

第1回専門委員会における指摘事項への対応

【1,4-ジオキサン関係】

指摘事項・意見	対応
①今回は、排水規制の考え方について、従来の考え方を踏襲する方針か。(中杉委員)	今回の審議は従来の考え方を基本とし、今後のあり方の検討は「今後の水環境保全のあり方」で別途議論したい旨を回答。
②特定の水源での汚染が過去に問題になった。浄水場に入ると除去困難なので、そのような事態を防止できるような対策を検討してほしい。(浅見委員)	公共用水域の汚染を未然に防止する管理方策を今後検討。
③洗剤中の副生成物問題については、公共用水域への排水による汚染のみ扱うのか、直接的なヒトへのばく露も扱うのか。前者のみであれば、特段の対策は必要無いと思われる。(浅見委員)	今回の検討は、直接ばく露は扱わないと回答。
④処理技術については、導入可能性の観点からコストについても材料がほしい。(浅見委員)	排水処理メーカー等に対し、処理技術の内容を含め聞き取り調査を実施中。
⑤処理技術は難しい。排水基準達成への対応策は、良く調べていく必要あり。(清水委員)(平沢委員)	一律排水基準を原則とした上で、処理技術を踏まえ、暫定排水基準が必要かどうかしっかりと検討することが重要。 (資料5参照)
⑥排水系統に出さない管理方策は、代替化や工程での工夫まで求めるのか。(清水委員)	代替化までを含める方針と回答。 第2回専門委員会で各業界の取組として代替化や生産工程での工夫(副生成の抑制)等について聞き取り調査を実施。(資料4参照)
⑦排水規制がこれまで環境基準の10倍値としてきたのはどうしてか。その理由を整理してほしい。(清水委員)(平沢委員)	排出水の水質は公共用水域へ排出されると、そこを流れる河川水等により、排水口から合理的な距離を経た公共用水域において、通常、少なくとも10倍程度に希釈されると想定されることに基づくもの。(別紙1参照)
⑧処理技術の現状を考慮すれば、暫定基準は必要かと思う。(中杉委員)(原田委員)	一律排水基準を原則とした上で、処理技術を踏まえ、暫定排水基準が必要かどうかしっかりと検討することが重要。 (資料5参照)
⑨下水道は、濃度は低いけど排水量が大きいため、寄与率としては相当を占める。環境保健部の業務で調査データがあるので資料に追加してほしい。	河川水への下水道放流による1,4-ジオキサンの負荷割合としての寄与率は大きい。(別紙2参照)

<p>⑩国交省の実態把握データも取り入れて濃度データを追加してほしい。(中杉委員)</p>	<p>下水道放流水中の濃度は一般的には低いことを確認。(別紙3参照)</p>
<p>⑪要調査項目としての発生源調査を過去に行っているので確認してほしい。(中杉委員)</p>	<p>平成11年度から平成13年度にかけて要調査項目発生源対策検討調査を実施。その結果、非意図的な排出の可能性が見られたが、排水口直下において全て環境基準を大幅に下回るものあり排水濃度は低いものと考えられる。(別紙4参照)</p>
<p>⑫多摩川ではよく検出されるが、工業団地などで原因を確認しても排出源が良く分からない。用途を丁寧にみてほしい。特定施設以外からの排出の可能性も考えられる。(長谷川委員)</p>	<p>1,4-ジオキサンの製造業者(3社)にヒアリングしたところ、販売先における使用用途として医薬原薬や感光材の製造における溶媒・溶剤や半導体洗浄用としての利用が確認された。 特定施設の追加については、今後の検討課題と認識。(資料5参照)</p>
<p>⑬代替は可能と考えるので、使用を代替・抑制するという方向で良いのではないか。(長谷川委員)</p>	<p>代替可能な用途であれば、それを推奨する方針。</p>
<p>⑭代替については、他物質では対応できないという業種もあるはず。(原田委員)</p>	<p>第2回専門委員会で各業界の取組として代替化や生産工程での工夫(副生成の抑制)等について聞き取り調査を実施。(資料4参照)</p>
<p>⑮処理方法の開発もあわせて考える必要あり。(原田委員)</p>	<p>今後の重要な課題と認識。</p>
<p>⑯環境省実態調査で、廃棄物として排出された廃液は、どのような処理工程に行くのか。(原田委員)</p>	<p>1,4-ジオキサンを廃棄物として排出している事業者の処理委託先における処理方法を確認(12事業場)。 多くが焼却処理されており水の排出はないという回答であった。 ・焼却(一部セメント燃料): 8/12 ・堆肥化: 3/12(※排水なし) ・中和処理: 1/12</p>
<p>⑰マスフローの、大気、廃棄物、その他、について、水への移行可能性があるのか、無いのか、確認してほしい。(平沢委員)</p>	<p>1,4-ジオキサンは大気中で分解され1~2日で半減する(出典:化学物質ファクトシート)。また、廃棄物へ移行したものは、上記のとおり多くが焼却処理されている。そのため、大気及び廃棄物へ移行したのから水へ移行する量は少ないものと考えられる。</p>

