

Title	オゾン法による生活排水の3次処理水の衛生化学的研究
Author(s)	小田, 國雄
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32301
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	小 田 國 雄
学位の種類	薬 学 博 士
学位記番号	第 4 5 0 8 号
学位授与の日付	昭 和 5 4 年 3 月 6 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	オゾン法による生活排水の 3 次処理水の衛生化学的研究
論文審査委員	(主査) 教授 近藤 雅臣 (副査) 教授 鎌田 皎 教授 岩田平太郎 教授 三浦 喜温

論 文 内 容 の 要 旨

緒 論

大都市における水不足の問題は水資源の再利用という大きな目的の下に生活用水の一部を高度処理された排水によってまかなうという具体的テーマとして現在取り下げられている^{1)~6)}。下水の高度処理利用については、病原性微生物の完全なる殺菌と、残存するBOD, COD, SS中の有害と思われる物質の分解、除去を主体とした無毒性化の問題の2点に集約される。処理水中の有害性と思われる物質はPCBや有機水銀、発癌性物質の例をとるまでもなく、多種多様であると同時に、その濃度が極めて低い点に特徴があり、これまでのBOD, CODのような包括的評価法では把握し得ない。したがって高度処理水の衛生学的問題を追求するために多種多様の化合物を同時に個別的分離検索し⁷⁾⁸⁾有害と思われる物質の除去が適確におこなわれなければならない。

本研究はこの様な現状を背景にして2次処理水にオゾン処理をおこないウイルスの不活化、殺菌、脱色、脱臭効果について検討した。また、GC/MS検索システムにより処理水中の有機化合物の同時分析をおこない、2次処理水に見出された各有機化合物について、オゾン処理を中心とした除去効果も検討した結果、本処理法は殺菌効果、脱色、脱臭効果著しく、また、GC/MSシステムによって検索されたフタル酸エステルを含めた化合物に化学特異性をもって除去効果が認められ、有効な3次処理法であることを確認した。

第一章 オゾンによる3次処理水中でのウイルスの不活化

生活排水の3次処理水について弱毒ポリオウイルスを用いてオゾン処理による不活化実験をおこなうため、Fig. 1に示すようにオゾン反応塔を試作し実験をおこなった。オゾン処理装置の仕様の概要

と運転条件について以下に示した。

処理方法	バッチ循環処理
オゾン反応塔	260 ^φ _(mm) × 5200 ^H _(mm) アクリル製
オゾナイザー	OS-1500 (三菱電機製)
オゾン発生量	15g/H (最高)
オゾン通気量	1 m ³ /H
試料水容量	0.2m ³
循環水量	1.4m ³ /H
水深	4 m
処理時間	120分 (最長)

実験には試料水として、集合住宅からの生活排水の活性汚泥処理水をさらに ABF (エアロ・パイオ・フィルター) →生物脱窒処理した処理水および単純沈でん→砂濾過→活性炭処理した水質の異なった。2種類用いた。これらの試料水 0.2m³ をオゾン反応塔にとり、ポンプで循環混合させ、さらに空気を底部の散気板から通気 (1 m³/H) し、均一状態とした後ウイルス・セービン I 型株を添加し、所定のオゾン注入して不活化実験をおこなった。

ウイルスのオゾン処理の結果を次に示す。

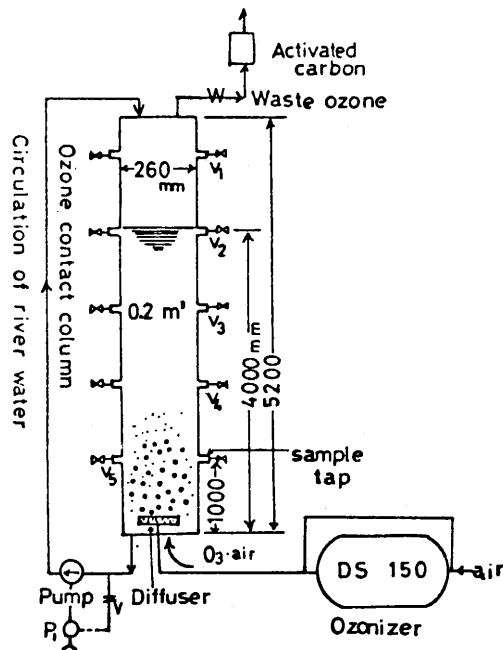


Fig.1 Ozone contact tower

ウイルスの不活化反応は Fig. 2 に示すように 1 次反応として認められ式(1)

