

# 焼却炉解体工事排水に含まれる有害物質の 固液間の分配と膜分離による処理特性

田中俊至<sup>1</sup>・浦瀬太郎<sup>2</sup>・浅田素之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 東京工業大学大学院修士課程学生 土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

E-mail: t-tanaka@fluid.cv.titech.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 工博 東京工業大学大学院助教授 土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

<sup>3</sup>正会員 工修 清水建設技術研究所 副主任研究員 (〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17)

焼却炉解体工事現場の湿式除染工程から生じる排水には、PAH類、ダイオキシン類等、多くの有害物質が含まれている。排水処理に膜分離技術を適用するために、排水に含まれる有害物質の固液分配特性を調べた。PAH類、ダイオキシン類については、おおむねLogKowによって固液分配が説明できた。固液分配に影響を与える因子として、懸濁物濃度および溶存有機物濃度の影響を実験し、平衡関係をモデル化した。膜分離テスト機を試作し、焼却炉解体工事排水に対して適用したところ、処理水中のダイオキシン類濃度はTEQ換算で1pg/Lの環境基準以下にまで処理可能であった。

*Key Words* : deconstruction effluent, dioxin, membrane separation, polycyclic aromatic hydrocarbon.

## 1. はじめに

ダイオキシン類の排出基準が強化されるに伴い、現在休止あるいは廃止となっている廃棄物焼却施設を解体する必要が生じている。厚生労働省が2001年に策定した「廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露対策要綱」により、廃棄物焼却施設の解体工事の際には、ダイオキシン類を含む付着物の除染に関して、粉塵の発生を抑えるために湿式での除染が義務付けられた。そのために、解体現場で有害物質を含んだ排水が発生している。この排水を確実に処理する技術の開発が求められている。

従来から、工事現場から発生する排水の処理には凝集沈殿法が用いられてきた。ダイオキシン類などの疎水性の有害物質は、その多くが粒子に吸着して存在しているが、1 $\mu$ m以下の微細な粒子に付着している割合も無視できないとされている<sup>1)</sup>。こうした微細な粒子に付着した成分や一部の溶存性の成分により、要求される水質によっては、凝集沈殿処理だけでは、十分な有害物質の処理が行えない可能性がある。さらに処理水水質を向上させることにより、解体現場での処理水の再利用が可能となれば、廃棄物の発生量、現場からの最終搬出廃棄物量を大幅

減少できる。

膜分離法は、合理的な固液分離を可能とする。さらに、膜の孔径によっては従来溶解性に分類されていた成分まで除去することも可能となる場合がある。また、膜分離では膜のファウリング等の問題はあっても、処理水質は操作条件の影響を受けにくく、工事現場などの必ずしも管理が行き届かない場所での水質の保障に有効なシステムであると考えられる。有害物質を含んだ建設現場発生排水処理への膜分離技術の適用について一部実用化がはじまっているが、工事現場排水に含まれる有害物質の除去特性について十分に検討されているとは言えない<sup>2)</sup>。

本研究では、湿式解体工事現場排水に含まれる有害物質の固液間の分配特性について室内試験を行い、溶質のLog Kowなどの物理化学的性状との関連を明らかにした。室内試験では、ダイオキシンよりも定量的な議論を行いやすいPAH類を主に用いて、溶液に含まれる懸濁物質や溶解性有機物濃度が除去率にどのように影響するかを実験的および理論的に考察した。

さらに、工事現場排水処理装置として使い捨て透析膜を使用した装置の性能評価を行った結果について報告する。

## 2. 多環芳香族炭化水素 (PAH類) の定式化

膜による有害物質の除去を考える場合、膜そのものによるふるい効果以外に、膜に阻止される固形物質 (SS) への有害物質の付着と膜を通過する可能性のあるたとえば溶存性有機物質 (DOM) のような成分への有害物質の付着が重要になる<sup>3)</sup>。固形成分の多い排水では有害物はより固形成分に吸着して存在し容易に膜分離で除去されるが、反対にフミン質などの溶解性有機物の多い排水では、膜を通過するフミン質への有害物質の吸着により阻止率が落ちることが考えられる。