⑱廃棄物処理関連に関する対策の議論と、整合を取って議論を進める必要がある。(古米委員)	廃棄物の取扱いについては、関係部署と連携を図りつつ検討予定。(資料5参照)
⑲廃液の処理ではなく、廃液として焼却にまわす過程を主体に考えると、対応可能性が高くなるのではないか。(古米委員)	廃棄物回収された1,4-ジオキサンについては、多くが燃焼処理されていることが確認された。 廃棄物の取扱いについては、関係部署と連携を図りつつ検討予定。(資料5参照)
⑳どのような事業場で使用されているのか、販売のルートで追えないか。(古米委員)	1,4-ジオキサンの製造業者(3社)にヒアリングしたところ、販売先における使用用途として医薬原薬の製造、感光材等の製造における溶媒・溶剤としての利用が確認された。

【塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエチレン関係】

指摘事項・意見	対応
①予防的観点から、塩化ビニルモノマーについて地下浸透を規制すべきではないか。議論が必要と考える。(長谷川委員)	今後、議論をいただく予定。(資料6参照)
②シス体、トランス体及び塩化ビニルモノマーについてはそれぞれ分解生成物であると考えられるが、シス体については過去の環境省の調査では、事業場から非常に高濃度の排水が確認され、排水規制に至った経緯がある。トランス体、塩化ビニルモノマーが排水中に含まれないということではない。これらについて公共用水域への排出を規制するとなると、環境基準が設定されていないので、これまでの排水規制の目的とは別の考え方を取り入れる必要がある。(中杉委員)	排水規制の実施目的である環境基準項目の設定状況、公共用水域での検出状況等を鑑み、排水規制項目への追加は行わない方針。要監視項目として監視を継続する。(資料6参照)

【1,1-ジクロロエチレン関係】

指摘事項・意見	対応
今回は基準の見直しという扱いだが、検出状況を考えて、将来的に環境基準として残るのか。その場合には、排水基準をどう考えるかは難しいと感じる。(古米委員)	環境基準は当面残す方向で排水基準値の見直しを検討。(資料7参照)

中央公害対策審議会水質汚濁防止法部会排水基準専門委員会（平成5年）
水質汚濁防止法に基づく排出水の排出、地下浸透水の浸透等の規制に係る項目追加等について（参考資料）抜粋

排水の公共用水域における希釈

① 排水量の河川水量に対する比率

全国の河川水量と排水量を表す指標として、水資源賦存量と都市用水量を用いて、両者を比較する。「平成4年度版日本の水資源」によると、平成元年における都市用水は315億 m^3 （うち生活用水161億 m^3 、工業用水154億 m^3 ）である。一方、水資源賦存量は昭和31年～60年までの資料に基づく整理では、平水年で4,348億 m^3 /年、渇水年（10年に1回）で3,034億 m^3 /年である。したがって、水資源賦存量の概ね1/10が都市用水として利用されているといえる。このことから、年間の排水量は、年間をとおした河川水量の概ね1/10であり、排水量に対してこれを希釈する河川流量は概ね10倍程度と考えられる。