$$\mu = \frac{-dN/dt}{N} \dots\dots\dots(1)$$

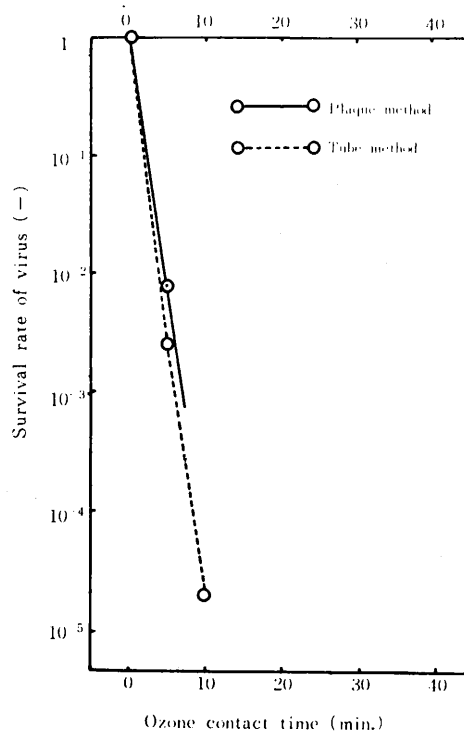
ここで μ : ウイルスの不活化の速度定数

N : ウイルスの濃度

t : 反応時間

で表現し得た。

Fig. 2



またウイルスの不活化はオゾン注入速度に比例して増加するがその関係式は式(2)によってあらわされた。

$$\mu_o = \frac{\mu}{\gamma_{O_3}}$$

μ_o : オゾン注入速度 γ_{O_3} あたりの不活化の速度定数

γ_{O_3} : 排水 1 m^3 に対する 1 分間あたりのオゾン注入量 (g/min. m^3 水)

μ_o は不活化の比速度定数とも言うべきもので γ_{O_3} の注入速度のもとでバッチ式に求められたウイルスの不活化定数でありその値を表 1 に示したが、(2)式から連続フローでオゾン処理を行う場合の滞留時間の検討をつけることを可能にした。すなわち $\mu_o / 2.303 = 0.2$ に対して $\gamma_{O_3} = 0.5$ (水 1 m^3 につき 0.5 g / 分の割合でオゾンを注入する) であれば $\mu / 2.303 = (\mu_o / 2.303) \times \gamma_{O_3} = 0.1$ であり、10 分毎に残存ウイルスは $1 / 10$ になる。したがって、残存率 $1 / 1000$ にするには 30 分の滞留時間が必要であ

表1 試料水の水質

項目	脱窒処理水	活性炭処理水 (硫酸による中和前)
pH	6.87	9.14
水温 (°C)	21.0	20.0
溶存酸素(ppm)	3.7	1.6
透過率(%) at400m μ	95.2	91.2
KMnO ₄ 消費量 (ppm)	29.1	10.6
ヨウ素消費料 (ppm)	0.6	8.7
T O D (ppm)	25.0	53.0
T O C (ppm)	6.0	6.5

り、また $\mu_0 / 2.303 = 0.2$ であれば、 0.2m^3 の水に 1g のオゾンを注入することによって残存率が $1/10$ になることを示す。 $1/1000$ にするには 3g 必要となる。

次にウイルスの不活化速度はオゾン注入速度のほかに原水の水算指標として KMnO_4 消費量の影響をうける砂濾過→活性炭処理水と生物濾過処理水とでは表2に示すようにウイルスの不活化の比速度

表2 μ_0 の値

No.	ウイルスの測定方法	γ_{O_3} (g/min m ³)	$\mu_0 / 2.303$ (m ³ /g)
A	ブラック法	0.40	0.33
	チューブ法	"	0.33
B	ブラック法	0.73	0.59
	チューブ法	"	0.68
C	ブラック法	"	0.23
	チューブ法	"	0.23

表3 不活化の時間

ウイルスの測定方法	実 験 A			実 験 B			実 験 C		
	$t_1 / 1000$ (分)	同時点の 溶存オゾン (ppm)	注入O ₃ 量 (g/m ³)	$t_1 / 1000$ (分)	同時点の 溶存オゾン (ppm)	注入O ₃ 量 (g/m ³)	$t_1 / 1000$ (分)	同時点の 溶存オゾン (ppm)	注入O ₃ 量 (g/m ³)
ブラック法	28.5	0.25	11	7.0	0.05	5.1	20.0	0.37	14
チューブ法	26.5	"	10	6.0	"	4.4	19.0	"	13

