

<volume , page no.>

45, 387 - 391

<Section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English Title>

CATALYTIC DESTRUCTION OF PCDDs/DFs BY THE SCR UNITS

<Japanese Title>

選択的還元触媒分解装置によるダイオキシン類の分解について

<Authors>

Hyun Chul Cheoi , Cheon Gil Park , Hee Je Seung and Tae Young Oh

<Key Words>

SCR , Catalytic Destruction , Removal Efficiency , MSWI , PCDDs and PCDFs

<Japanese key words>

選択的還元触媒分解装置 , 触媒分解,除去効果、ごみ焼却施設、ポリ塩化ジベンゾ-パラジフィンとポリ塩化ジベンゾフラン

<Captions>

表1 ごみ焼却施設の特性, 焼却炉形式: ストーカー炉, 600t/d(300t/d×2)、排ガス制御装置: EP WS SCR、燃焼物質: 一般廃棄物, ダイオキシン類規制値: 0.1ng-TEQ/Nm³, 12%O₂,

図1 異なるSCR運転温度におけるダイオキシン類濃度と除去率 (A)ダイオキシン類除去率とSCR運転温度: 170 と320 , (B)入口と出口でのダイオキシン類異性体濃度, SCR運転温度:170 , (C)入口と出口でのダイオキシン類異性体濃度, SCR運転温度:320

<Summary>

韓国の焼却施設においてSCR(選択的還元触媒分解)装置の前後でのダイオキシン類除去率とSCR運転温度の影響について調査した。SCR装置の後ではダイオキシン類の濃度はもとのダイオキシン類濃度と比較して約10分の1に減少している。このダイオキシン類濃度の除去効果はほとんどSCR装置の運転温度とは無関係であり、同族体の除去パターンもまた170 と320 でほとんど同じであった。このSCR装置でダイオキシン類濃度は規制値0.1 ng-TEQ/Nm³に容易に適合することができ、ダイオキシン類を完全にH₂OとCO₂に分解するのでバグフィルター(BG)と比べても非常にクリーンである。

<Comments by Transrator>

著者らは、SCR装置の前後でのダイオキシン類除去率とSCR運転温度の影響について調査し、SCR運転温度とは無関係にダイオキシン類が分解除去されると言っている。そうであればダイオキシン類の再合成の心配のある300~500でも運転可能なので冷却に要する電気代の節約になり大変結構なことである。しかし、図1を見ると(A)では温度により異性体の除去率は異なっていると見られるし、(B)と(C)を見てもやはり温度の高い(C)の方がダイオキシン類濃度が一般に高いので一概に温度に関係なく除去できるとはいきれないと思う。

<Volume , page no.>

45, 392 - 395

<Section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English Title>

STUDY ON THE BIODEGRADATION OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS BY INDIGENOUS AEROBIC MICROORGANISMS IN TIAWAN

<Japanese Title>

台湾における好気性微生物によるPCBの生物分解についての研究

<Authors>

Fang-Cheng Chang , Jui-Hung Yen and Yei-Shung Wang

<Key Words>

biodegradation , aerobic microorganisms , PCB congeners , DT50 , bioremediation

<Japanese Key Words>

生物分解 , 好気性微生物 , PCB異性体 , 半減期 , 生物的環境修復

<Captions>

表1 PCB 12異性体のクロマトデータとDT50 , MS : 底質を標準添加したもの , MM : 底質無添加のもの , RT - HPLC : C18カラム付きHPLCによるPCB異性体の保持時間 , lnRRT : 2 - CBに対するPCB異性体の保持時間比の対数値

図1 Er-Jen川底質から採取した土着微生物によるPCB異性体の分解に関するDT50とRT - HPLC間の関係

図2 Er-Jen川底質から採取した土着微生物によるPCB異性体の分解に関するDT50とRRT間の関係

<Summary>

PCB (ポリクロロフェニール) は、209種の異性体が混合した化合物として環境に偏在する環境汚染物質としてよく知られている。PCBが好气的条件下で生物により酸化的に分解する可能性はあるが、生物酸化分解は一般的に5又はそれより少ない塩素化体について起こる。PCB異性体の中にはある固有の好気性微生物の分解特性に適しているものがあることを意味する広範囲の性質が見いだされた。この研究では2つの物理化学的性質について検討した。すなわち、分配係数とクロマトグラフのデータである。この研究では、PCB異性体のDT50値とRT - HPLC、lnRRTとの関係を調べた。その結果、好気性微生物の活性が落ちることとPCB異性体の分配係数との関係は、 $RT-HPLC = 0.9442 * DT50 + 3.3518$ ($R^2=0.926$)の相関式で表すことができ、好気性微生物の活性低下とPCB異性体のlnRRT値も $lnRRT = 0.064 * DT50 + 0.0893$ ($R^2=0.7909$)の相関式で表すことができることがわかった。微生物群のPCB異性体を分解する能力は、そのHPLCやGCの保持時間により予測できる。しかし、微生物群の活性低下は、明らかに種々の添加物により変化しており、このことからPCBの生物的浄化には適当な添加剤の選択が必須である。

<Comments by Translator>

筆者らは、好気性微生物によるPCB異性体の半減期とRT - HPLC、lnRRTとの関係を調べ、好気性生物微生物群のPCB異性体を分解する能力は、そのHPLCやGCの保持時間により予測できることを発見した。生物学的除去効率を保持時間等の物理化学的な項目と関連付けた発想には敬意を表したい。生物的处理には様々な妨害要因も多く、その状態を数値化するのは非常に難しいと思われるが、今後このようないろいろな分野の知見を関連づけて研究することの重要性を実感した。

<Volume , page no.>

45, 396 - 399

<Section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English Title>

DECHLORINATION OF 1-CHLOROOCCTADECANE , 9,10-DICHLOROSTEARIC ACID AND 12,14-DICHLORODEHYDROABIETIC ASID IN SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE

<Japanese Title>

超臨界二酸化炭素による 1 - クロロオクタデカン、9,10 - ジクロロステアリン酸、12,14 - ジクロロデヒドロアビエチン酸の脱塩素化

<Authors>

B.Aikawa , R.C.Burk , B.B.Sithole

<Key Words>

Pitch deposits , supercritical carbon dioxide , dechlorination

<Japanese Key Words>

タール堆積物 , 超臨界二酸化炭素 , 脱塩素化

<Captions>

図 1 超臨界CO₂中での脱塩素化及び抽出装置システム図

1 : CO₂ポンプ , 2 : イソプロパノールポンプ , 3 : イソプロパノール圧力弁 , 4 : イソプロパノール側六方弁 , 5 : 圧力弁 , 6 : 標準注入側六方弁 , 7 , 8 : 反応セルの入口と出口 , 9 : 反応セル , 10 : 磁石攪拌棒 , 11 : イソプロパノール添加 - 反応

図 2 超臨界CO₂中でのC18-CLの脱塩素化量に関するイソプロパノール濃度の影響(Pd/CL=100 , T=80 , P=100atm) , イソプロパノール分画 (V / V) , 脱塩素化率 (%)

図 3 超臨界CO₂ (80) でのC18-CL (○) , Stearic-CL2 () , DHA-CL2 () の脱塩素化量に関する圧力の影響 , 圧力(atm) , 脱塩素化率 (%)