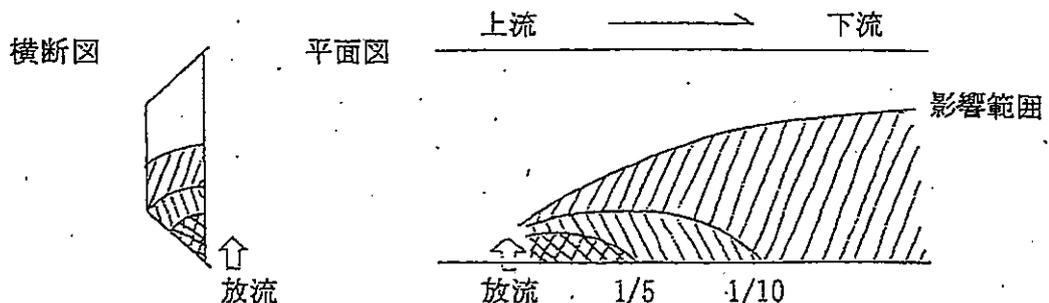
（注）水資源賦存量：単位（ m^3 /年）

地域毎の降水量（ mm /年）から蒸発散によって失われる量（ mm /年）を差し引いた量に当該地域の面積（ km^2 ）を乗じた値

都市用水量：生活用水と工業用水の合計

② 河川における排水の希釈からの考察

排水口から川に放流された排水が希釈される現象は、まず、排水口周辺の一定区域内の河川水と混合し希釈され、さらに下流に流れて行くにしたがって混合した排水が拡散や川の流れの乱れによる混合で川全体に広がり希釈されていくと考えられる。このとき、排水口の直下流には10倍まで希釈されない領域が存在することが予想される。



河岸の1点から連続的に放流される排水の希釈を表わす式によれば、放流口のある河岸沿いで最も希釈が遅れることになる。この河岸沿いで10倍に希釈される距離は、横断方向の拡散係数、河川流量と排水の放流量の比によって異なるが、長い場合であっても小河川では数10m程度、大河川では数100m程度に収まるものと考えられる。

長野県が千曲川及び犀川をモデルに実施した希釈のシミュレーションでは、排水量と河川流量との比によって異なるが、排水口から下流側100～450mの距離で10倍に希釈されるという結果となっている。なお、これは、河川の形状から拡散、混合されやすい河川の例である。

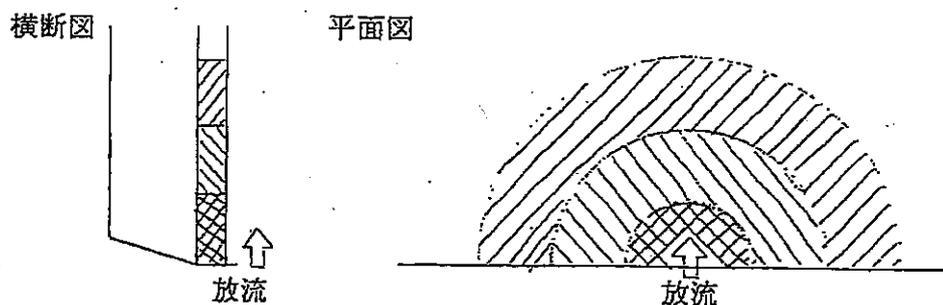
以上のように、排水を希釈する十分な河川流量がある場合、排水口の近傍を除けば少なくとも10倍程度には希釈されるといえる。

③ 海における排水の希釈からの考察

海域に排出された淡水系の排水は、海水の表面で混合し、この混合水塊が海域の表層部で分散し、排水口から遠ざかるにつれて濃度が低下していく。

排水の拡散の簡易な予測手法の式を用い、流れの影響のない開放性海域で半円状に広がると仮定して排水が10倍希釈される距離を計算すると、排水量によって異なるが、比較的排水量の多い $50,000\text{m}^3/\text{日}$ の場合には300m程度となり、河川の場合と同様に排水口の近傍を除けば少なくとも10倍程度に希釈されるといえる。

なお、開放系の場合、海流や潮流による拡散の効果が安全側に働くが、閉鎖性海域の場合には外海との海水の交換が少ないので、留意する必要がある。



④ 湖における排水の希釈からの考察

湖に排出された排水の希釈は、次の理由から海の場合と同様と考えられる。

- a. 河川と比較して排水の流入量に対する容量が非常に大きく、排水の滞留時間がきわめて長い。
- b. 湖沼においては温度成層が形成され、排水と湖水の混合は主として表面の混合層で行われる。

したがって、海における計算結果と同様に排水口の近傍を除けば、少なくとも10倍程度には希釈されるといえる。

1. 河川における希釈

排水が河岸の1点から集中して放流される場合の河川内の水質 c は、放流量 Q 、排水水質 c_0 、河川の幅 B 、水深 H 、平均流速 u 、横断方向の拡散計数 D_y として、

$$c = \frac{c_0 Q}{B H u} \left(1 + 2 \sum \exp \left\{ - \frac{D_y}{u} \left(\frac{n \pi}{B} \right)^2 x \right\} \cos \frac{n \pi y}{B} \right) \dots\dots ①$$

である。対岸の影響を無視すると、

$$c = \frac{c_0 Q}{H} \frac{1}{\sqrt{\pi D_y x u}} \exp \left(- \frac{u y^2}{4 \pi D_y x} \right) \dots\dots ②$$