定数は前者は後者の2倍であり水質指数である KMnO_4 消費量は各処理水で各々24ppmと40ppmであり不活化速度と相関が認められた。

ウイルスの残存率が1/1000になった時点の溶存オゾン濃度は砂汚過→活性炭処理水の場合では0.05 ppm 生物汚過処理水では0.3ppm前後であり、 KMnO_4 消費の多い処理水中ではウイルスの不活化に要するオゾン濃度が高かった。このように溶存オゾンが処理水中の KMnO_4 消費物質によって消費され処理水の目的物質の除去効果に影響かあると考えられた。

第二章 汚水中の臭気着色物質、ABS および大腸菌群に対するオゾン処理効果

実用的な面からの汚染物質の除去作用に対するオゾン処理の有効性を検討するために汚濁度の高い河川水と生活排水処理水を対象にして実際規模のプラントを用いてオゾン処理をおこない他の処理法では除去困難な着色物質、臭気、MBAS（メチレンブルー活性物質）、大腸菌群および有機物質(BOD)等の除去効果について検討した。試料水として大阪市平野川天王田橋で採水し、前章で示したオゾン反応装置にポンプP₁から河川水の一定量を汲み上げ循環回路の運転が定常状態となったのち所定のオゾン量を注入した。試料水の質を表4に示した。

表4 試料水水質

色 度	透視度	BOD	ヨウ素消費量	大腸菌群最確数	メチレンブルー活性物質
30—40度	7—9 cm	35—40ppm	15—20ppm	$1.1 \times 10^7 \sim$ $2.6 \times 10^7 / 100 \text{ ml}$	2.0—3.0ppm

オゾン処理の実際にあたっては処理条件（水深、pH、オゾン濃度）によってその効力が大きく左右されるので最適条件の設定が必要であるので汚染度の高い河川水を試料として条件の設定化をおこなった。オゾン濃度については汚染物質の種類に応じて感受性の差異があるのでその都度決定することにし、pHおよび水深等についてはBOD透過率、オゾン消費効率、総括酸素移動係数(KLa値)などをパラメータとしてオゾン濃度10ppmの条件下で実験の最適条件を求めた。水深変化によるKLa値を表5に、オゾン消費効率をFig. 3に示した。いずれも水深4mで良い結果が得られた。水深4mの

表5 水深変化によるKLa値

水 深	KLa 値
4.0 m	0.15 1/min
2.0 m	0.13
1.2 m	0.13

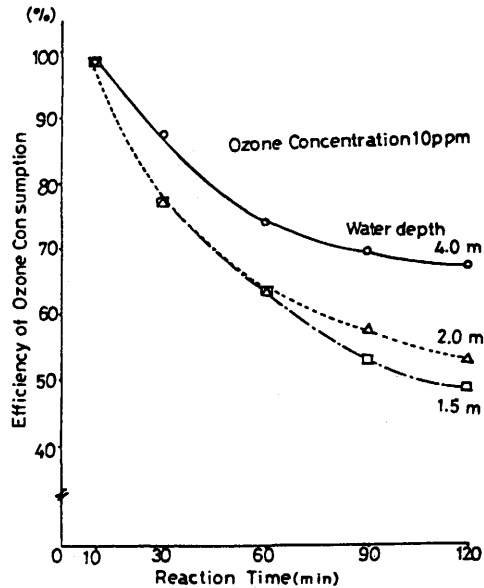


Fig. 3. Relation between the efficiency of ozone consumption and the water depth

条件下で pH を 5, 7, 9, 11 に変化したときのオゾン消費効率の変化を求めたが pH 変化による差は認められなかった。同様に透過率について同一の条件下での実験結果でも水深 4 m で最も良好な値が得られ、一方 pH による変化は認められなかった。

これらの結果から今後の実験として pH 7, 水深 4 m の条件下でオゾン処理実験を実施した。着色物質については河川水及び生活排水を用いてセファデックス G-15 ゲルクロマトグラフィーによる着色物質の分画をおこないオゾン処理の検討をおこなった。その結果を Fig. 4 に示した。河川水からフミン系着色物質と生活排水由来の着色物質を分画したがいずれもオゾン濃度約 10 ppm, 反応時間 30~60 分で色度 5 度まで処理可能であった。表 6 に示すように脱臭 (ヨロソ消費量) はオゾン 10~15 ppm 濃度約 30 分で除去率 70~85% を示し、官能試験による脱臭効果も同じに認められた。MBAS 除去についてはオゾン濃度 10 ppm, 30 分で 90%, 60 分でほぼ 100% の除去率を示した。大腸菌群はオゾン 10 ppm 濃度で反応時間 10 分で $1.1 \times 10^7 / 100 \text{ ml}$ から $2.3 \times 10^2 / 100 \text{ ml}$ に減少し、さらに 30 分間の反応時間でほぼ完全に殺菌された。これらの処理条件はこれまで実験室内でおこなわれてきた処理条件にくらべ、濃度、時間も多少増加の傾向が認められたが、さきのウイルス不活化実験において認められた水質の影響と同じ現象と考えられ、オゾンの消費が目的物質以外の河川水中の他の成分についてもおこなわれたためである。