表 1 C18-CLとStearic-CL2及び DHA-CL2 の熱力学 , 運動力学に関する数値

運動エネルギー : E_a (kJ/mol) , 1 気圧 , イソプロパノール中の放出エネルギー

H (kJ/mol) : エンタルピー , S (kJ/mol) : エントロピー

<Summary>

タール堆積物はパルプ及び製紙業界にとって常につきまとう問題である。これらの成分は脂肪酸や樹脂を含んでおり、これらはしばしば漂白過程で塩素化される。タール成分の複雑な性質は、GC分析でクロマトグラフ上の多数の不確定なピークから直接分析することを難しくしている。今回の研究の主な目的は、タール堆積物の塩素化過程でしばしば見られる9,10 - ジクロロステアリン酸(Stearic-CL2) , 12,14 - ジクロロデヒドロアビエチン酸(DHA-CL2)を用いて、タール堆積物の性質の確定と異性体数を削減し、除去を容易にすることである。超臨界水は、幅広く利用されており、抽出溶液だけでなく、反応媒体としても使われている。1 イソプロパノールの影響 : イソプロパノールは、水素供与体と周辺環境圧力媒体の役目をするが、超臨界CO₂のもとでは水素供与体としてのみ働く。2 圧力の影響 : 圧力増加はC18-CLの脱塩素化を遅らせ、特に高温では顕著である。完全な脱塩素化をするためには圧力を100気圧又はそれ以下にする必要がある。これとは反対に、Stearic-CL2とDHA-CL2の脱塩素化量は圧力変化に全然関係ない。3 Pd / CL比の影響 : 脱塩素化量はPd / CL比の増加に比例して増加する。4 温度及び反応活動エネルギーの影響 : 温度を上げると3化合物すべての脱塩素化量が増加する。臨界二酸化炭素下でC18-CLとStearic-CL2ともまた似たE_a値を持ち、一方、DHA-CL2の方のE_a値はずっと大きい。この違いを考えるとそれらの構造の違いによると思われる。5 放出エンタルピーと脱塩素化メカニズムの解明 : 反応に種々の触媒作用を及ぼす反応制限段階は反応物を吸着してしまう段階である。一つは表面での反応、もう一つは生成物からの放出である。

<Comments by Transrator>

筆者らは、タール堆積物の塩素化過程でしばしば見られる9,10 - ジクロロステアリン酸 (Stearic-CL2)、12,14 - ジクロロデヒドロアビエチン酸(DHA-CL2)を用いて、タール堆積物の性質の確定と異性体数削減し、最終的にはタール堆積物の除去を容易にすることを目的とし、超臨界CO₂中でのイソプロパノール、圧力、Pd / CL比等の影響及び反応メカニズムの解明を行った。今後、コスト面の問題はあがるが、ダイオキシン類やPCBの分解除去に超臨界水利用は有効であると思われる。

<Volume , page no.>

45,400-403

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

DESTRUCTION OF PCDD/Fs AND COPLANAR PCBs IN FLUE GAS FROM WASTE INCINERATION BY PHOTOCATALYST

<Japanese title>

光触媒を用いたごみ焼却炉煙道ガス中のダイオキシン類の分解

<authors>

Hiroshi Taoda, Atsuyoshi Okabe, Takeichi Kondo, Hiroyuki Tsuruda, Hiroshi Shimauchi, Kazuu Aizawa, Yasunobu Suzuki

<key words.>

TiO₂, photo catalyst, PCDD/Fs, Co-PCB, waste incinerator, flue gas

<Japanese key words.>

二酸化チタン, 光触媒, ジベンゾ-パラジリンとジベンゾフラン, コプラ-PCB, ごみ焼却施設, 煙道排ガス

<captions>

図1 光触媒反応装置図

表1 PCR入り口における煙道ガスのデータ

表2 PCDD/FsとCo-PCBの分析結果

図2 a PCDD/Fsの異性体パターン

図2 b Co-PCBの異性体パターン

図3 異性体毎の除去効率

<summary>

バグフィルターとチタン, バナジウムなどの金属触媒を組み合わせた手法はごみ焼却時のダイオキシン類除去にとって重要な手法である。これにより99%以上のダイオキシン類の除去が可能である。しかしながらバグフィルターで200℃, 触媒部分で230℃の温度の設定が必要である。そのため大規模な冷却塔と再加熱装置が必要である。さらに, 殆どの場合において効果的なダイオキシン類の除去のために活性炭が使用されていることから, イニシャルコスト, ランニングコストとも高くなってしまっている。日本において, 何万もの焼却施設で2002年12月1日から適正な管理が求められているが, 現在ほとんどの小規模焼却場において集塵機無しでの運転が行われている。従って日本のごみ焼却施設において安価なダイオキシン類除去手法の開発が望まれている。今回我々は, ダイオキシン類除去のための, 酸化チタンの光触媒とUVランプを組み合わせた光触媒反応装置(PCR)を開発した。この装置を木製廃材焼却排ガス中のダイオキシン類除去に適用した。ダイオキシンは300℃付近でもっとも生成する事が知られているが, 今回の結果からCo-PCBs濃度もダイオキシンと同じように271℃で最大になることがわかった。設定した条件におけるダイオキシン類の除去率は97%以上を保っていた。ダイオキシン類の同族体パターンは入り口と出口で類似しており, すべての異性体で96%以上の除去率が見られた。水蒸気と酸素の存在下で酸化チタン光触媒に紫外線を照射するとOHラジカルが生成する。これは強力な酸化力を持ち, 有機物はCO₂, H₂Oと無機物にまで分解される。さらに実験結果から酸化チタン光触媒がダイオキシン類の基本構造も分解しうるといえる。これまでの結果から, PCRが他のシステムと比べて高い除去効率を持ち, 簡便なシステムで安価なコストで運転できることがわかった。近い将来PCRシステムがごみ焼却炉におけるダイオキシン類除去システムの主流となるであろう。

<comments by translator>

極端な負荷変動が無く処理が行える条件では光触媒による分解は効果的であると考えられる。

本報によると触媒表面へのダイオキシンの吸着もわずかだということである。問題は大きな負荷変動があった場合に、どのような挙動を示すかと言う点とさらに長時間の操作を行ったときに触媒能が極端に落ちることがないかという点だと思われる。

<Volume , page no.>

45, 404-407

<Section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English Title>

REDUCTIVE DECHLORINATION OF POLYCHLORINATED DIOXINS BY ZEROVALENT IRON IN SUBCRITICAL WATER

<Japanese Title>

超臨界水中における金属鉄によるダイオキシン類脱塩素化による削減

<Authors>

Kluyev N.A. , Cheleptchikov A.A. , Brodsky E.S. , Soyfer V.S. , Gilinikov V.G. , Rudenko