で近似できる。これを図示したものが図1で実線は式①、破線は式②である。

最も希釈が遅れるのは $y = 0$ の放流口のある河岸沿いである。 $y = 0$ として式②を変形すると、

$$x = \frac{B^2 u}{\pi D_y} \left(\frac{c}{c_0} / \frac{Q}{B H u} \right)^{-2}$$

計算例として大河川を想定した場合、河川流量と放流量の比が 200 : 1 で、 $c/c_0 = 1/10$ (10倍希釈) となる距離は、 $B = 300\text{m}$ 、 $u = 0.2\text{m/s}$ 、 $D_y = 0.05\text{m}^2/\text{s}$ のとき、

$$x = \frac{B^2 u}{\pi D_y} \cdot \frac{1}{20^2} = 286\text{m}$$

となる。

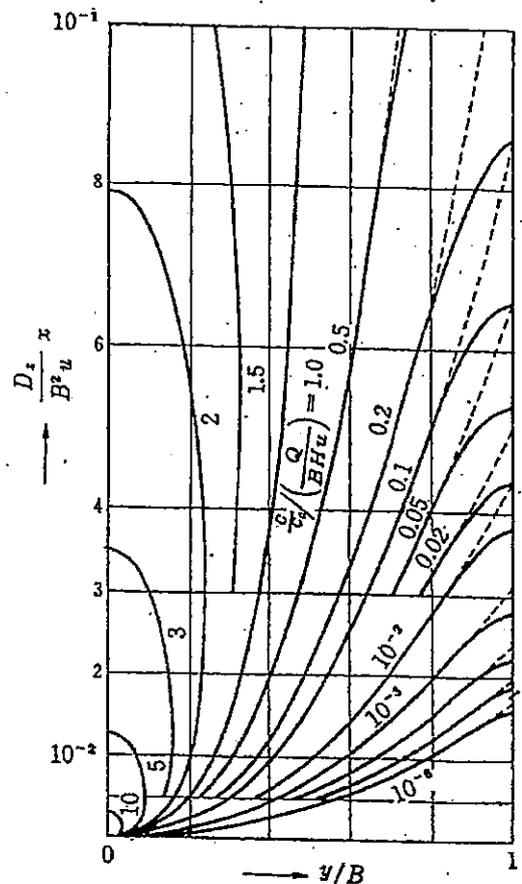
小河川を想定した場合、河川流量と放流量の比が 30 : 1、 $c/c_0 = 1/10$ (10倍希釈) となる距離は、 $B = 10\text{m}$ 、 $u = 0.3\text{m/s}$ 、 $D_y = 0.1\text{m}^2/\text{s}$ のとき、

$$x = \frac{B^2 u}{\pi D_y} \cdot \frac{1}{3^2} = 11\text{m}$$

となる。

(参考文献)

杉木昭典：「水質汚濁—現象と防止対策—」，
(株) 技報堂，昭49



横からの流入による拡散計算図

長野県では、河川に流入した排水の拡散について、千曲川及び犀川をモデルに数値シミュレーションを行っている。

河川水中の濃度が排水濃度の1/10に希釈されるまでの流下距離は、排水流入量を河川の流量の1/190程度(0.25~1 m³/s)とした場合には、100m未満であり、排水流入量を河川の流量の1/50程度(1~4 m³/s)とした場合には、200m~450mの範囲となった。

シミュレーション結果

番号	河川名	河川流量 (m ³ /s)	排水流入量 (m ³ /s)	排水流入量 河川流量	排水濃度の1/10まで希釈される距離 (m)
1	千曲川	44.7	0.25	1/179	<100
2	〃	44.7	1	1/45	200
3	〃	189.0	1	1/189	<100
4	〃	189.0	4	1/48	450
5	犀川	96.8	0.5	1/194	<100
6	〃	96.8	2	1/49	430

(参考文献)

長野県水環境保全条例関係例規

計算例 (シミュレーション番号4)