オゾンの処理における実用的なオゾン濃度と反応時間の限界は 10 ppm, 120 分と考えられており⁹⁾, 目的物質の除去は十分その範囲内において顕著な効果が認められた。一般有機物質 (BOD) について

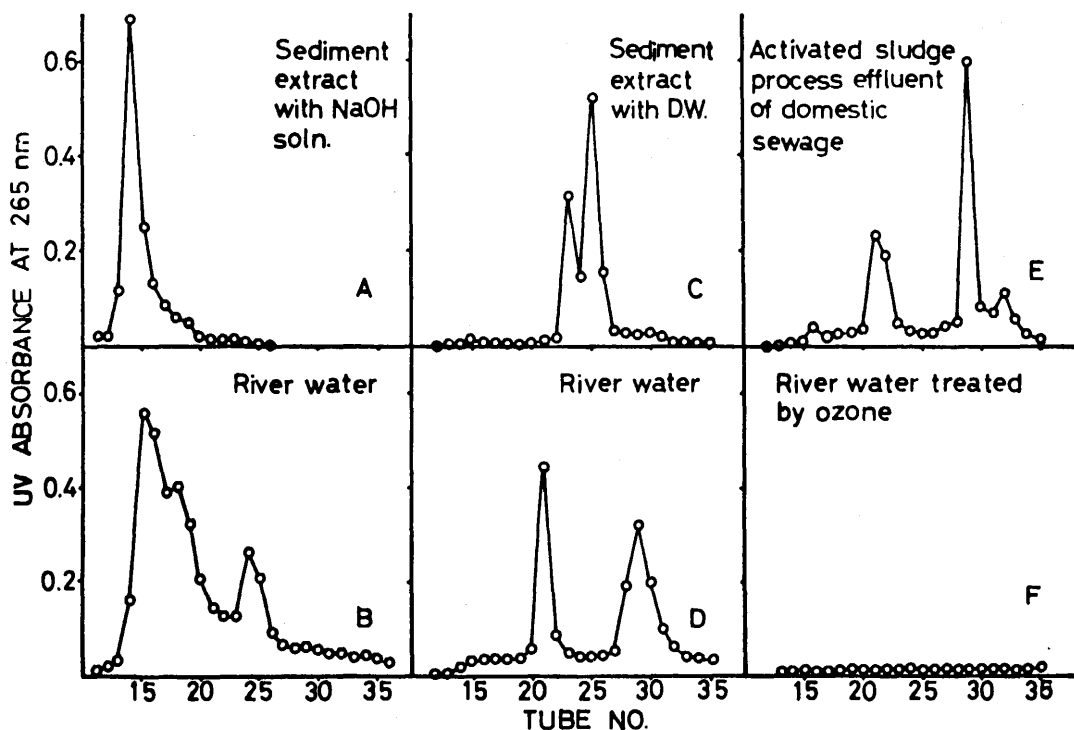


Fig. 4. G-15 Gel chromatography of sediment extract, river water and treated water.
 (Elution with 0.1 N NaOH: A and B, with distilled water : C-F)

はオゾン10~15ppmの濃度で初期の反応5分間ではBODの増加が認められたが約40分間反応を継続するとBOD値は初期の約20%まで減少し、BOD非原因物質(高分子化合物)がBOD原因物質(低分子化合物)に分解して変わることが認められた。なお、反応時間120分継続してもこのようにオゾン処理は目的物質の除去には効果的であったが、BOD値の減少は50~60%の減少にすぎなかったことと考え合わせるとオゾン処理はBOD原因物質のすべてに50~60%の除去効果を示すのではなく目的物質についてより選択的に除去効果があることがわかった。