粒子に付着したPAH類と溶存態のPAH類とは、平衡関係にあり、濁質の種類が一定であれば、次式の平衡定数 $K_{SS}$ は一定値を取ると考えられる。

$$K_{SS} = \frac{[PAH_{SS}]}{[SS][PAH_{dis}]} \quad (1)$$

$K_{SS}$ : 懸濁物への吸着係数 (L/mg)

[SS]: 懸濁物濃度 (mg/L)

[ $PAH_{SS}$ ]: 粒子吸着態として存在しているPAH類濃度 (mg/L)

[ $PAH_{dis}$ ]: 溶存態として存在しているPAH類濃度 (mg/L)

一方、有機物が共存している場合には、さらに、有機物との間に平衡関係が存在すると考えられる<sup>3)</sup>。

$$K_{DOM} = \frac{[PAH_{DOM}]}{[DOM][PAH_{dis}]} \quad (2)$$

$K_{DOM}$ : PAH類の溶存有機物への吸着係数

[ $PAH_{DOM}$ ]: 有機物吸着態として存在しているPAH類濃度 (mg/L)

[DOM]: 溶存有機物濃度 (kg/kg)

これら二式から溶存有機物が共存する場合の溶存態 (真の溶存態と有機物吸着態の和) と粒子態の平衡関係は(1)と(2)を合わせて変形すると以下のようになる。

$$\begin{aligned} \frac{[PAH_{DOM}] + [PAH_{dis}]}{[PAH_{SS}]} &= \frac{K_{DOM}[DOM][PAH_{dis}] + [PAH_{dis}]}{K_{SS}[SS][PAH_{dis}]} \\ &= \frac{K_{DOM}[DOM] + 1}{K_{SS}[SS]} \end{aligned}$$

また、上式の左辺は以下のようにも表せる。

$$\begin{aligned} \frac{[PAH_{DOM}] + [PAH_{dis}]}{[PAH_{SS}]} &= \frac{[PAH_{SS}] + [PAH_{DOM}] + [PAH_{dis}]}{[PAH_{SS}}} - 1 \\ &= \frac{[PAH_{total}]}{[PAH_{SS}}} - 1 = \frac{1}{r_{SS}} - 1 \\ \therefore K_{DOM} &= \frac{K_{SS}(1 - r_{SS})[SS] - r_{SS}}{r_{SS}[DOM]} \quad (3) \end{aligned}$$

ただし、粒子態存在率を $r_{SS} = \frac{[PAH_{SS}]}{[PAH_{total}]}$ と定義する。

上式により、(1)で求めた溶存有機物のない状態での $K_{SS}$ の値を用いて $K_{DOM}$ の値を算出することができる。

## 3. 実験方法と分析方法

### (1) 解体工事排水の性状の評価

焼却炉解体現場から排出された排水を採取した。排水中に含まれる有害物質の存在形態を調べるために、Whatmanのガラス繊維ろ紙 (GF/C, 粒子保持能: 1.2  $\mu$ m) による粒子態と溶存態との分離定量分析をした。また、PAH類については、凝集実験を行い凝集態と溶存態に分けて測定を行った。凝集剤として、硫酸アルミニウムを用いた。凝集時にpHを7に保つために炭酸ナトリウムを添加してpHを調整した。

### (2) 多環芳香族炭化水素類 (PAHs) の吸着平衡実験

現場排水中に高濃度では含まれていないPAH類について定量的に議論するために、外部からPAH類の標準液を解体工事現場排水あるいはカオリン懸濁液に添加し、PAH類の粒子態-溶存態の間の分配関係あるいは凝集態-溶存態間の分配関係を測定した。このPAH類標準液添加排水の作成の際は、PAHを各100  $\mu$ g/L含むように添加し、2時間の攪拌をし、十分に平衡状態とした。この100  $\mu$ g/Lという濃度は、現場排水あるいは浸出水に含まれるPAH類濃度よりも10倍以上高い濃度である。粒子態-溶存態あるいは凝集態-溶存態間の定義は、工事現場排水の分画方法と同一である。