計算条件

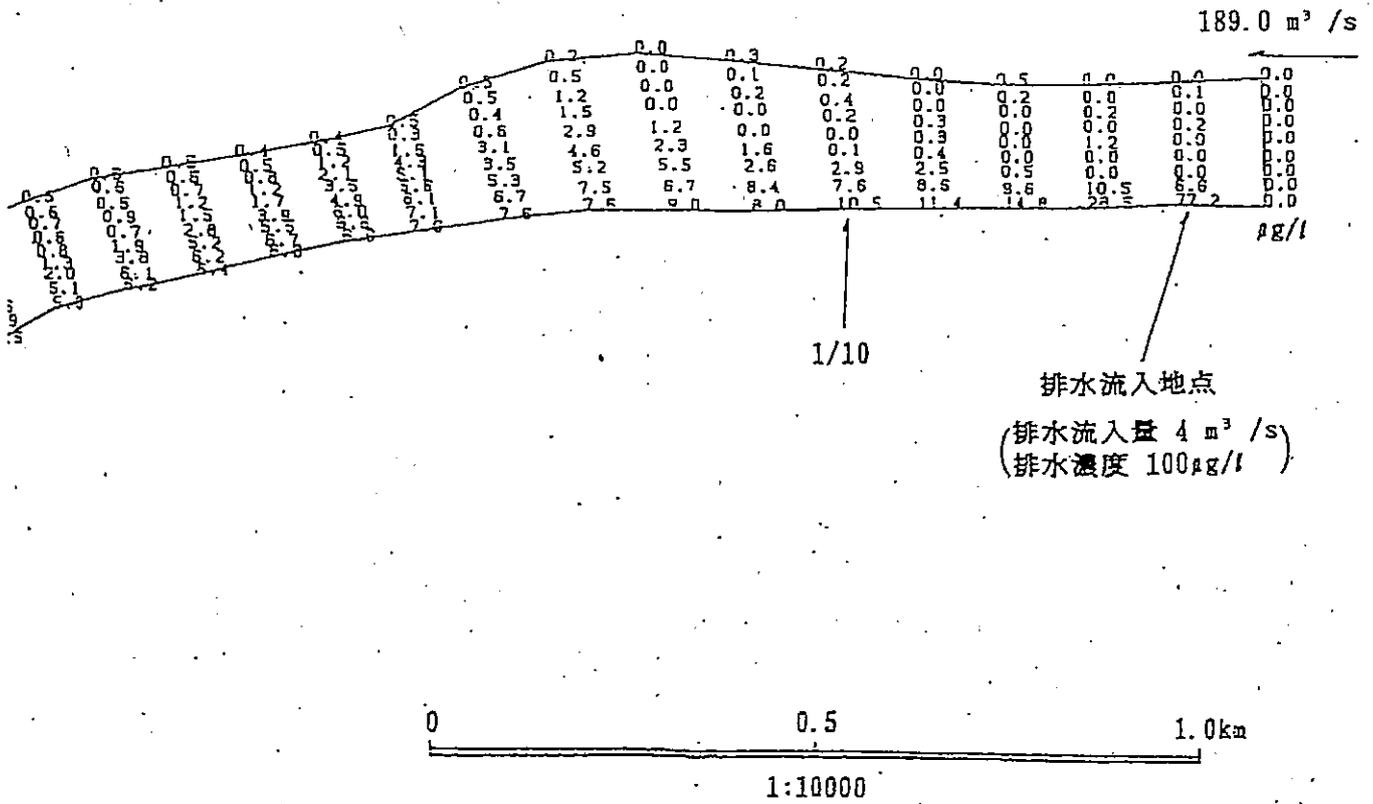
- (1) 取水地点における平水流量 189.0 m³/s
- (2) 汚染物質流入量 400 mg/s

下図の数値は、河川水中の汚染物質濃度 (μg/l) を示す。

排水流入量が河川流量に比べ十分小さく、無視できるとすると、排水が河川水と完全に混合した場合の濃度は 2.1 μg/l となる。

$$\frac{400 \text{ mg/s}}{189.0 \text{ m}^3/\text{s}} = 2.1 \text{ } \mu\text{g/l}$$

排水流入量を 4 m³/s とすると、排水濃度は 100 μg/l となり、排水が河川水と完全に混合した濃度は、排水濃度の 1/48 となる。



2. 海域における希釈

淡水系の排水が海岸の1点から連続的に放流される場合の水質 c は、放流量 Q (m^3/s)、排水水質 c_0 、排水口から排水の影響限界点までの距離 r_0 、影響限界点における水質 c_c 、拡散係数 K として、

$$c = c_c + \frac{Q \cdot c_0}{K \cdot a} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0} \right) \quad \dots\dots ③$$

である。ここに a は、排水の広がり角度を考慮した係数である。

また、排水の影響域は、影響面積を A として、

$$\log A = 1.226 \cdot \log Q + 0.0855 \quad \dots\dots ④$$

の関係が求められている。(ここで Q の単位は $m^3/日$)