<Key Words>

dechlorination , zerovalent iron , subcritical water , bioremediation , O C D D

<Japanese Key Words>

脱塩素化 , 金属鉄 , 超臨界水 , 生物環境修復 , 8 価のジベンゾーパラジオキシン

<Captions>

図 1 超臨界水実験装置図

表 1 超臨界水中の金属鉄による O C D D の分解脱塩素化結果

<Summary>

生物修復技術は、費用効果の最もよい技術の一つであるが、自然界のダイオキシンを効果的に分解する微生物はまだない。また、将来最も有望な技術の一つとして超臨界条件下での抽出がある。250 での有機汚染物質の溶解性は、4 ~ 5 桁も増加する。250 - 300 では、ある場合 PCDDs/PCDFs の熱水性分解が起こる。最近、超臨界水中で金属鉄が PCB を脱塩素化による削減ができることが報告された。今回の研究の目的は、採取した SiO₂、ポドソル土壌そして黒色土の土壌試料に O C D D を添加し、鉄粉を加え、超臨界水中で反応させ O C D D を分解脱塩素化する機構を解明することである。その結果、金属鉄は O C D D を徐々に脱塩素化分解していくことがわかった。塩素の脱離は 2378 位と 1469 位の両方で起き、この反応生成物は毒性のない異性体がほとんどであるが、全体の TEQ 値は増加している。夾雑物のない実験ではより高い効果を示しているが、しかしこの場合も TEQ 値は増加している。夾雑物存在下で O C D D の場合、質量の移動は見られるが反応率の低下が見られた。金属鉄は、250 の平衡圧力下での様々な夾雑物の中での O C D D を徐々に脱塩素化することがわかった。だが、夾雑物を含む超臨界水中では O C D D の脱塩素化により毒性のある 2378 - TCDD と 12378 - PCDD になるので、超臨界水による抽出法開発の際は考慮する必要がある。

<Comments by Translator>

筆者らは、超臨界水中では金属鉄は O C D D を徐々に脱塩素化分解していくことを確認した。塩素の脱離は 2378 位と 1469 位の両方で起き、この反応生成物は毒性のない異性体がほとんどであるが、全体の TEQ 値は増加している。また、夾雑物があると O C D D の脱塩素化物質が毒性のある異性体になってしまうことは問題である。

<Volume , page no.>

45, 408 - 411

<Section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English Title>

VENICE LAGOON : WORKS TO BE DONE REGARDING THE BED OF THE INDUSTRIAL BRENTELLA CANAL AND TO MAKE IT SAFE

<Japanese Title>

ベニス処理池：ブレンテラ工業運河の河床整備と安全化について

<Authors>

Giovanni Mazzacurati , Alberto Bernstein (1) , Pietro Paoli , Guido Zanovello (2)

<Key Words>

Venice Lagoon,remediate,Industrial Brentella Canal

<Japanese Key Words>

<Captions>

図1 ベニス処理池：ブレンテラ工業運河の風景写真

表1 泥層中の有機物質及び無機物質汚染濃度(mg/kg-ss,ug-TEQ/kg)

図2 運河区域の汚染物質の拡散可能性

<Summary>

ベニス処理池の環境を守るために行われた事業に、ブレンテラ工業運河に対して行われた化学的、物理的そして地質学的調査がある。この結果、ブレンテラ工業運河の河床に高濃度のダイオキシン類や有害重金属類が含まれている層があることがわかった。そこで、ベニス運河の総責任者は、この区域に詳しい専門家の協力を得て、ブレンテラ運河を整備し底床を安全にする環境修復事業を命じた。この事業は毒性の高い汚染物質の広がりを押さえ、周辺環境及び人間の生命に害を及ぼす原因を遠ざけることである。この事業は水を入れずに実施し、運河に関して連続した3つの地域を決定した。1つは作業中に泥の分析をする地域、除去が必要な非常に汚染された地域、そして特別な処理対策をすべき地域である。そして、汚染地域を特定し、周囲を強固なコンクリートの仕切板で覆いそして泥の安定化を図った。この結果、運河の河床と周辺水環境間の物質交換（溶出）は止まった。環境と両立できる条件が整い、周辺環境及び人間の生命に害を及ぼす原因を遠ざけることができた。

<Comments by Translator>

この発表は、筆者らが高濃度のダイオキシン類や有害重金属類が含まれている運河の河床の環境修復に対して行った化学的、物理的そして地質学的調査の内容と結果を報告したものである。イタリアと同様に汚染されている地域は日本にもいくらかでも存在するので、この報告はとても有用である。

<Volume , page no.>

45-412-414

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

OXIDATIVE-GEOCHEMICAL BARRIER AGAINST DIOXIN-POLLUTION AS GROUNDWATER REMEDIATION METHOD

<Japanese title>

地層酸化バリア(OGB)による地下水のダイオキシン汚染に対するレミディエーション手法

<authors>

Dmitry Kultin, Olga Lebedeva, Galina Vidovich, Yury Kultin, Andrey Rybalchenko

<key words>

oxidative-geochemical barrier, dioxin, remediation, groundwater-aquifer, eosin

<Japanese key words>

地層酸化バリア, ダイオキシン類, 環境修復, 地下水帯水層, エオシン

<captions>

表1 水和している3価の鉄によるダイオキシン模擬物質の酸化率 (1)高分散物質(2)市販の酸化物n水和物

<summary>

ダイオキシンは水への低い溶解度と(2-200ng/L)土壌への高い溶解度(土壌/水の分配係数が10の4乗)が知られている。地表から離れた地下水帯水層へのダイオキシンの移動についてはそれを運ぶ媒体(有機酸と溶媒, 油の流出, 最終処分場の浸出水及び処理水)の移動により説明される。高い移動性を持った地下水中のダイオキシンを対策では完全な分解だけでなく, 移動を阻止することと毒性を減らすことが必要である。地質環境的なダイオキシンの挙動を考えたときに, 最も簡単でかつ信頼できる方法はダイオキシンが存在する場所にOGBを作ることである。この酸化による方法は有毒な中間体も生成せず, 二酸化炭素や水など全く安全なものに変えることができる。

<comments by translator>

地下に浸透してしまった汚染物質を現場で酸化して処理する方法は多くのメリットがあり今後日本でも広く行われる手法になると思われる。地下の特定の位置に帯水層があり汚染物質の大部分がそこにとどまっているという条件が付くが, 有効な方法であると考えられる。

<Volume page no.>

45,415-418

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

PCDD/F REMOVAL IN WET SCRUBBING WATER BY THE COMBINATION OF POWDERED ACTIVATED CARBON AND CERAMIC FILTRATION

<Japanese title>

活性炭粉末とセラミックフィルターの組み合わせによる洗浄水からのダイオキシンの除去<

authors>

Hiroshi Miyata, Daisuke Iizuka, Hisashi Tanabe, Toshihito Uchida, Yoshio Yagi, Nobuo Takeda

<key words>

PCDD/F, solid waste incinerator, wet scrubbing water, powdered activated carbon, ceramic filtration, heavy metals