カオリン懸濁液を用いる場合は、所定量のカオリンを純水に溶かしたあと、静置し粒子の粗いカオリン不純物を沈殿させ、SS濃度を測定することによってカオリン懸濁液を作成した。また、溶存有機物が存在することによる有害物質の固液分配への影響を明らかにする実験では、溶存有機物源として、フミン質など難分解性着色成分を多く含む廃棄物処分場浸出水を用いた。廃棄物処分場浸出水は、東京湾中央防波堤外側処分場から採水したもので、TOC濃度は530mg/Lであった。

### (3) 分析方法

PAH類の分析は、試料200 mLに内標準としてAcenaphthene d-10, Phenanthrene d-10, Perylene d-12を添加し、ヘキサン20(mL)を加え3分間激しく

表-1 PAH類およびダイオキシン類のLogKowとLogKoc

	Log Kow	Log Koc
Naphthalene	3.30	2.92
Acenaphthylene	4.07	3.94
Acenaphthene	3.92	3.41
Fluorene	4.02	3.96
Phenanthrene	4.57	4.36
Anthracene	4.45	4.41
Fluoranthene	5.16	4.74
Pyrene	4.88	4.98
1,2-Benzanthracene	5.79	6.01
Chrysene	5.73	5.58
Benzo(b)fluoranthene	6.60	6.33
Benzo(a)pyrene	5.97	5.71
Benzo(k)fluoranthene	6.84	5.87
TCDDs	6.9	-
PCDDs	7.4	-
HxCDDs	7.8	-
HpCDDs	8.0	-
OCDD	8.2	-
TCDFs	6.1	-
PCDFs	6.5	-
HxCDFs	7.0	-
HpCDFs	7.4	-
OCDF	8.0	-
TeCBs	6.0	-
PeCBs	6.3	-
HxCBs	7.0	-
HpCB	7.0	-

振った。その後、PAH類をヘキサン層に移行し、窒素ガスの吹き付けにより濃縮した。十分に濃縮した溶液をGC/MS(SIM)で測定し、内標準補正のより定量した。GC/MS設定は、カラム：DB-5MS、カラム温度：50℃(5分)→280℃(20分)、注入口温度：290℃、インターフェース温度：280℃とし、島津GCMS-QP5000によって分析した。また、本研究で分析対象としたPAH類およびダイオキシン類、PCB類それぞれのLogKow、LogKocを表-1に示す。これらの物性値はそれぞれデータベース(PAH類<sup>9)</sup>およびダイオキシン類<sup>6)</sup>、PCB類<sup>7)</sup>より代表的な値を示し、この値を用いて以後の解析を行った。図-1に、LogKow、LogKocの関係を示した。