第三章 3次処理水中における微量有機物質に対するオゾン処理効果

化学物質の生体に対する影響は、BODやTOCで表現される生物分解可能な有機物質および総有機物質の値の大小よりは個々の化学物質との関係について論じる必要のあることはPCB、フタル酸、その他発癌性物質の例よりも明らかである。そこで、3次処理水の再利用が考えられている生活排水に含まれる化学物質の実態について調査することにより、その化学物質の構成に応じてオゾン処理を検討すれば、さらに有効な処理法を確立できる可能性が十分考えられるので、生活排水中の化合物の検索をGC-MS-CoMシステムについておこなうと共にそれらの化学物質がオゾン処理およびその他の3次処理過程でどのような挙動を示すかについて検討した。実験方法として試料濃縮はXAD-2カラムを用い、Fig. 5に示した方法により実施した。本実験に用いた各試料水のカラム通水量および水質を表7に示した。

表 6 オゾン濃度と処理時間における汚染物質の除去率

オゾン濃度	接触時間	色 度	透視度	※ ヨウ素消費量	※※ 大腸菌群数	メチレンブルー活 性物質	BOD
15 ppm	10 (分)	69 %	8	58 %	9.7×10 ¹⁰ /100 ml	71 %	13 %
	30	72	12	84	0	94	7
	60	89	15	85	—	100	42
	90	89	24	—	—	—	58
	120	—	24	—	—	—	63
10 ppm	10 (分)	65 %	8	56 %	2.8×10 ² /100 ml	61 %	16
	30	83	13	71	0	91	14
	60	86	20	73	—	100	42
	90	89	23	—	—	—	50
	120	—	21	—	—	—	53
5 ppm	10 (分)	57 %	7	50 %	2.3×10 ⁴ /100 ml	57	10
	30	65	8	65	9.1×10 ¹⁰ /100 ml	61	16
	60	67	10	70	0	93	26
	90	68	16	73	—	100	32
	120	—	17	—	—	—	48
3 ppm	10 (分)	35 %	7	50 %	4.6×10 ⁶ /100 ml	35	9
	30	49	8	63	2.3×10 ⁵ /100 ml	48	15
	60	52	10	65	9.1×10 ¹⁰ /100 ml	85	12
	90	55	12	—	0	91	30
	120	60	16	—	—	93	40
処理原水の 水質分析値		30～40	7～9	15～20ppm	1.1×10 ⁴ /100 ml	2.0～3.0 ppm	35～40 ppm

表中※は分析測定値を示す。※※は分析測定値MPNで示す。

GC-MSの使用条件として、本実験では低分解能のマスマスペクトルをとり、検索システム^{10,11)}によって化学物質を同定すると同時に、固定された化合物の信頼度をさらに高めるため、化学組成に関して非常に有力な情報を提供する高分解能マスマスペクトルを利用することにし、それぞれそれぞれの目的に応じて高分解能および低分解能の2台のGC-MSを使用した。高分解能スペクトラムはとくに親イオンについて測定した。

GC-MS-CoMシステムによって生活排水3次処理中の微量有機成分について検討した結果を表8-11に示すように食品、化粧品、プラスチック添加物由来の16種の化合物を確認した。