<Japanese key words>

ダイオキシン, 焼却施設, 洗浄水, 活性炭粉末, セラミックフィルター, 重金属類

<captions>

図1 PCDD/F除去システム図

表1 PACとセラミックフィルターの組み合わせによるPCDD/Fの除去結果

図2 処理前と後の同族体分布パターン

図3 処理前と後の重金属の挙動

<summary>

日本では水の環境基準を1pgTEQ/Lに定め、焼却施設からの排水基準も10pgTEQ/Lに定められた。日本において一般廃棄物の焼却施設が酸の除去に湿式洗浄装置を使用しており、その洗浄水には塩類や塵の他に水銀などの有害な重金属も含まれている。洗浄水に含まれているダイオキシンの含有濃度についての報告は数少ないが、深刻な汚染となりうる高濃度のダイオキシンが含まれている。従ってダイオキシンの排出を防ぐため湿式洗浄装置への対策が必要である。活性炭は高いダイオキシン除去効果をもち、多くの焼却施設において煙道ガスからの除去に用いられ、排水についても適応が可能である。本研究は粉末活性炭(PAC)とセラミックフィルターの組み合わせによる排水中のダイオキシン除去について行ったものである。湿式洗浄装置排水中のダイオキシン濃度は69.35pgTEQ/lであり、また粒子状のダイオキシンが99%以上を占めていた。このことから大部分のダイオキシンが塵の様な懸濁物質中に含まれていた。PACによる処理とセラミックフィルターによるろ過によって溶解性のダイオキシンは0.35~0pgTEQ/lに削減された。PACは溶解性のダイオキシンを完全に除去することができ、粒子状のダイオキシンも99.99%削減できた。孔径0.05マイクロメートルのセラミックフィルターが粒子状ダイオキシンの除去をしていると考えられる。水からのダイオキシンと水銀の除去に対してPACとセラミックフィルターを組み合わせがもっとも効果的であることが分かった。湿式洗浄装置排水中の有害物質は反応装置中のPACに濃縮される事になる。この濃縮された有害物の処理方法が今後の課題である。

<comments by translator>

本報では活性炭とセラミックフィルターを組み合わせた高度な処理例を報告している。今回の結果からダイオキシン類をはじめとする有害有機物と水銀等の重金属がきわめて良好に除去されている。しかし、実際の現場に導入するにはコストの他に一度使用した装置の再生方法や処理方法など多くの課題が残っていると思われる。

<Volume page no.>

45,419-422

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

CATALYTIC DESTRUCTION OF PCDD/F: LABORATORY TEST AND PERFORMANCE IN A MEDICAL WASTE INCINERATOR

<Japanese title>

触媒によるダイオキシンの分解：実験室におけるテストと医療廃棄物焼却炉への適用

<authors>

Zhengtian Xu, Keith Fritsky, John Graham, Barry Dellinger

<key words>

PCDD/F, selective catalytic reduction, medical waste incinerator, V2O5, TiO2

<Japanese key words>

ダイオキシン，選択的還元触媒，医療廃棄物焼却施設，五酸化バナジウム，二酸化チタン

<captions>

図1 異なる触媒反応装置と移動システムを備えたデイトナ大学(UDRI)の熱化学分解装置(ATPRS)の装置全体図

図2 Phoenix Service 医療廃棄物焼却施設（立ち上げと終了時に天然ガスを使用する）図3 処理前後におけるPCDD/Fの固体中と気体中の合計量 図4触媒フィルター使用時の総PCDD/F発生量の合計

<summary>

ダイオキシン削減に活性炭が一般的に用いられているが根本的な削減にはならない。よりよい方法は酸化もしくは還元触媒を利用した分解である。窒素酸化物対策に用いられている選択的還元触媒(SCR)ハニカムシステムがダイオキシンにも適用されている。しかしながら、高い初期及びランニングコストが活性炭の普及を遅らせている。最近高効率でダイオキシンの分解ができ、さらに排ガス中の塵をメンブランフィルターで除去できるREMEDIA酸化還元触媒フィルターシステムが市販化された。このシステムは欧州、日本、米国の広範囲で5年間のテストが行われた。この結果ダイオキシンの高い除去効果と容易なメンテナンス性と長い寿命が得られた。これはもっとも安価なダイオキシン排出対策である。

本報はダイオキシンモデル物質に粉末触媒を用いた実験室での結果と、フェニックスサービスのボルチモアにある医療系廃棄物の焼却施設の実証試験結果を報告する。実験室で用いたREMEDIA酸化還元触媒フィルターは酸化バナジウムと酸化チタンよりなる。触媒粉末を使用した実験室の結果と実証試験のどちらもREMEDIA触媒システムの非常に高いダイオキシン除去効果が示された。触媒によりダイオキシンが無害な二酸化炭素と水に分解される。フィルターの使用はとて効果がありもっとも厳しい排出基準の0.1ngTEQ/m³Nの達成も可能である。このシステムは長い期間失活することなく高い効果を発揮することができる。99%以上のダイオキシンと99.95%の粉塵を除去できるこのシステムは医療系及び一般廃棄物の排出抑制にもっとも効果的である。

<comments by translator>

粒子状物質に含まれている低濃度なダイオキシンを分解する方法として触媒型フィルターは有効である。今後は広い濃度範囲に適用可能な装置の開発などが望まれる。

<Volume page no.>

45,423-426

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

Solvent-washing of dioxin-contaminated soil and ultraviolet treatment of the extracted dioxin

<Japanese title>

ダイオキシン汚染土壌の溶媒洗浄と抽出されたダイオキシンの紫外線処理について

<authors>

Kunichika Nakamiya, Kazuei Ishii, Koudai Yoshizaki and Tohru Furuichi

<key word>

dioxins, solvent-washing, ultraviolet treatment, agitation time, degradation

<Japanese key word>

ダイオキシン, 溶媒洗浄, 紫外線処理, 攪拌時間, 分解

<summary>

ダイオキシンは、最も有害な人工の化学物質である。特に日本において、ダイオキシンに汚染された場所が、8000 pg/lを超える汚染が焼却施設の場所で見受けられることである。汚染土壌は、環境からの汚染レベルを減少させるまで、又は手段の改良によって処理されるまで、蓄積し、あつめられる。

今の分析の基本は、汚染の合計が増大がしている(???)。従って、ダイオキシン処理手段の改良は、必要です。物理化学的処理手段は、大きなエネルギーと特別な施設構成を必要とし、巨額を投じることがダイオキシン汚染の大きな浄化を早く効果的に行うことになる。

溶媒抽出が、ダイオキシン汚染土壌を浄化するための費やされてしまう。この抽出は、どんな時にも特別な抽出機が必要で、ソックスレー抽出機で、有害な溶媒であるトルエンと、一度に数グラムの土壌を使う。加えて、抽出作業を行うのに16時間を要する。

それは、汚染土壌からいくつかのハロゲン物質を抽出するの試みるためである。アミドなどは、環境回復を意図してペンタクロロフェノールを抽出溶媒にエタノールを使う。加えて、Ri et al.は、汚染土壌からジベンゾフランを抽出するにはいくつかの機能を持った溶媒が試されている。しかしそれは、95%のジベンゾフランを抽出するために24時間を要する。しかしながら、我々の知識ではそれらは以前のレポートで溶媒洗浄がダイオキシン浄化に使われていない。

紫外線照射は、溶媒に溶けたダイオキシンを浄化するための手段として最も使われてきたものの一つである。それらは現実に廃棄物浸出水のダイオキシン汚染の浄化の過程で大きなスケールで使われている。加えて、Horiiらは、ダイオキシンを効果的に分解するために紫外線照射と水酸基ラジカルを組み合わせている。

この報告で我々は、現在の汚染土壌から抽出されたダイオキシンを紫外線照射によって溶媒から浄化と分解をすることを記述する。

薬品と行程

使用物質

PCDD/PCDF STANDARD MIXTURE EDF-4931 (ケンブリッジアイソトープラボラトリー) は、ダイオキシンを計量のため(計量証明付きを?)使った。その他実験に使われた薬品は、総て化学グレードであった。