さらに、懸濁物濃度(SS)はガラス繊維ろ紙による秤量法、溶存有機炭素(DOC)はTOC計(島津TOC-5000A)、陰イオン類濃度は、イオンクロマトグラフ

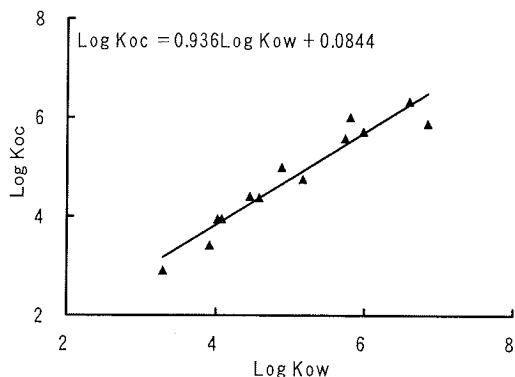


図-1 PAH類のLogKow, LogKocの相関

(日立-G7000シリーズ)、粒度分布(平均粒径)はレーザ回折式粒度分布測定装置(島津SALD-3000S)でそれぞれ測定した。

#### (4) 膜分離テスト機による除去特性の確認

膜分離テスト機を作成し、解体工事現場にて実際に試験をおこなった。この実験では、現場でPACおよびポリアクリルアミドによって、凝集させた上澄みをスプリングフィルター(φ:15mm×L:400mm×7本、公称排除径:0.1~0.5μm、概略処理量:0.7m<sup>3</sup>/hr)による珪藻土ろ過の後、使い捨ての可能な限外ろ過領域の孔径(0.01μm)を持つ材質:PA/PESの透析膜(膜面積:1.2m<sup>2</sup>×3本)に通水し、活性炭カートリッジフィルター(やしらがら炭40~60メッシュ、φ:65mm×L:250mm)を通過した後、処理水を得る処理フローになっている。原水と凝集上澄み処理水についてダイオキシン類の測定をJIS-K-0312(1999)工業用水、工業排水中のダイオキシン類およびコプラナPCBの測定方法に基づいて行った。ダイオキシン類の濃度は、個々の異性体ごとの信頼できるLogKow値が得られないことなどから、置換塩素数ごとにまとめて評価することとし、2,3,7,8置換態に限らず、測定されているすべての置換態の塩素数ごとの合計として評価した。なお、PCB類についてはIUPACNoで、TeCBsは#77および#81の合計、PeCBsは#105、#114、#118、#123および#126の合計、HxCBsは#156、#157、#167および#169の合計、HpCBsは#189をそれぞれ評価の対象とした。

表-2 解体工事排水性状

項目	濃度(mg/L)
SS	1040
DOC	9.9
Cl <sup>-</sup>	31
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	110
平均粒径	14.5(μm)

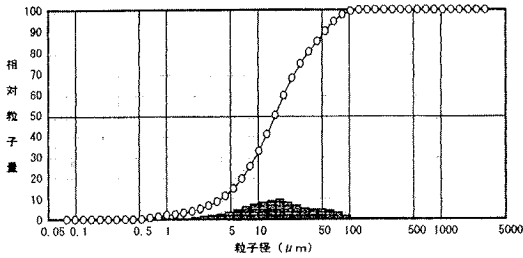


図-2 解体排水に含まれる懸濁物質の粒径分布(体積ベース)

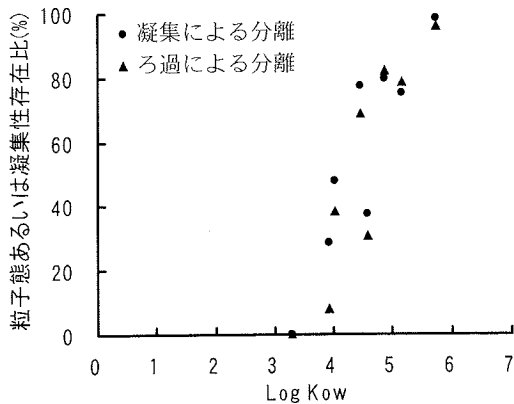


図-3 解体排水に含まれるPAH類の粒子態あるいは凝集性での存在比

#### 4. 結果と考察

##### (1) 解体工事排水に含まれる有害物質の固液分配特性

表-2に今回の実験で用いた解体工事排水の性状を図-2にはその粒径分布をそれぞれ示す。工事現場排水は濃灰色で、DOCは約10mg/L、塩類濃度は塩化物イオン濃度で31mg/Lと高くなく、平均粒径15μm程度の微細な懸濁物質を多く含む排水であった。