3つの団地の生活排水についてはその70～80%は共通物質（シクロヘキサン、メチルインデン、メ

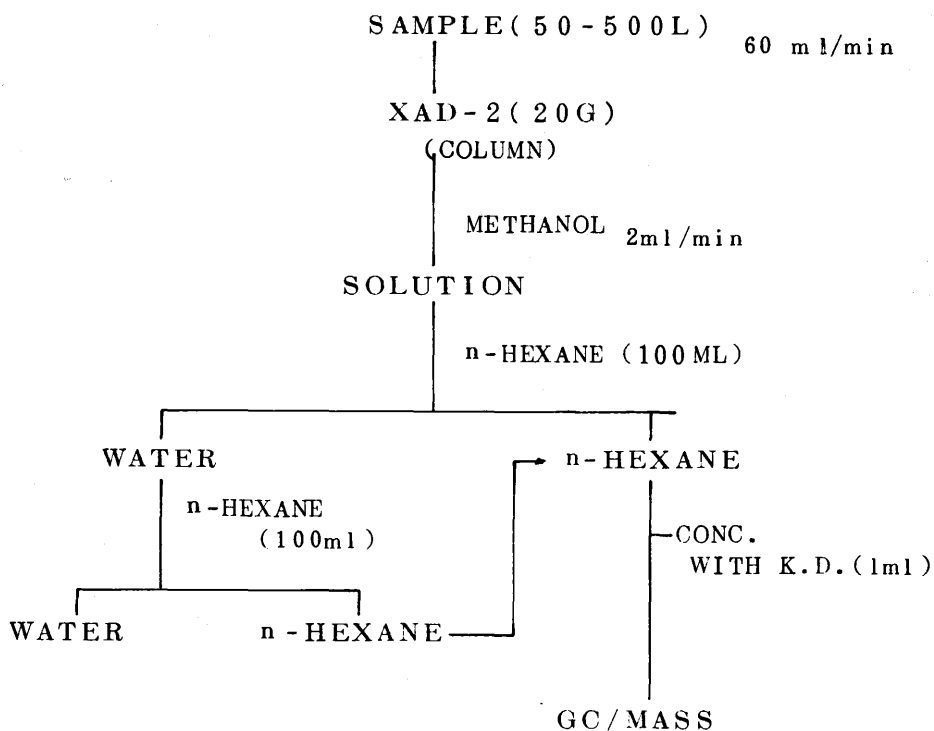


Fig. 5. OUTLINE of ISOLATION METHOD

表7 原排水及び処理水のBOD値

生活排水処理過程		供試容量(ℓ)	BOD ppm
A 団地	原排水	60	157
	2次処理水(活性汚泥法)	200	12.0
	3次処理水(A.B.F法)	530	6.0
W 団地	原排水	80	160
	2次処理水(活性汚泥法)	200	14.4
	3次処理水(薬品凝集沈殿 一砂ろか法)	500	6.9
T 団地	原排水	70	140
	2次処理水(活性汚泥法)	200	13.8
	3次処理水(オゾン処理法)	200	12.5
	原排水	70	90
	2次処理水(オゾン処理法)	70	6.9

ントール、ジメトキシアセトフェノン、イオン等)であり、生活排水中の有機化合物は比較的安定した構成をもっていることが認められた、また、活性汚泥法による2次処理水は各団地においても90%前後のBOD除去率を示し、GC-MS-CoMの検索した化合物に対してもほぼ均一に除去している傾向がみられ、ジノルマルブチルフタル酸を含む高沸点化合物には各団地とも残存の傾向が強かった。一方ABF(生物汚過)⁶⁾、薬品凝集沈殿一砂ろ過法による3次処理においては2次処理と異なり、2次処理で残存した化合物のうち除去されるものとされないものとが明確に区別しうるような現象が認められたが各処理過程の相違と化合物の特異性を結びつけることはできなかった。また、オゾン処理は特に他の処理法ABF、薬品凝集沈殿一砂ろ過法の3次処理と異なり、フタル酸エステルを含

表 8 A 団地処理水中の化学物質

ピーク番号	確認物質	a) S.I. 値	a) W.P. M.値	分子式	分子量	*** 親イオン ^①	推定排出源	* 二次処理水 残存率 ^②	** 三次処理水 残存率 ^③
1	エチルベンゼン	0.7	68	C ₈ H ₁₀	106	30	化粧品	8	3
2	シクロヘキサン	0.7	65	C ₆ H ₁₂	84	70	溶剤	12	2
3	アセトフェノン	0.7	72	C ₈ H ₅ O	120	23	香料	20	-
4	ジエチルベンゼン	0.7	74	C ₁₀ H ₁₄	134	43	プラスチック	7	7
5	エチルスチレン	0.7	70	C ₁₀ H ₁₂	132	46	プラスチック	5	2
6	メチルインデン	0.7	68	C ₁₀ H ₁₀	130	100	プラスチック	4	1
7	メントール	0.6	65	C ₁₀ H ₂₀ O	156	-	香料	4	0.4
8	ナフタレン	0.8	78	C ₁₀ H ₈	128	100	共通	10	0.5
9	ジメトキシアセトフェノン	0.7	75	C ₁₀ H ₁₂ O ₃	180	51	プラスチック	50	3
10	未知物質2	0.4	23	-	-	-	-	4	4
11	イオン	0.6	58	C ₁₃ H ₂₀ O	192	20	香料	3	-
12	ジエチルフタル酸	0.8	86	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	222	30	プラスチック	10	10
13	メチルサルミチン酸	0.7	80	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270	18	食品化粧品	5	-
14	パルミチン酸	0.45	40	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	22	化粧品 プラスチック	6	-
15	メチルステアリン酸	0.6	60	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	298	21	食品化粧品	7	2.5
16	ジ-n-ブチルフタル酸	0.8	88	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	278	0.3	プラスチック	12	12

* 活性汚泥処理法

** ABF処理法、一はTIMにおいてN.D.

*** マスパターン係数における親イオンの強さ

a) 実験方法参照

む高沸点有機化合物の除去に効果的であり、活性汚泥法と比べ除去しうる化合物の特異性が顕著であった。オゾン処理の効果は活性基をもった化合物、高分子およびフタル酸エステル等の除去に極めて効果的であることが示され、有効なる3次処理であることが判明した。