排水が半円状に広がる場合には、式③の a 、式④の A は、

$$a = \frac{\pi}{r} h \quad h: \text{排水層厚}$$

$$A = \pi r_0^2 / 2$$

である。 $Q = 50,000 m^3/日$ ($0.6 m^3/s$) の場合、 $c = 0.1 c_0$ (10倍希釈)、 $c_c = 0$ 、 $K = 1 m^2/s$ 、 $h = 1 m$ として、

$$r_0 = 632 m$$

$$r = 301 m$$

となる。

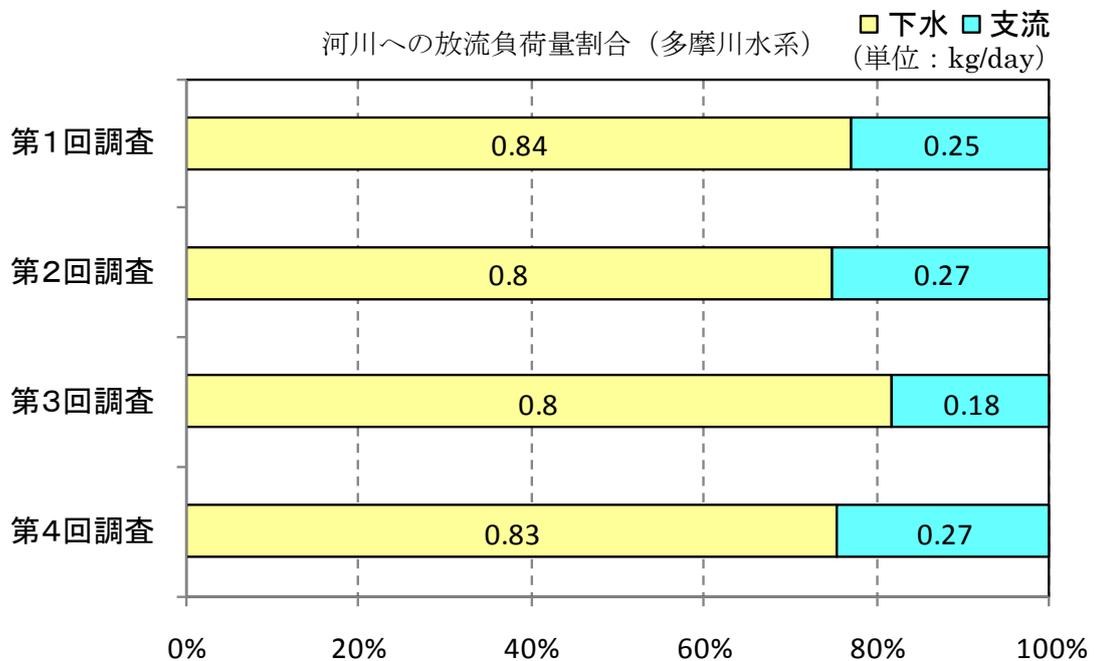
(参考文献)