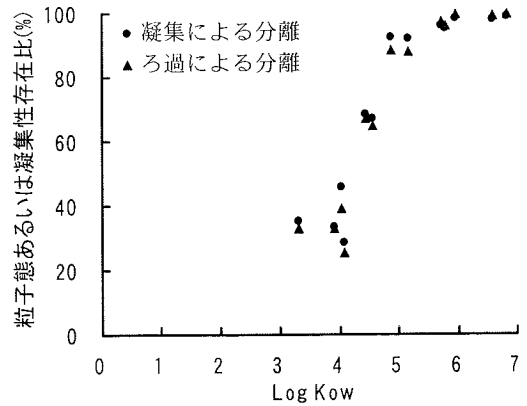


図-4 解体排水にPAH類標準液を添加した時のPAH類の粒子態あるいは凝集性での存在比

表-3 ダイオキシン類についての解体工事排水中での固液分配特性

化合物群名	原水 (pg/L)	凝集沈殿水 (pg/L)	凝集性存在率
TCDDs	6000	260	95.7%
PCDDs	4800	160	96.7%
HxCDDs	3300	100	97.0%
HpCDDs	1200	41	96.6%
OCDD	620	23	96.3%
TCDFs	11000	410	96.3%
PCDFs	5500	180	96.7%
HxCDFs	2100	74	96.5%
HpCDFs	690	21	97.0%
OCDF	180	5.4	97.0%
TeCBs	1280	84	93.4%
PeCBs	4010	400	90.2%
HxCBs	777	52	93.3%
HpCB	150	5.8	96.1%
TEQ	680	22	96.8%

次に、解体現場排水に含まれるPAH類について、固液間の分離をガラスフィルターで行った。また、ガラス繊維ろ紙とは別の方法による分離としてアルミニウム塩による凝集処理についても検討したが、それぞれの結果をPAH類の水オクタノール分配係数で整理すると、図-3に示すようになった。Log Kowが大きくなるにつれて全量に対する粒子態あるいは凝集性の占める割合が大きくなった。このことはLog Kowが高い、すなわち疎水性のPAH類ほど溶存態として存在している割合が小さくなり、懸濁物に吸

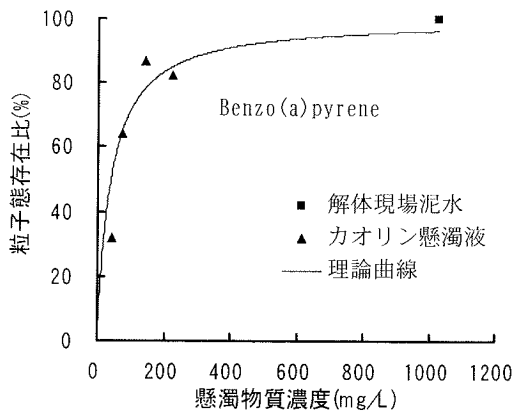


図-5 懸濁物質濃度の粒子態PAH類存在比への影響

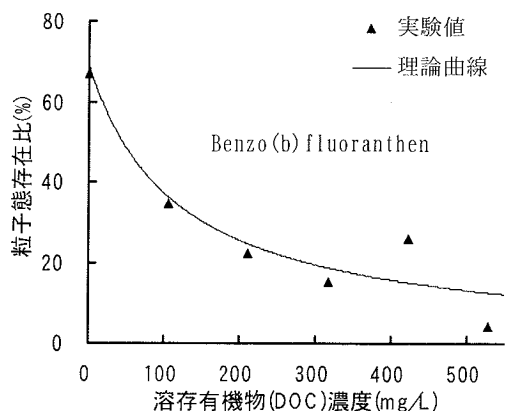


図-6 溶存有機物濃度とBenzo(b) fluoranthene粒子態存在比の関係

表-4 懸濁物に対するPAH類の執着係数の値

	$K_{SS}$
1,2-Benzanthracene	$1.49 \times 10^{-2}$
Chrysene	$1.37 \times 10^{-2}$
Benzo(b) fluoranthene	$2.94 \times 10^{-2}$
Benzo(a)pyrene	$2.53 \times 10^{-2}$
Benzo(k) fluoranthene	$3.00 \times 10^{-2}$

着した粒子吸着態として存在する割合が大きくなることを表す。また、ガラス繊維ろ紙によるろ過のろ液と比較して、凝集処理の上澄みの方がPAH濃度が低かった。これは、ガラス繊維ろ紙を通過できるPAH類の一部は、凝集によって除去可能であることを示しており、堤らのダイオキシンについての検討結果と一致している<sup>1)</sup>。