装置

Fig.1に、ダイオキシン抽出の為の土壤攪拌機と十分な紫外線照射器を表示した。

土壤

土壤は日本の大阪の能勢町の清掃組合周辺から採取された現実に汚染された土壤サンプルである。能勢からの汚染サンプルは、我々の研究所の公式データで概ね1万ピコグラムTEQ/Gのダイオキシンが見つかっている。その土壤は600度で加熱することで20%の減量がなされた。抽出実験に使う前に、その土壤は乾燥し2mm格子で切り纏めて標準化した。土壤前処理として、抽出前に乾燥機にかけた。

準備と分析過程

抽出後、土壤の一部はソックスレーと溶媒で抽出し、手順は50mlトルエンと無水硫酸ナトリウムで抽出し、トルエンで溶解させて硫酸洗浄し、3gのシリカゲルでクロマトに掛けた。ダイオキシンは150mlのヘキサンで抽出し、100 μ lに濃縮した。これらの行為は100%近いスパイクダイオキシンを回収させる。

100 μ lから1 μ l出して、GC-MSで測定した。

結果と討論

ダイオキシン汚染土壤の溶媒洗浄

抽出実験は、最良の状態を決定するため10分間室温で実行する。土壤の溶解割合は、溶解したダイオキシンの溶けた量を基本に10%とする。A3.6g土壤サンプルは、40mlのスクリュウキャップテフロンチューブに加えられた(ダイオキシンが吸着するのを防ぐ)。次に、36mlの溶媒を、チューブに入れた。チューブの中で混ぜられて、RT-50 (TAITEC, Co.Ltd.Japan)で27rpmで攪拌された。この手順でエタノールから土壤が分離され、チューブは日立のRC21 (HITACHI, Co.jp.Japan)で3,000rpm 18°C (室温)で遠心された。その結果透明になったその相は注がれ、量を調整された。回数割合は、立てかけて注がれた液体から、土壤中のダイオキシンが集約された残存溶媒が決定された。テストした基本的な有機溶媒は、エタノール、メタノール、そしてアセトンで、配慮すべき事は抽出率をほぼ同じに(約40%)させることである。我々は能率的な抽出溶媒を選べなかったが、しかし、エタノールはこれらの溶媒の中で毒性が最も低く、それが土壤汚染洗浄溶媒として最も相応しいものとして選んだ。

攪拌時間と溶出温度は、予測された。抽出は、能率的なのは1分程度での残存レベルで、そして減少していく。総ダイオキシンの量からより36%の抽出率で達成できる。攪拌時間は1分と決定し、そして室温(20°C)からエタノールの沸点(78.3°C)を終点として可変させ、総量76%のダイオキシンが沸点のエタノールに抽出された。沸点のエタノールで1分の抽出を行うと、76%近いダイオキシンが汚染土壤から抽出される。

たとえ溶出温度が78.6°Cで大きなエネルギーを使ったようでも、それは現実には物理的な土壤温度と比較して完全に低いため、それを使うには流体と800°Cを超えて実行される加熱温度が不足する。加えるに、エタノールを蒸留して回収して再利用する時、沸騰は抽出後にし、そして濃縮は焼却浄化を高温で行うか又は他の物理化学的浄化手段により少量のカーボンダイオキシンの量を減らす事が出来る。エタノールの沸騰はエネルギーを使い尽くす過程や技術的な過程がない。我々はこれらから、抽出温度を78.3°Cに確定した

実用段階では、乾燥したダイオキシン土壤は、抽出過程が最も時間とエネルギーを消費する一つである。我々は汚染された土壤から抽出されたダイオキシンがエタノールの中の水の割合での影響を見積もることを試みる。水の割合は0~40%に変動させ、そして抽出率は20%の水の加減より見いだす。10%より水が少なければ、抽出率は減少した。これらの結果は、ダイオキシンが2,3,7,8TCDDの毒性換算量を基本に量られた時と同じだけ残存する。これらの結果は

ダイオキシン抽出率は、汚染土壤の水が抽出によって浄化される時に増大することを表す。さらに見積もると汚染土壤の含水量は、エタノールは、水とエタノールが20：80の割合で隠されて汚染土壤に加えられており、殆ど総てのダイオキシンはこの手順で汚染土壤からエタノールに抽出されるので、乾燥過程はこの手順では必要がないことが示される。

Fig. 2 は最前の抽出状態の元の能勢の土壤のダイオキシンの量的減少を表す。1分では、TEQは環境基準以下で、現在の一般的な日本の環境よりも減少する。

Fig.2 最善の溶媒で洗浄された汚染土壤のダイオキシンの減少

紫外線浄化によるダイオキシン汚染の低下

ダイオキシンの温度観測 (radation?) のための紫外線浄化は、たくさんの良好な調査結果があり、必要な器具は幾つものメーカーから購入することが出来る。我々は稀に使われる高圧水銀ランプで汚染土壤から抽出したダイオキシンを減成させることを試みた。

低圧水銀ランプは、狭い範囲の波長を発し、多くの調査結果で使われてきた。高圧水銀ランプは広い波長領域を持つ。このタイプのランプからの照射の応答で、ダイオキシンは長時間ハロゲン化しない事によって劣化させられると思われる (データ表記無し)。始めてから60分近い段階で、ハロゲン化しない4価ダイオキシンが蓄積し始める。そしてこれらのダイオキシンは一層劣化する。その結果毒性はこの手法の60分後には現実には生成される。そして我々は光照射時間を90分と決めることに疑問の余地がなかった。

400ng/ml (エタノール溶媒) 近い抽出されたダイオキシンが、1L中から埋立式ゴミ廃棄場とから流出し共役され、90分で作用が認められた(???)。テーブル1は減成した結果を表している。ブランクサンプル(0分)と比較すると、TCDDとTCDFは50%生成し、その意味することは、非ハロゲン化製品は、4塩化ダイオキシンを蓄積する。それはもしかすると、土壤からダイオキシンを抽出し、ダイオキシンの減成と共にたくさんの物質の妨害がある総てのこれらの結果から、紫外線浄化をするときは、特にこれらの高圧水銀ランプを必要とする事を予測させ、我々は注意深く汚染土壤の毒性増大に注意すべきである。

謝辞

我々は、日本の省庁や保健所や福利団体にお手伝いして貰った。我々は慈恵医科大学の杉サダヨリ博士、神奈川県立環境研究所のソウダ 伊才博士に感謝する。クボタ株式会社の加野トオ氏、ト・ワ化学のゴダ ヒロ博士に感謝する。

<Volume page no.>

45,427-430

<section>

EMISSION CONTROL,AVATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

DIOXIN DESTRUCTION EFFICENCY OF CATALYTIC FILTERS-EVALUATION IN LABORATORY AND COMPARISION TO FIELD OPERATION

<Japanese title>

触媒フィルターのダイオキシン分解効率 - 実験の評価及び野外試験との比較

<authors>

Rorand Weber,Marc Plinke,and Zhengtian Xu

<Key Words>

catalytic filter system, dioxin destruction, dioxin/furan reduction, removal efficiency, destyuction efficiency

<Japanese Key Words>

触媒フィルターシステム, ダイオキシン分解, ダイオキシン/フラン分解, 除去効率, 分解効率

<captions>

図1 未使用触媒フェルトのラボテストと都市ごみ焼却炉実装触媒の除去効率 (RE)

