に分布される。この DO は水流によって変化するため、これを DO 勾配と名付けている。

$$DO \text{ 勾配} = 1 \lim_{\Delta L \rightarrow 0} \frac{DO_1 - DO_2}{\Delta L}$$

(水深 L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> の DO を DO<sub>1</sub>, DO<sub>2</sub>, ΔL=L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub>)

すなわち、この DO 勾配の存在が他の装置に見られない汚水浄化特性を示すと考えている。(ちなみに一般浄化槽では、接触ろ材の形態が均一なため、ばっ気槽内の DO はほぼ平均しており、DO<sub>1</sub>-DO<sub>2</sub>=0 となり、DO 勾配は存在しない。)

汚水はばっ気装置を6槽経由した後、沈殿槽に入る。

その後、内部にろ過材として石灰石などを積層した三次処理槽に導かれ、下部より少量のばっ気を行ない安定させた後、リサイクルシステムとしている。

流入汚水は、給食廃水とし尿が主体となっており、そのBODは100~150mg/lと推定している。

処理水の水質は下表に示しているが、主項目であるBOD、SS、NH<sub>4</sub>-N、MBAS、大腸菌群数はほとんど0mg/lレベルであり、田圃小川の水質が維持できている。とくに透視度は2mを明視できる。

ただし、T-Nについては二次処理流入水と比較すれば処理水の除去率は35%に過ぎず、脱窒は今後の課題である。但し、NH<sub>4</sub>-Nを規制値1mg/l以下とするためには従来どおり全槽を休止することなく、ばっ気を行なうことは避け得ないと考えている。

図3 装置のフローシート

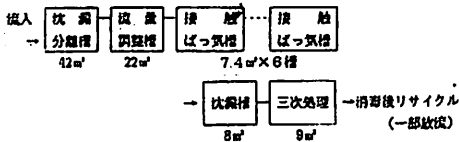


図4 接触ばっ気槽の断面図

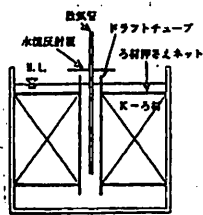


表2

treated water sampling site	1987	1988	1989	1990	1991	1993
water temp. (°C)	-	-	-	-	-	-
Tr (cm)	>50	>50	>100	>50	>50	>50
pH	5.0	5.1	6.4	6.6	7.0	6.7
BOD (mg/l)	<1	<1	0.3	<1	<1	<1
COD (mg/l)	-	-	5.6	-	-	-
SS (mg/l)	<0.5	<2	0.5	<2	<2	<2
CL (mg/l)	54	66	-	52	88	38
TN (mg/l)	-	-	34	-	-	-

その3 建設省広島県温井ダム宿舍

1992年建設省では太田川源流の水質を守るため、第一工大方式水循環システムが採用され、10月より稼働を開始した。その処理概要を示す。

処理対象人員 470人槽 (94m³/d)