また、検出限界以下となったPAH類もいくつかあったことから、外部からPAH類標準液を今回の工事現場排水に添加して、同様にガラス繊維ろ紙によるろ過と凝集を試みた。結果を図-4に示すが、Naphthalene, Phenanthreneを除いて、LogKowが4付近で急速に立ち上がるカーブを描いており、図-3の試料に含まれていたPAH類についての結果と類似した結果が得られた。このことから、外部よりPAH類を添加する方法によっても、固液間のPAH類の分配特性はもともと排水に含まれていたPAH類と大きな差はなく、この方法によって、PAH類含有工事現場排水を模擬的に作成することが可能であると考えられる。

一方、ダイオキシン類の凝集による除去データを表-3に示す。本実験を行った時点での原水の

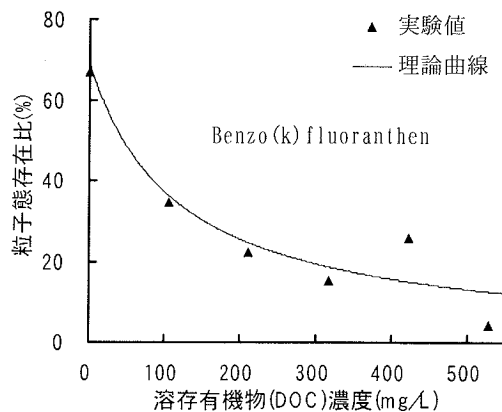


図-7 溶存有機物濃度とBenzo(k) fluoranthene粒子態存在比の関係

SS濃度は2,550mg/LでPAH類の実験を行ったときよりも3倍程度濃い排水についての実験となった。

表-3からわかるようにTeCBs, PeCBsおよびHxCBsは、凝集態存在率95%以下だがやや小さいが、それ以外のダイオキシン類は概ね96-97%が粒子の凝集を行えば分離可能であった。この原因としてPCBsが凝集しにくいという特性があるとも考えられるが、一方でこれらPCBsはLogKowが比較的小さく、LogKowが6程度では凝集で5%程度残留することは図-4のPAH類の結果とも一致する。凝集上澄みに含まれるダイオキシン類のTBQは22pg/L程度で1μm程度の分画でのろ過による除去率はさらに低いことが予想されることから、凝集のみあるいは分画1μm程度のろ過で排

表-5 Log  $K_{ow}$ とLog  $K_{oc}$ の比較

	Log $K_{ow}$	Log $K_{oc}$
Chrysene	3.43	5.58
Benzo(b)fluoranthene	4.43	6.33
Benzo(a)pyrene	4.21	5.71
Benzo(k)fluoranthene	4.32	5.87

水基準を達成することはできないと考えられる。

### (2) 懸濁物質濃度が多環芳香属炭化水素類 (PAHs) の固液分配特性に与える影響

本実験ではカオリン粘土の濃度の異なる4種類の懸濁液にPAH類を添加し、GFCフィルターによる分離をした。Benzo(a)pyreneの粒子態存在比とカオリン懸濁液濃度の関係を図-5に示した。懸濁粒子濃度が高いと粒子態存在比も高くなる結果になった。解体現場の排水(SS=1,040mg/L)におけるBenzo(a)pyreneについても同時にプロットしたが、今回の解体現場排水は、SS濃度が高濃度であるため、ほとんどが固液分離によって取り除くことが可能と考えられる。カオリン懸濁液に対する結果を式(1)で整理すると、図中に実線で示す理論曲線を描くことができ、大部分が粒子に吸着した状態で存在していたと考えることができる。Log $K_{ow}$ =6程度のBenzo(a)pyreneでは、SS濃度が400mg/L以上あれば、90%以上が粒子態で存在すると考えられる。Benzo(a)pyrene以外の物質についても収着係数を求めた結果を表-4に示す。表に挙げた以外の比較的親水性のPAH類については、粒子態に分配される割合が小さく、 $K_{oc}$ を求めることはできなかった。