表 9 W団地処理水中の化学物質、

ピーク 番号	確認物質	a) S.I 値	a) W.P. M値	分子式	分子 量	*** 親イ オン (%)	推 定 排出源	* 二次処理水 残存率 (%)	** 三次処理水 残存率 (%)
1	チエチル ベンゼン	0.8	89	C ₁₀ H ₁₄	134	43	プラス チック	8	8
2	エチルスチレン	0.6	60	C ₁₀ H ₁₂	132	46	プラス チック	6	6
3	メチルインデン	0.7	70	C ₁₀ H ₁₀	130	100	プラス チック	6.5	0.5
4	ナフタレン	0.8	57	C ₁₀ H ₈	128	100	共 通	3	3
5	ジメトキシ アセトフェノン	0.6	60	C ₁₀ H ₁₂ O ₃	180	51	プラス チック	0.7	-
6	エチル ビフェニル	0.78	86	C ₁₄ H ₁₄	182	71		0.5	-
7	イ オ ノ ン	0.63	53	C ₁₃ H ₂₀ O	192	20	香 料	1	-
8	ジプロピルバラ キシレン	0.7	59	C ₁₄ H ₂₂	190	24	プラス チック	2	1
9	未知物質4	0.3	20	-	-	-		3	3
10	スチレン グリコール	0.8	69	C ₈ H ₁₀ O ₂	138	-	プラス チック	7	2
11	メチル パルミチン酸	0.75	68	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270	18	食 品	1	-
12	パルミチン酸	0.45	35	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	22	化粧品 プラスチック	0.5	-
13	メチル ステアリン酸	0.65	63	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	298	21	食 品 化粧品	10	1
14	ジ-n-ブチル フタル酸	0.75	68	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	278	0.3	プラス チック	13	13

- * 活性汚泥処理
- ** 薬品凝集-砂ろ過法、一はTIMにおいてN.D.
- *** マスパターン係数における親イオンの強さ
- a) 実験方法参照

表 10 T 団地処理水中の化学物質

ピーク 番号	確認物質	a) S.I 値	a) W.P. M値	分子式	分子 量	*** 親イオ ン	推 定 排出源	* 二次処理水 残存率(%)	** 三次処理水 残存率(%)
1	シクロヘキサン	0.7	72	C ₆ H ₁₂	84	70	溶 剤	6	—
2	ジエチル ベンゼン	0.8	87	C ₁₀ H ₁₄	134	43	プラス チック	5	5
3	エチルステン	0.7	68	C ₁₀ H ₁₂	132	46	プラス チック	4	4
4	メントール	0.6	55	C ₁₀ H ₂₀ O	156	—	香 料	10	10
5	メチル アジボニトリル	0.6	53	C ₇ H ₁₀ N ₂	112	—	プラス チック	7	0.3
6	ナフタレン	0.8	85	C ₁₀ H ₈	128	100	共 通	3	3
7	ジメトキシ アセトフェノン	0.7	77	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	180	51	プラス チック	0.5	—
8	未知物質 1	0.3	20			—		6	1
9	イオノン	0.6	54	C ₁₃ H ₂₀ O	192	20	香 料	0.5	0.5
10	ジエチル フタル酸	0.9	69	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	222	310	プラス チック	10	—
11	メチル ミリスチリ酸	0.8	63	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	242	16	食 品 化粧品	5	—
12	メチル パルミチン酸	0.8	59	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270	18	食 品 化粧品	10	—
13	パルミチン酸	0.4	30	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	22	化粧品 プラスチック	3	—
14	メチル ステアリン酸	0.7	73	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	298	21	食 品 化粧品	7	—
15	ジ-n-ブチル フタル酸	0.8	63	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	278	0.3	プラス チック	14	—
16	ステアリン酸	0.4	35	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284	14	化粧品 プラスチック	6	—