処理方法 建設省告示1292号接触曝気方式

		流入水	処理水	除去率
基準値	BOD	200ppm	20ppm	90%
目標値	BOD	200ppm	1~2ppm	99.9%

本装置のプロシートは前項とほぼ同一であるため省略した。以下は各水質項目の経日変化である。

図5-1

温井ダム排水槽のBOD、COD、SSの日変化  
92.10~92.12迄の11検体の値

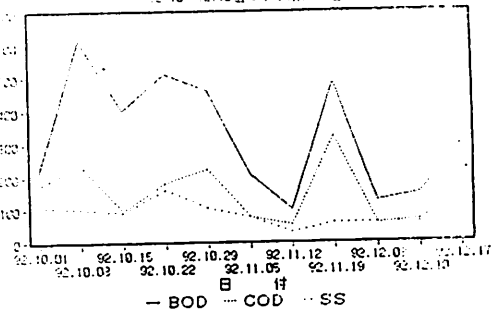


図5-2

温井ダム流量調整槽のBOD、COD、SSの日変化  
92.10~92.12迄の11検体の値

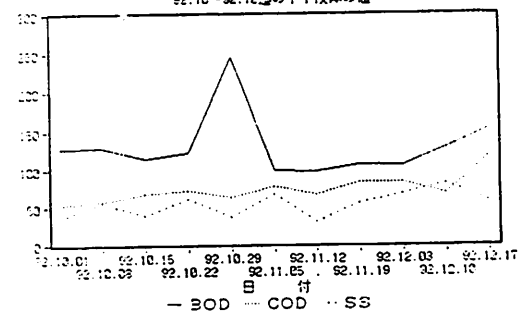


図5-3 温井ダム各槽のBOD, COD, SSの変化(1) 測定日(1992.10.1)

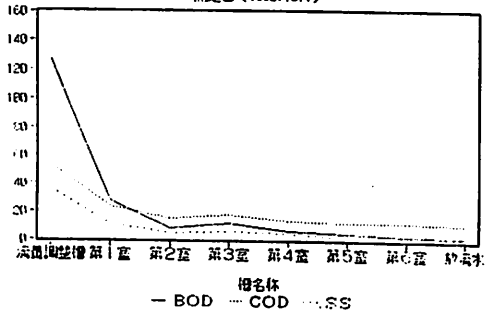


図5-7 温井ダム各槽のSSの日変化 92.10~92.12の11検体の値

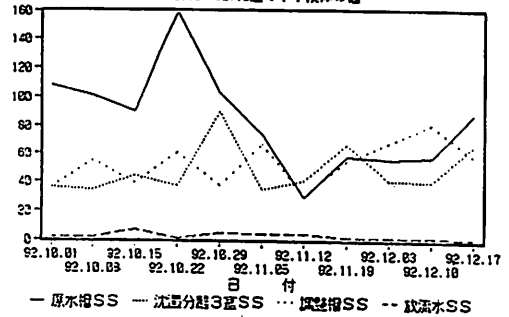


図5-4 温井ダム各槽のPH変化(1) 測定日(1992.10.1)

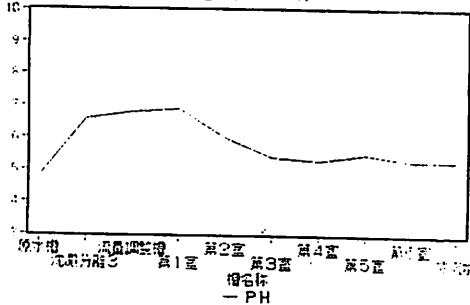


図5-8 温井ダム各槽のT-Nの日変化 92.10~92.12の11検体の値

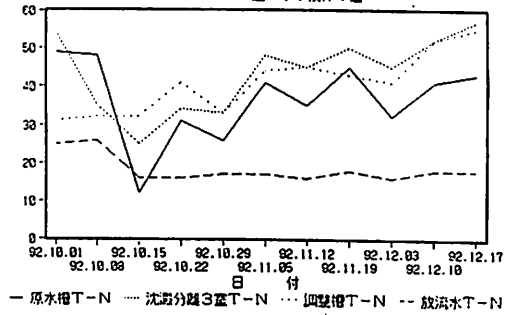


図5-5 温井ダム各槽のBODの日変化 92.10~92.12の11検体の値

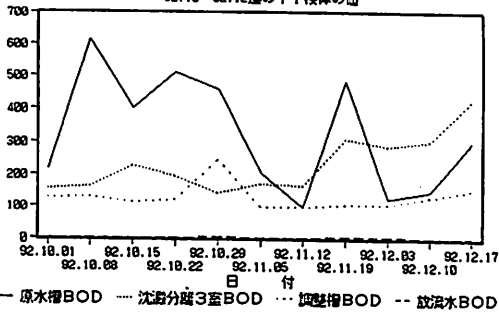


図5-9 温井ダム各槽の窒素変化(7) 測定日(1992.11.12)