### (3) 溶存性有機物濃度が多環芳香属炭化水素類 (PAHs) の固液分配特性に与える影響

カオリン懸濁液に浸出水(TOC=530(mg/l))の混入割合を変えることによって、溶存性有機物濃度を変化させ、GFCフィルターによる分離をした。その際のBenzo(k)fluoranthene、Benzo(a)pyreneの粒子態存在比と溶存性有機物濃度の関係を図-6および図-7に示す。TOC濃度が増加するにつれ粒子態存在比が下がった。このことはPAH類が浸出水に含まれる溶存性有機物(DOM)に吸着し、GFCフィルターを通過し、粒子態へ分配されるPAH類濃度が減少したためであると考えられる。図中の実線は、理論式(3)による解析結果を示したものである。この結果から有機物に対する各PAH類の収着係数を求めると表-5のようになる。Log $K_{oc}$ の値も比較のために表に加えた。

表-5からわかるようにLog $K_{ow}$ はLog $K_{oc}$ より2前後小

表-6 テスト機による処理水中のダイオキシン類濃度

化合物群名	膜ろ過水 (pg/L)	凝集沈殿水に対する膜ろ過水の除去率
TCDDs	2.2	99.2%
PCDDs	3.1	98.0%
HxCDDs	4.1	95.9%
HpCDDs	3.3	92.0%
OCDD	1.5	93.5%
TCDFs	4.1	99.0%
PCDFs	5.1	97.2%
HxCDFs	4.6	93.8%
HpCDFs	2.8	86.7%
OCDF	[0.8] *	85.1%
TeCBs	1.2	98.6%
PeCBs	1.1	99.7%
HxCBs	-	-
HpCB	-	-
TEQ	0.3	98.6%

\*定量限界以下であることを示す。

さくなるという結果を得た。このことから、PAH類は土壌中有機物に比べ、浸出水に含まれるような有機物には100分の1程度しか吸着しないことが推定される。

浸出水と解体工事現場排水では有機物の分子量分布が異なる等の理由で実際の解体工事排水のLog $K_{ow}$ が本研究とはことなる可能性がある。しかしながら、今回得られたLog $K_{ow}$ で判断する限り、焼却炉解体工事排水のようにTOCが10-20mg/Lのレベルでは、溶存性有機物の影響で有害物質が除去しにくくなる可能性は小さいことが予測される。

### (4) 膜分離を用いたテスト機によるダイオキシン類の阻止特性

膜分離を用いたテスト機による凝集、珪藻土ろ過、透析膜ろ過、活性炭カートリッジフィルターを経た処理水の分析結果を表-6に示す。凝集処理水に対してさらに85%以上の除去率が得られ、TEQ換算で0.3pg/Lと排水基準さらには環境基準以下にまで処理可能であることが示された。凝集処理水には、SSが32mg/Lほど含まれていたことから、固液分離の徹底による除去に加えて、透析膜による1 $\mu$ m以下のかなり小さい粒子までの除去効果、および活性炭によ

る吸着の効果であると考えられる。ダイオキシン類の塩素数ごとの特徴では、比較的LogKowの小さい水溶性のある化合物の方が、膜・活性炭でよく除去されていることがわかる。このことは、凝集による除去とは反対の結果であり、凝集と膜分離を組み合わせることにより互いの欠点を補うことのできる水質特性となる可能性を示しているが、微量分析のデータの解析のみからの推論であり、さらに、詳しい検討が必要であると考えている。

## 5. 結論

焼却炉解体工事現場などで生じる排水に含まれる有害物質の処理に膜分離技術を適用するために、排水に含まれる有害物質の固液分配特性を調べた。また、固液分離に影響を与える因子として、懸濁物濃度および溶存有機物濃度が重要であると考え、カオリンモデル溶液について、懸濁物濃度や溶存有機物の濃度がPAH類の溶存-粒子吸着態-有機物吸着態間の分配に与える影響を実験し、その平衡関係を数式で記述した。最後に膜分離テスト機を試作し湿式解体工事現場排水に対して適用し、ダイオキシン類の除去性能を調べた。得られた結論は以下のように整理される。