* 活性汚泥処理法

** オゾン処理法、一はTIMにおいてN.D

*** マスパターン係数における親イオンの強さ

a) 実験方法参照

表 11 T 団地 2 次処理(オゾン処理)水中の化学物質

ピーク 番号	確認物質	S.I 値	W.P. M値	分子式	分子 量	** 親イオン (%)	推定排出源	* 二次処理水 残存率 (%)
1	エチルベンゼン	0.8	85	C ₈ H ₁₀	106	30	化粧品	100
2	シクロヘキサン	0.8	77	C ₆ H ₁₂	84	70	溶剤	-
3	ジエチル ベンゼン	0.7	82	C ₁₀ H ₁₄	134	43	プラスチック	100
4	エチルスチレン	0.7	70	C ₁₀ H ₁₂	132	46	プラスチック	100
5	メチルインデン	0.7	65	C ₁₀ H ₁₀	130	100	プラスチック	-
6	メントール	0.6	55	C ₁₀ H ₂₀ O	156	-	香料	100
7	ナフタレン	0.8	88	C ₁₀ H ₈	128	100	共通	56
8	エチル ビフェニル	0.7	72	C ₁₄ H ₁₄	182	71		60
9	未知物質 3	0.3	22	-	-	-	-	-
10	未知物質 4	0.3	25	-	-	-	-	-
11	メチル ミリスチ酸	0.7	65	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	242	16	食品 化粧品	-
12	パルミチン酸	0.4	30	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	20	化粧品 プラスチック	-
13	メチル ステアリン酸	0.6	65	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	298	20	食品 プラスチック	-
14	ジ-n-ブチル フタル酸	0.8	88	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	278	0.3	プラスチック	-
15	ステアリン酸	0.4	35	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284	14	化粧品 プラスチック	-

* オゾン処理法、一はTIMにおいてN.D 処理水温度20℃

** マスパターン係数における親イオンの強さ

a) 実験方法参照

結 論

1. 生活排水の3次処理水について弱毒ポリオウイルスを用いて不活化実験をおこない不活化反応はウイルス濃度及びオゾン濃度にそれぞれ一分子反応として表現し得ることを認めた。不活化速度は水質の汚泥指標であるKMnO₄消費量と相関があることも認めた。

2. 汚泥度の高い河川水と生活処理排水を対象にしてオゾン処理をおこない、これまで活性汚泥法等において除去効果の低かった脱色効果、脱臭効果、メチレンブル活性物質(ABS 洗剤を含む)除去、大腸菌群の除去等衛生学上関連の深い化学物質について顕著な処理効果のあることが認められた。

3. 生活排水の3次処理水の衛生学的な検討をおこなうため GC-MS-CoM システムによって処理水中の微量有機成分について検討をおこない、食品、化粧品、プラスチック添加物由来の16の化学物質を確認した。

活性汚泥法による2次処理水は各団地においても90%前後のBOD除去を示し、GC-MS-CoMの検索した化学物質に対してもほぼ均一に除去している傾向がみられ、ABF、薬品凝集沈殿一砂ろ過法による3次処理においては2次処理と異なり、2次処理で残存した化学物質のうち除去されるものとされないものが明確に区別し得るような現象が認められた。

オゾン処理は特に他の処理法ABF、薬品凝集沈殿沈殿一砂ろ過法の3次処理と異なりフタル酸エステルを含む高沸点有機化合物の除去に効果的であり、活性汚泥法と比べ除去しうる化合物の特異性が顕著であった。また、排水中の化合物に対する衛生化学的效果が極めて高い処理法であることがわかった。

- 1) 栗山光史：環境技術， 2， 194 (1973)
- 2) 河杉訓：水処理技術， 13， No 9， 5 (1976)
- 3) 佐藤昌之：用水と廃水， 14， No 6， 41 (1972)
- 4) 杉本一次：下水道協会誌， 9， No102， (1972/11)
- 5) 小田国雄， 他：生活衛生誌， 7， 223 (1963)
- 6) 小田国雄：生活衛生誌， 18， 168 (1974)
- 7) 加藤敬香， 他， ：昭和52年度環境庁公害防止等調査研究委託費による調査報告書， 34 (1978)
- 8) 近藤雅臣， 他：環境庁保健調査室レポート， 7 (1978)
- 9) 建設省近畿地方建設局， 住宅団地における下水の高度処理利用に関する調査報告 (52年3月)
- 10) 加藤敬香， 他：昭和52年度環境庁公害防止等調査研究委託費による調査報告書， 34 (1978)
- 11) 田 芳博， 他：生活衛生， 22， (5) 1 (1978)

論文の審査結果の要旨

生活排水の3次処理法としてオゾンによる処理法を確立し、オゾン処理により、ウイルス、大腸菌を不活化ならびに殺菌し、着色物質、メチレンブルー活性物質、および生活排水中に含まれる微量有機化学物を分解あるいは除去できることを明らかにした。とくに、生活排水中に含まれる有機化合物をGC-MSコンピューターシステムにより分析し、その各々についてのオゾン処理効果を検討して、特徴ある効果を確認し、実用効果を実証した。これらの成果は薬学博士を授与するに値するものであること認めた。