杉木昭典：「水質汚濁—現象と防止対策—」，(株)技報堂，昭49

「環境影響評価マニュアルの整備に関する調査研究」環境庁業務委託報告書，昭57

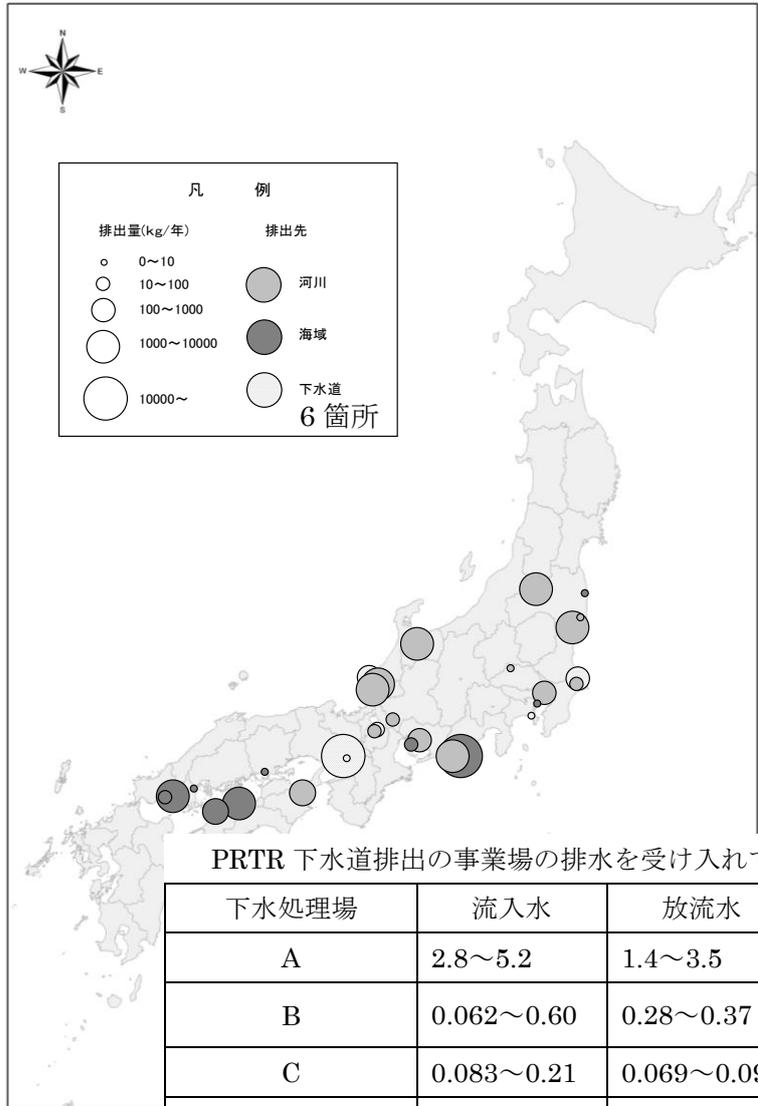
河川水中に含まれる 1,4-ジオキサンの負荷量収支について

平成 17 年度の環境省調査にて、河川流量観測と水質分析結果をもとに日負荷量を算出し、河川への物質収支について評価を実施している。その結果、例えば多摩川本流への主な負荷源は、多摩川水再生センター、北多摩一号水再生センターなどの下水処理場であり、負荷量が最も少ない傾向にあったのは平井川、秋川などの支流であった。



出典：平成 17 年度水系モデルの構築・高度化のための流域動態解析基礎調査（環境省）
結果より作成

下水処理場における流入水、放流水中の1,4-ジオキサン濃度について



PRTR 下水道排出の事業場の排水を受け入れている下水処理場 (mg/l)

下水処理場	流入水	放流水	採水方法
A	2.8~5.2	1.4~3.5	コンポジットサンプリング
B	0.062~0.60	0.28~0.37	コンポジットサンプリング スポットサンプリング
C	0.083~0.21	0.069~0.092	スポットサンプリング
D	0.013	0.012	コンポジットサンプリング
E	<0.005	<0.005	コンポジットサンプリング
F	<0.005	<0.005	コンポジットサンプリング

その他の事業場の排水を受け入れている下水処理場 (mg/l)

下水処理場	流入水	放流水	採水方法
88 事業場	<0.005 ~0.180 ^{※1}	<0.005 ~0.078 ^{※2}	※1 コンポジットサンプリング ※2 スポットサンプリング

[備考]

流入水 (72/88 事業場)、放流水 (76/88 事業場) は定量限界未満であった。

図 1, 4-ジオキサンの排出量分布及び下水処理場流入放流濃度

注：「平成 19 年度 PRTR 届出データ」(環境省)に基づいて作成

注：「平成 21 年度水質汚濁未規制物質排出状況調査」(環境省)、国土交通省調べに基づき作成

事業場周辺及び事業場排水における検出状況（1,4-ジオキサン）

平成11年度から平成13年度の3ヶ年にわたり環境省にて要調査項目発生源対策検討調査を実施し、これらの物質の発生源周辺の環境中での挙動等の調査を行った。

1) 公共用水域における検出状況

平成11年度及び平成13年度に5つの水域において検出状況を調査した（表1）。

表1 1,4-ジオキサンの検出状況及び検出濃度

水域	調査年度	調査地点数	検出率 (検出地点数)	検出濃度 ($\mu\text{g/L}$)		
				濃度範囲	平均値	中央値
A 水域	H11	16	100% (16)	0.03~0.55	0.15	0.12
	H13	21	81% (17)	0.02~1.2	0.16	0.10
B 水域	H11	21	100% (21)	0.16~2.4	0.63	0.41
	H13	20	100% (20)	0.08~4.6	0.84	0.57
C 水域	H11	24	96% (23)	0.04~39	3.8	0.62
D 水域	H11	33	100% (33)	0.07~0.87	0.36	0.35
	H13	23	100% (23)	0.25~1.5	0.87	0.89
N 水域	H13	22	95% (21)	0.02~5.0	1.06	0.44
全体	H11	94	99% (93)	0.03~39	1.2	0.36
	H13	86	94% (81)	0.02~5.0	0.76	0.56