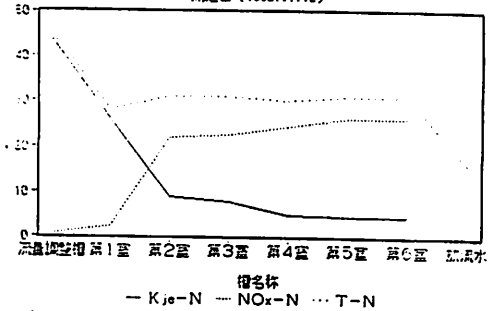


図5-6 温井ダム各槽のCODの日変化 92.10~92.12の11検体の値

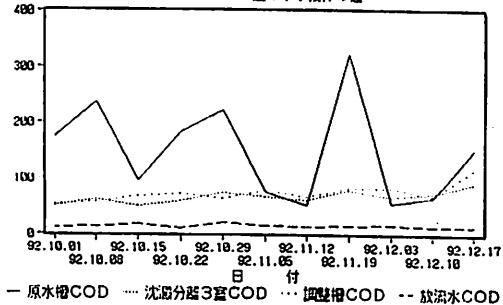


図5-10 接触曝気槽のBOD除去効率 92.10~92.12の値

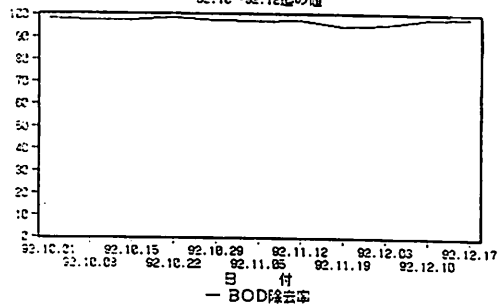




表3-2

調査年月日		4年10月22日		天候(当日)		晴		接触ばっ気槽水							放流口水
調査項目		原水槽水	沈殿分離槽第3槽	流量調整槽	第1室	第2室	第3室	第4室	第5室	第6室					
採水時間	時:分	11:37	11:25	11:22	11:14	11:08	11:06	11:03	11:00	10:57			10:50		
流入量	m <sup>3</sup> /日	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-		
水温	℃	20.4	21.0	22.0	20.5	21.7	21.6	21.3	22.2	20.9			20.7		
気温	℃	4.8	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2			4.2		
pH	-	6.1	6.6	7.0	7.1	6.2	6.2	6.3	6.4	6.5			6.5		
BOD	mg/l	299	425	153	34.8	8.5	4.1	2.8	2.4	2.0			2.2		
COD	mg/l	150	91.6	117	27.0	17.2	16.3	15.3	14.7	12.9			13.5		
SS	mg/l	88	66	5.3	45	2	2	1	1	1			1		
n-ヘキサン抽出物質	mg/l	260	-	-	-	-	-	-	-	-			検出されず		
総窒素	mg/l	43	57	55	32	20	17	17	19	19			18		
アンモニア性窒素	mg/l	29	41	36	22	4.5	0.84	0.24	0.23	0.30			-		
亜硝酸性窒素	mg/l	0.01	0.03	0.03	0.35	0.85	0.21	0.03	0.01	0.01			-		
硝酸性窒素	mg/l	0.57	0.61	0.49	2.8	12	14	15	17	17			-		
有機窒素	mg/l	13	15	18	6.7	2.5	1.3	1.1	0.91	1.1			-		
総リン	mg/l	3.6	4.9	4.7	3.3	3.0	3.0	3.0	2.8	2.3			3.0		
リン酸総リン	mg/l	1.6	3.5	1.7	2.9	3.0	3.0	2.9	2.8	2.8			-		
溶存酸素	mg/l	-	-	-	5.6	4.5	4.4	7.8	8.3	8.7			-		
色度	度	-	-	-	-	-	-	-	-	-			17		