図2 200 で触媒フェルト上に吸着したPCDDとPCDFの回収率

図3 MWIs使用後触媒フェルトの実験室とフィールドにおける除去効率の比較及び焼却 炉以外のプラントで特殊条件下で

使用された触媒フェルトの除去効率と実験室で一週 間テストした効率の比較 MWIs = new municipal waste incinerators

<summary>

ダイオキシン / フラン分解・除去用のREMEDIATION D/F 触媒フィルターシステム (W.L.Gore& Associates, Inc.) の有効性について述べた。

未使用のフィルターを200 のステンレス製反応器で室内試験した結果、4 から 8 塩素置換体のダイオキシン (PCDD) 及びフラン (PCDF)

の全除去効率は99%以上で、TEQ換算では平均99.6%であった。低塩素置換体ほど除去効率が高く、また、PCDDの除去効率はPCDFより高い。

触媒フェルトの分析結果からPCDD/Fは殆ど分解されていた。この他、プラントで使用された後のフィルターについても試験。

<comments by transrator.>

本報は触媒フィルターを室内試験する方法を開発し、焼却場等プラントの実装事例と比較することが目的とされている。

試験は温度及び通過速度をプラントと一致させた条件でおこなわれ、REMEDIATION D/F触媒フィルターは100,000ng/Nm³以上のの入り口濃度

に対し99%以上の効率を示し、フィルター上のPCDD/Fは殆ど分解されていることが示されている。使用後のフィルタ - の試験で除去効率が

低い事例が示されているがafter poisoning in the fieldと記載されているのみであり、本フィルターシステムがどのような条件には適合

しないのか記述されていないのは残念である。

<section>

45,431-434

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

EFFECT OF SELECTED METAL OXIDES ON DECHLORINATION AND DESTRUCTION OF PCDD AND PCDF

<Japanese title>

金属酸化物によるダイオキシンの脱塩素と分解効果について。

<authors>

R. Weber, K. Nagai, H. Shiraishi, M. Ishida, T. Takasuga, K. Konndo, M. Hiraoka

<key words>

fly ash, dechlorination, hydrogenation, copper compounds, PCDD AND PCDF, metal oxide

<Japanese key words>

飛灰, 脱塩素化, 水素化, 銅化合物, ダイオキシン, 金属酸化物

<captions>

表1 脱酸素雰囲気で260℃,30分の条件で銅化合物5%加えたときのモデル飛灰(けい素,2%グラファイト)中OCDD 50ngの

脱塩素化

表2 脱酸素雰囲気で260℃,30分の条件で金属酸化物(5%水酸化カルシウムは10%)を加えたときとblank対象としてけ

い素とグラファイトを使用したときのモデル飛灰(けい素,2%グラファイト)中OCDD 50ngの脱塩素化

表3 脱酸素雰囲気で260℃,30分の条件で金属酸化物(5%水酸化カルシウムは10%)を加えたときとblank対象としてけ

い素とグラファイトを使用したときのモデル飛灰(けい素,2%グラファイト)中OCDF 50ngの脱塩素化

表4 脱酸素雰囲気で340℃,30分の条件で金属酸化物(5%水酸化カルシウムは10%)を加えたときとblank対象としてけ

い素とグラファイトを使用したときのモデル飛灰(けい素,2%グラファイト)中OCDF 100ngの脱塩素化

<summary>

酸素の存在下では200℃以上の温度でごみ焼却飛灰によるダイオキシンの新規合成が促進される。しかし,同じ温度範囲で

飛灰が塩素系芳香族の脱塩素及び水素付加を促進することも報告されている。金属,金属酸化物のうち脱塩素及び水素付加

の能力を示したのは銅,白金,ロジウムだけであるが,銅の化合物は飛灰中に100~5000ppm含まれる微量成分であり,飛灰

中に他の金属酸化物を選択して入れることでより高い脱塩素と分解能力が期待できる。モデル飛灰(MFA)はけい素に2%wtの

グラファイトと5%wtの目的金属(水酸化カルシウムは10%wt)を加えて作成した。銅の化合物は銅,酸化銅,水酸化銅を,

他の元素については飛灰の溶融課程での主成分である金属酸化物(酸化鉄,酸化亜鉛,酸化鉛,酸化すず,水酸化カルシウ

ム)を選択した。モデル飛灰を用いた実験で銅の化合物は260℃での実験で高い脱塩素化能力

を示した。酸化銅が銅や水酸化銅に比べて高い分解能力を示した。実験を行った化合物中では酸化鉄と酸化すすがもっとも高い脱塩素能力を示し、平均塩素数は7.5～7.7だった。OCDFはOCDDと比較して全ての場合において多く脱塩素化した。特にOCDFの1,9位は熱力学的に不安定なためOCDDの同じ位置より早く水素化される。化学反応においてはダイオキシンの骨格を形成する炭素の酸化数が塩素の水素への置換により変化する。

<comments by translator>

ダイオキシンの合成の際にも金属元素の存在により同族体のパターンが変化するという報告があり、金属元素の触媒作用を解明しダイオキシンの排出量を減らすという取り組みは意義がある。著者らは微量に含まれる元素の反応への関与を示唆しているが、果たしてppmオーダーの成分が反応に関与するのかという点の解明が必要である。

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

拡散の調整

<English title>

PCDD/F Diffusion Velocities in Polypropylene

<Japanese title>

ダイオキシンの、ポリプロピレンでの拡散速度

<authors>

S.Kreisz, H.Hunsinger, H.Seifert

<key words.>

PCDD/F, PP, Polypropylene, degrees of chlorination

<captions>

<main>

イントロダクション

近年 Forschungszentrum カールスルーエは、温度によって再生利用できる PCDD / F 除去システムを開発して、そのパイロットプラントでシステムの実証稼働させた。このシステムは低い温度（～80°C）において PCDD / F を吸収し、そして 130°C においては PCDD / F を分離する。この吸収分離過程は、ダイオキシンの拡散速度が PP の温度の違いで決定されることにより、高度に制御される。

実験

PCDD / F サンプリングと分析のためのサンプル準備は、ヨーロッパのガイドライン EN 1948 のとおりに行われた。すべて同種の PCDD / F は、Promochem (Wesel, ドイツ) から取得した。異なった直径 (PP 01: 1-1.4 ミリメートル, PP 02: 2-2.8 ミリメートル, PP 03: 4-5 ミリメートル) を持っている顆粒 (NOVOLEN N 1100, BASF) が同質的に積み込まれた球形の PP はひとつの PCDD / F の量を定義した。

実験のセットアップは Fig. 1 に概略的に示される。PCDD / F - 装填されている PP 顆粒のそれぞれの 1 つのレイヤがオープンで並列にマウントされたガラスチューブに置かれた。ガラスチューブは規定された温度を部屋雰囲気によって渡された。吸収時間は 1 時間であった。吸収ガスは採取され、分析された。実験は、65°C, 80°C, 130°C で行われた。

結果

a) 130°C における PP での PCDD / F の拡散速度

PCDD / F が集中し、吸収されたガスから、PP にダイオキシンが集中することが知られているが、その同属別の吸収度は、3 つの違った粒子の大きさ毎に計算された。