- 1) PAH類については、LogKowによって、固液間の分配が概ね関連付けられ、LogKowが3-4程度の比較的親水性のものは、過半が溶存態として存在し、一方Log Kowが6以上の疎水性のものほど粒子吸着態として存在していることがわかった。
- 2) ダイオキシン類とPAH類の固液間の分配特性は類似しており、LogKowが6付近のTeCBs, PeCBsの一部は、10%程度凝集で除去できない存在形態で存在するが、LogKowが7以上のその他のダイオキシン類は、95%以上が凝集によって、除去分離可能であることがわかった。しかしながら、凝集処理のみでは、解体工事現場排水を排水基準以下まで低減させることは難しいと考えられる。
- 3) 懸濁物質濃度が小さい場合や溶存有機物濃度が高い場合には、溶存態に分配されるPAH類が多く

なった。このことから、SS濃度が低い場合や溶存有機物濃度が高い場合には、固液分離のみで高い有害物質の除去を行うことは困難であり、活性炭処理の付加、あるいは、フミン質結合態の有害物質も除去できるような分画特性の膜の採用などが必要であると考えられる。しかし、TOCが20mg/L程度の焼却炉解体排水では、固液分離が溶存有機物の影響を受ける程度は小さいと考えられた。

- 4) 膜分離を用いたテスト機による凝集、珪藻土ろ過、透析膜ろ過を経た処理水の分析結果から、この装置によって、今回の湿式解体工事現場排水に含まれるダイオキシン類をTEQ換算で1pg/Lの環境基準以下にまで処理可能であることが示された。

謝辞：本研究のテスト機作成にあたり(株)日機装、東芝プラント建設(株)に協力いただいた。

## 参考文献

- 1) 堤かおり, 剣持由起夫, 有川彰浩, 府中裕一: 凝集沈殿処理におけるダイオキシン類の形態別除去特性, 水環境学会誌, 26, 5, 301-306, 2003.
- 2) 西島克久: ダイナミックろ過膜と限外ろ過膜を使用したダイオキシン除去, 膜, 28, 1, 41-43, 2003.
- 3) 山本裕史, 原田淳, 清水芳久, 松井三郎: 活性汚泥プロセスにおける微量有機汚染物質の挙動, 土木学会論文集, No.608/ VII-9, 1-12, 1998.
- 4) 金容珍, 大迫政浩: 溶存性フミン物質の共存下におけるPCDDs /DFsの水溶解度に関する考察, 廃棄物学会論文誌, 10, 4, 214-223, 1999.
- 5) <http://toxnet.nlm.nih.gov>からHSDBへアクセス
- 6) Mackay, D., Shiu, W.G., and Ma, K.C. Illustration handbook of physical - chemical properties and environmental fate for organic chemicals, Lewis publishers, volume II, Polynuclear aromatic hydrocarbon, polychlorinated Dioxins and Dibenzofurans, 1992.
- 7) Mackay, D., Shiu, W.G., and Ma, K.C.: Illustration handbook of physical - chemical properties and environmental fate for organic chemicals, Lewis publishers, volume I, Monoaromatic hydrocarbons, chlorobenzenes and PCBs, 1992.

(2003.10.14受付)

# DISTRIBUTION OF HAZARDOUS COMPOUNDS BETWEEN PARTICULATE PHASE AND DISSOLVED PHASE IN A SUSPENSION OF DE-CONSTRUCTION EFFLUENTS AND APPLICATION OF MEMBRANE SEPARATION TO THE TREATMENT OF THE SUSPENSION

Toshiyuki TANAKA, Taro URASE and Motoyuki ASADA

The distribution of hazardous compounds between particulate phase and dissolved phase in a suspension of a deconstruction effluent was investigated to apply membrane separation technology to the treatment of the suspension. The association of PAHs and dioxins to particulate matters was a function of LogKow. The effect of suspended solid concentration and dissolved organic concentration on the distribution was modeled and experimentally examined. A membrane separation system was designed and applied to the treatment of deconstruction effluent. The system showed an enough performance to keep the environmental standard of 1pg TEQ/l.