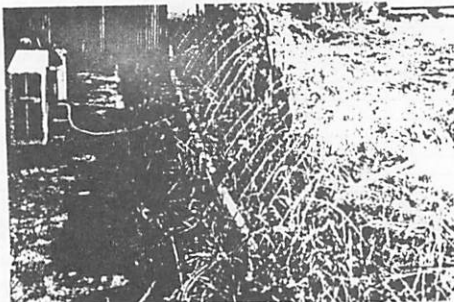
その4 本学関係の設置

研究者石井勲宅に1979年2月, 同樋渡重徳宅に1989年1月設置した。共に家庭用水循環システムである。また学内には給食, トイレを主体として1988年4月, および環境衛生開発研究所には1992年8月より稼働している。その処理水の水質検査は下記のとおりである。

表4

treated water sampling site	石井宅	樋渡宅	給食棟	本研究所
water temp.(℃)		26		
Tr (cm)	>100	>100	>100	>100
pH	7.5	7.6	7.4	7.2
BOD (mg/l)	0.6	0.8	1.2	1
COD (mg/l)	3.2	4.0	5.1	5.0
SS. (mg/l)	1.2	2.8	2.3	2.5
CL (mg/l)	36	45	56	68
TN (mg/l)	0.5	1.2	4.8	5.6

図8 処理水のリサイクル



その5 その他の入手資料

大型システム(表5-1)

稼働年月	種別	流入量	人槽	BOD	COD	SS	T-N
		m <sup>3</sup> /d	人	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
90.5	食堂	24	120	2.0	5.0	ND	-
90.10	ゴルフ場	130	470	0.6	-	-	-
91.4	養生施設	16	80	1.7	5.1	3.5	-
91.8	病院	45	330	1.0	8.2	0.8	0.6
92.4	中学校	30	150	3.4	8.6	2.4	6.5
92.4	工場	50	380	1.4	10	2.4	0.3
92.5	病院	430	2750	1.0	9.0	1.2	0.9
92.5	ホテル	15	-	1.0	-	-	-
92.8	工場	30	230	2.3	13	4.6	2.2

小型合併処理施設・その他(表5-2)

稼働年月	種別	人槽	BOD	透視度	用途	設置場所
		人	mg/l			
83.4	住宅	10	1.6	>100	トイレ・散水	福岡県吉井町
83.12	同	10	1.0	>100	同上	大川市
84.7	事務所住宅	15	1.1	>100	同上	日南市
84.12	住宅	10	2.3	>100	同上	柳川市
85.7	同	10	1.7	>100	放流	隼人町
86.1	アパート	8戸建	3.5	>100	散水・放流	同
86.2	住宅	10	2.5	>100	同上	福岡県朝倉町
86.3	集会場	200	0.9	>100	放流	日南市
87.3	住宅	10	2.0	>50	トイレ・放流	長崎県長与町
87.6	同	10	2.2	>100	同上	福岡県朝倉町
88.5	同	10	1.3	>100	トイレ・畠	佐賀市諸富町