出典：平成13年度要調査項目発生源対策検討調査報告書（環境省）検出下限値：0.02 ($\mu\text{g/L}$)

2) 事業場排水及び事業場周辺における検出状況

上記5つの水域のうち、1,4-ジオキサンを使用していると報告のあった2つの事業場の排水中濃度及び排水口周辺の濃度の調査を平成11年度に実施した（表2）。

表2 事業場排水濃度及び周辺公共用水域における濃度状況

水域	業種	地点	排水口からの距離 (m)	濃度 ($\mu\text{g/L}$)
C 水域	輸送用機械器具製造業	上流地点	-350	0.44
		下流地点	250	4.7
		排水濃度	-	52
	繊維工業	上流地点	-300	4.0
		下流地点	450	23
		排水濃度	-	300

出典：平成13年度要調査項目発生源対策検討調査報告書（環境省）検出下限値：0.02 ($\mu\text{g/L}$)

また、平成 13 年度には、1,4-ジオキサンの使用報告がない事業場のうち、非意図的に排出されている可能性が考えられる界面活性剤（分散剤）を使用している事業場、又は界面活性剤を使用している可能性がある繊維業を含む 20 事業場周辺の公共用水域の濃度の調査を実施した（表 3）。その結果、12 事業場（下線）において、排水口の上流地点よりも排水口直下地点において高い濃度が測定され、これらの事業場から 1,4-ジオキサンが非意図的に排出されている可能性が考えられた。

表 3 事業場周辺の公共用水域における 1,4-ジオキサンの濃度状況

水域	業種	地点	排水口からの距離 (m)	濃度 ($\mu\text{g/L}$)
A 水域	<u>化学工業</u>	上流地点	-180	<0.02
		排水口直下	0	0.22
		流入支川	5	0.02
		下流地点	300	0.06
	プラスチック製品製造業	上流地点	-5	0.16
		排水口直下	0	0.15
		下流地点	95	0.14
	<u>プラスチック製品製造業</u>	上流地点	-10	<0.02
		排水口直下	0	0.07
		下流地点	110	<0.02
	下水処理場	上流地点	-70	0.20
		排水口直下	0	0.14
		下流地点	230	1.20
	<u>下水処理場</u>	上流地点 1	-410	0.11
		上流地点 2	-410	0.07
		排水口直下	0	1.30
下流地点		410	0.12	
B 水域	化学工業	上流地点	-180	4.6
		排水口直下	0	—
		流入支川	200	1.8
		下流地点	360	1.5
	輸送用機械器具製造業	上流地点	-50	0.78
		排水口直下	0	0.24
		下流地点	790	0.67
	輸送用機械器具製造業	上流地点	—	—
		排水口直下	0	0.52
下流地点		—	—	

	その他	上流地点	-5	0.57
		排水口直下	0	0.10
		下流地点	445	0.56
	<u>下水処理場</u>	上流地点	-90	0.08
		排水口直下	0	0.32
		下流地点	180	0.26
D 水域	<u>ゴム製品製造業</u>	上流地点	-240	0.91
		排水口直下	0	1.3
		下流地点	270	1.1
	繊維業	上流地点	-5	0.47
		排水口直下	0	0.92
		下流地点	95	0.44
	繊維業	上流地点	-810	0.88
		排水口直下	0	1.2
		下流地点	550	0.83
	その他	上流地点	—	—
		排水口直下	0	0.87
		下流地点	255	0.89
	<u>下水処理場</u>	上流地点	-10	0.25
		排水口直下	0	0.94
		下流地点	350	0.76
下水処理場	上流地点	-150	1.5	
	排水口直下	0	0.83	
	下流地点	130	1.0	
N 水域	<u>電気機械器具製造業</u>	上流地点	-10	0.07
		排水口直下	0	0.26
		下流地点	260	0.44
	<u>食料品製造業</u>	上流地点	-5	0.02
		排水口直下	0	0.38
		下流地点	215	0.03
	<u>下水処理場</u>	上流地点	-10	1.5
		排水口直下	0	1.8
		下流地点	470	1.2
	<u>下水処理場</u>	上流地点	-10	<0.02
		排水口直下	0	0.38
		下流地点	1510	0.03

出典：平成 13 年要調査項目発生源対策検討調査報告書（環境省）