式: $\text{desorption rate} = c/c_0 * 100\% \text{ per hour}$

Table 1: 130°C における PCDD / F の吸収レート (% per hour)

PP片の直径の増加と共に吸収度が減少することは、明白である。

これらの減少度から、ダイオキシンの拡散速度は、固定された拡散仮定に基づいて計算させると、それらは 実験時間中PPの中に集約されたPCDD / Fは、交換されないと考えて良い。

表2で1種類であるのと類似の計算による拡散速度を表示した。

Table 2:130° Cにおける1種類である場合に類似したPCDD / Fの拡散速度(μm / h)

PP顆粒を3段階に分けることによって計算された拡散速度誤差は測定限界以下になる。

b)PPでのPCDD / Fの拡散速度の温度依存

65° Cと80で行った実験結果は、130° Cにおいての結果に類似して計算された。同じくここで、顆粒の可変的な大きさから得られた結果は、良く一致した。

温度による拡散速度を比較し、数学的に異なった三つの大きさの顆粒で得られた。

表3で、平均拡散速度は、3つの温度の類属によって記載される。

PCDD / F 拡散速度の強い温度依存が、総ての温度の塩素処理に重要なことは注目すべき事柄である。

Table3:PPでのPCDD / F 拡散速度の温度依存 (dimension:μ m / h)

結論

PPでのPCDD / F 拡散は強く温度と塩素処理の度合い両方に依存していることがわかった。これは専門的な過程に対する次の効果を持つ

- ・PCDD / Fが吸収されたPPの完全な再生(顆粒サイズ4 - 5ミリメートル)のためには、塩素処理してあるPCDD / Fの特別な非常に低い拡散速度のための長い一定の時期を要する。
- ・より小さい直径を持っているPP顆粒(~の1ミリメートル)の使用が専門的なプロセスでいっそう速い再生をもたらすであろう。

<comments by transrator>

PPによるPCDD / Fの吸収分離を温度により制御して、ダイオキシンを除去するシステムが開発されている。ダイオキシン類の脱着が温度制御のみで行えるため、PPが再利用でき、効率と安全性がより向上すれば素晴らしく、注目すべき技術である。しかし、この際におけるPPの劣化はどのようなであろうか。疑問である。劣化した場合焼却すれば良いのであろうがそれでは活性炭と同じであり、プラスチックを焼却することにも抵抗が在ろう。

<main(English)>

Introduction

In recent years Forschungszentrum Karlsruhe developed a thermally regenerable PCDD/F removal system and demonstrated the operability of the system in a pilot plant. This system is based on the property of polypropylene(pp) of absorbing PCDD/F at low temperatures(~ 80° C) and releasing the absorbed PCDD/F at temperatures of ~ 130° C.This absorption/desorption process is highly controlled by the diffusion velocity of PCDD/F were determined in PP at different temperature.

Experimental

PCDD/F sampling and sample preparation for analysis were conducted in accordance with the European guideline EN 1948 3. All PCDD/F congeners used were obtained from Promochem(Wesel,Germany). Nearly spherical PP granules(NOVOLEN N 1100,BASF) with different diameters (PP01:1-1.4mm,PP02:2-2.8mm,PP03:4-5mm) were loaded homogeneously with defined amounts of the single PCDD/F.

The setup of the experiment is shown schematically for Fig.1. One layer of each of the PCDD/F-loaded PP granules was placed in a glass tube which was mounted in parallel in an oven.The glass tubes were passed by room air at a defined temperature.The desorption time was 1 hour.The desorption gas was sampled and analyzed. The experiment was carried out at temperatures of 65° C,80° C,and 130° C.

Fig. 1

Results

a)Diffusion Velocities of PCDD/F in PP at 130° C

From the PCDD/F concentration in the desorption gas and the known PCDD/F concentration in PP,the desorption rates of the individual congeners were calculated for the three different grain size: $\text{desorption rate} = \frac{c}{c_0} \cdot 100\%$ per hour

(c =PCDD/F loading of the desorption gas , c_0 =PCDD/F loading of the PP)

In Table 1 the percentage of desorption/hour of each congener is listed:

Table 1:Desorption rate'(% per hour)of PCDD/F at 130° C

The decrease of the desorption rate with increasing diameter of the PP particles is evident.

From these desorption rate the diffusion velocities of the PCDD/F were calculated based on the assumption of a stationary diffusion ,i.e.there is no change of the PCDD/F concentration in PP during the experimental time.

In Table 2 the calculated diffusion velocities of the single congeners are listed.

Table 2:Diffusion velocity($\mu\text{m/h}$) of single PCDD/F congeners at 130° C

For the three variably grained PP granules,the calculated diffusion velocities agree well within the limits of measurement accuracy.The decrease in the diffusion velocity with increasing degree of chlorination is clearly visible.

b)Temperature Dependence of Diffusion Velocities of PCDD/F in PP

The result of the experiments performed at 65° C and 80° C were computed in analogy to the results at 130° C.Also here,the results obtained for the variable sized granules are in good agreement.

To compare the temperature of the diffusion velocities, the arithmetic mean was taken from the values obtained for the three different grain sizes.

In Table 3 the mean diffusion velocities are listed for the individual congeners at the three temperatures.

A strong temperature dependence of the PCDD/F diffusion velocities must be noted for all degrees of chlorination.

Table3: Temperature dependence of the PCDD/F diffusion velocities in PP
(dimension: $\mu\text{ m/h}$)

Conclusions

PCDD/F diffusion in PP was found to be strongly dependent on both the temperature and the degree of chlorination. This has the following effects on the technical process:

- Complete regeneration of PCDD/F loaded PP (grain size 4-5mm) takes a long period of time due to the very low diffusion velocities in particular of the highly chlorinated PCDD/F.
- Use of PP granules with a smaller diameter ($\sim 1\text{ mm}$) would result in a more rapid regeneration in the technical process.

<section>

45,438-441

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

MECHANISM OF OXIDATION OF FURANS AND DIOXINS

<Japanese title>

フラン類とダイオキシン類の酸化機構

<authors>

Ralf WORNER, Phillipe RAMBAUD, Francois BARONNET and Paul-Marie MARQUAIRE

<Keywords>

Frans and Dioxins, oxidation, dibenzofuran

<Japanese Key words>

フラン類とダイオキシン類, 酸化, ジベンゾフラン

<captions>

図1, 図2 残留時間(250-900ms)と出口濃度(umol/L)との関係

<summary>

焼却時と近い条件においてジベンゾフランに対し実験を行ったところ、酸素2.1%条件では完全に分解せず、

中間生成物が生じた。1次生成物は、ジベンゾフラノール(DBF-OH)とアセチルベンゾフラン(BF-C2H)である。

この酸化反応には2つの並行した反応があり、低温部及び高温部での反応である(Fig)。この場合デノボ合成が

起こるので、完全な分解が必要になる。

<comments by translator>

焼却によるダイオキシン類の分解は酸化反応による中間体の生成であるため、デノボ合成を防ぐためには、

より分解が進む条件を作る必要がある。

<section>

45,441B-444

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

DEGRADATION OF DIBENZO-P-DIOXIN WITH FUNGAL MANGANESE PEROXIDASE IN THE PRESENCE OF UNSATURATED FATTY ACID

<Japanese title>

不飽和脂肪酸存在下での菌性マンガンペルオキシダーゼによるジベンゾ-p-ジオキシンの分解

<authors>

Koichi HARAZONO, Yosio WATANABE, Takema FUKATSU and Ryuichiro KURANE

<key words>

dibenzo-p-dioxin(DD), degradation, fungal manganese peroxidase(MnP), fatty acid, white rot fungi