稼働年月	種 別	人 槽	BOD	透視度	用 途	設 置 場 所
		人	mg/l			
88.12	同	7	1.0	>100	トイレ	柳川市
89.9	同	10	1.5	>100	放流	同
90.2	同	7	0.3	>100	トイレ・散水	久留米市
90.3	庁 舎	90	0.5	>100	放流	佐賀県唐津市
90.5	住 宅	10	<1	>50	泉水・放流	福岡県田主丸町
90.5	同	7	2.1	>100	放流	柳川市
90.7	病 院	110	<0.5	>30	同上	大分市
90.10	寺	25	2.0	>50	トイレ・散水	福岡県二丈町
90.10	住 宅	8	3	>50	放流	福岡県田主丸町
90.12	同	7	3	>50	同上	同
91.1	同	8	2	>50	同上	同
91.1	幼稚園	53	3.1	>100	同上	大口市
91.2	寮	120	1.1	>100	同上	同
91.2	保育園	25	2	>50	同上	福岡県田主丸町
91.2	住 宅	6	0.8	>100	同上	大牟田市
91.3	寮	155	1.2	>100	同上	茨城県猿島郡
91.3	寮	208	1.4	>100	同上	京都府宇治市
91.3	寮	166	1.5	>100	同上	千葉県市川市
91.5	住 宅	6	2.8	>100	放流	大口市
91.7	同	8	2	>50	同上	筑紫野市
91.7	同	6	0.8	>100	同上	大牟田市
91.8	集 会 場	53	2	>50	同上	小郡市
91.8	住 宅	10	2	43	同上	福岡県田主丸町
91.9	同	10	<1	>50	同上	同
91.10	同	6	1.0	>100	同上	大牟田市
91.10	同	7	3	>90	同上	福岡県大和町
91.11	同	10	4	>50	同上	福岡県田主丸町
91.11	同	7	1.5	>100	同上	福岡県大和町
91.12	農 協	52	1.0	>100	同上	福岡県広川町
92.2	同	52	1.1	>100	同上	福岡県大木町
92.2	住 宅	5	2.0	>100	同上	小郡市
92.3	レジャー施設	75	1.8	>100	樹木散水	岡山市
92.4	住 宅	10	<1	>50	放流	福岡県田主丸町
92.5	同	5	2.1	>100	同上	鳥栖市
92.6	レジャー施設	2500	2.4	75	同上	多久市
92.7	住 宅	10	2.6	>100	同上	大牟田市
92.8	寮	300	2.4	100	同上	佐賀市
92.9	住 宅	8	2	>100	同上	柳川市
92.11	庁 舎	300	2.6	92	同上	佐賀県山内市
93.3	老人施設	86	2.5	100	同上	佐賀県西有田町

### 3. まとめ

上述したごとく、本学第一工大方式水循環システムによる水質試験結果により、その実態が把握できた。

これらに示しているように、BOD、SSについては本方式が抜群の性能を有することが実証できた。

但し、富栄養の原因物質であるN、P除去については、本方式による研究の進展がなく、ただ岡山県高松農業高校田村勢教諭が研究に着手しているのみである。本学においては今後N、P除去についての研究に力を注ぎ、第一工大方式水循環システムが尚一層の成果をあげるよう努力したい。

発 表 者	題 目	雑誌名又は講演会名	発 表 年 月 開 催
石 井 勲	水と環境	高知大学学園祭	平成4年11月
樋 渡 重 徳 石 井 勲	私たちでできる環境保護	鶴田町主催 (町民大学)	平成5年2月
樋 渡 重 徳 石 井 勲	パラオ環境使節団	NHK 全国放映30分	平成5年3月
樋 渡 重 徳 石 井 勲	きれいな川がよみがえる	鹿児島市稲荷川をきれいにす る会 (鹿児島市中央公民館で講演)	平成5年5月
石 井 勲	論壇 河川浄化は上流域対策から	朝日新聞全国版で発表	平成5年8月
石 井 勲	これからの下水道を考える	自治体政策研究会 (佐賀市において講演)	平成5年10月
石 井 勲	きれいな川を守る	国分市他3町合同講演 (福山町中央公民館)	平成5年10月
樋 渡 重 徳 他	第一工大方式 水循環システム研修	対象, 開発途上国 (9ヶ国) 学内	平成5年10月
石 井 勲	生活排水対策は発生源で	環境庁地球・人間環境フォー ラム10月号	平成5年10月
石 井 勲	個人下水道とは	福岡県庄内町文化祭で講演	平成5年11月
石 井 勲	水と環境 合併浄化槽	大分県佐伯市役所主催講演会	平成5年11月