<Japanese key words>

ジベンゾ-p-ジオキシン, 分解, 菌性マンガンペルオキシダーゼ(MnP), 脂肪酸, 白色腐朽菌

<captions>

表1 各条件下でのMnPシステムによるDDの減少

表2 各脂肪酸の存在下でのMnPシステムによるDDの処理

図1 MnPシステムによるDDの処理におけるリノール酸の影響

図2 MnPシステムによるDDの処理におけるMn()の影響

<summary>

菌性酵素法による分解は芳香族などに有効であるが、MnP(Manganese Peroxide)はフェノール類に特異的に分解能を持つ。

MnPシステムによるDDの分解は、リノール酸(2mM)のような不飽和脂肪酸中のさまざまな条件下で起こり、H₂O₂生産酵素

系で8.7%分解する。DDの分解にリノール酸濃度は影響しない。Mn()濃度もDDの分解に影響しない。7種の不飽和脂肪酸中

でのDD分解について試験したところ、高級脂肪酸の方がより良くDDを分解した。DHAは24時間で40%のDDを分解した。MnPは

不飽和脂肪酸のMnによるペルオキシデーションを触媒する。白色腐朽菌と高級不飽和脂肪酸生産生物の共存下では、MnPシ

ステムによるダイオキシン類の生分解が起こっている可能性がある。

<comments by translator>

マンガンペルオキシダーゼによるダイオキシン類の分解は、条件を整えることにより環境負荷を小さく汚染土壌を浄化でき

る可能性がある。

<Volume page no.>

45,445-448

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

SLURRY WET SCRUBBING: AN EFFECTIVE OPTION FOR SIMULTANEOUS PCDD/F, Hg AND ACIDIC GASES REMOVAL

<Japanese title>

スラリー湿式スクラバー：PCDD/F、水銀及び酸性ガスの同時除去のための効果的装置

<authors>

A. Bassetti, A. Bennardo, M. Bodini, M. Donega, E. Gambarotta, C. Maretto, R. Migilo, F. Podenzani, W. Tirlor G. Voto

<Key Words>

slurry wet scrubbing, waste incineration plants, contaminants abatement

<Japanese Key Words>

スラリー湿式スクラバー、ごみ焼却施設、汚染物質除去

<captions>

図1

図2 要求排出量0.1ng TEQ/Nm³を可能とする最大ダスト排出濃度

図中直線は発生源（火葬場 焼却炉 金属プラント）を区分し、破線は個々のプラントを区分

図3 7つのプラントにおける生ガスとクリーン（浄化）ガス中のダイオキシン濃度

<summary>

<comments by translator.>

<Japanese title>

湿式スクラバー処理のスラリー；PCDD/F及び水銀と酸性ガスの同時除去のための効果的オプション。

<authors>

<captions>

1. イントロダクション

廃棄物焼却プラントの能力を転用して、送気管排ガスを処理して排除することは、環境に最大限留意するために必ず頻繁にそのプロセスを改良すべきである。このフィールドの研究の努力は、洗練された、そして分析的なサンプリングが目的を達して、そしてゼロ排出の目標を保証するために、装置をモニターするという状態で、いっそう効率的な、そして信頼性が高いシステムを開発することである。

この機構で、従来の大気汚染コントロール技術は、これまでのところ開発された特定の種類の汚染物質軽減にだけ適している。それ故、すべての汚染物質を取り去って、そして最も高い全体的な効率に達するために、一連の異なった装置そして/あるいは段階を予知することは必要である。この論文は我々が広く酸性の排気縮小のために汚染コントロール装置として、そして一般に

望ましい方法として用いられた湿式スクラッパ（WS）で有機的な微少汚染除去機能性を紹介することについての目的に関してした実験的な活動を記述する。従来の2段階のWSユニットがそれぞれHCl 5とSO₂ 20 mg / Nm³、そしてHg 0.01ミリグラムを確かに濃縮集中できる、しかし、入口の流れのがPCDD / Fを濃縮させない。更に調査は、スラリー溶媒がスラリーであるWSユニットの進展であるスラリーWetスクラッパ（SWS）1-3の設計基準に集中された。スラリーは、基本的に水に固体が懸濁し少々集中した物である。

SWSは、現在除去すべき、酸性のガス（HCl、ソックス、HF...）、重金属（Hg、Cd...）と有機的な微少汚染（PCDD/F,PCB...）のために有望な選択である。

WSの異なった形状が特許に記載され、そして現在の最先端（そんな実例のため、板型円柱ものが、Venturiあるいは渦巻きスクラッパだったり、泡円柱だったり、ジェットループ相互作用だったり水煙塔だったりした実例がある。）で知られている、しかし極めて少数のものが、前述の特定の応用のために手間が居る。上乘せられて除去されたダイオキシンの量を算定することは、構造上不変ではない組成のガスからの妨害や装置の設計要因によって、大変な負担を生む結果となり、困難である。

2.材料と方法

スラリー湿式スクラッパの形状によるダイオキシン除去効率は、Bolzano-ItalyのMSW焼却炉煙道ガスを通過する流れの作用によって

いくつかの測定をすることによって算定された。いくつかの煙道ガスとスラリー接触形態が、事前の技術的な査定から選択された。その選択は、腐食や汚れを最小限にすし、資金と最小な維持費によって容易な規模と効果を要因に導かれ、影響を与えられた。加えるに、ガス / 液体接触の目的がガス液体中間期領域の1式当たりの量を最大にすることであると考えることによって、最も高い中間期領域（ジェットループ作用）を供給する形状は選ばれて、その関係が証明された。実験的な装置組み込み：煙道管のガス / スラリーと接続された装置（ガラス製）、煙道管ガス抽出のための送風ファン（fan）、必要な時液体循環を中断するためのポンプ、スラリーの温度制御のための冷却水の熱交換、表示のための補助装置、実行条件制御、温度、圧力、ガスとスラリーの流量、pH、流速安定化。2台の煙道管ガス採取輸送体（水素化珪素ガラスプローブ）が、接触装置の出入り口にある。実験的な手続きは次の通りであった：実験中の条件（温度、ガス流量、スラリーの除去又は流量、スラリーのpHを一定に保つ、など）が適切な状態にシステムをするために一定化させるべきであると考えられた；その後接続装置出入口において同時のサンプリングが始められた。PCDD / F分析がEN 1984年の方法に従って実行された。17の有毒な異性体の分析がHRGC - HRMSで行われた。特定のガスサンプリングに、Hgと酸が見いだされた。集められたHgと陰イオン（亜硫酸塩、硫酸塩、塩化物、フッ化物...）の結果は、それぞれ電位滴定とイオン交換クロマトグラフによって、再利用されている液体中で発見された。

新鮮で排出された（中空？）活性炭サンプルが、粒度分配の評価のためにレーザー分散回折と透過顕微鏡によって、そして重金属、特に水銀の飽和レベルの確定のために、特に蛍光X線によって分析された。セメントを基材にした不活性テストでは、飛灰とスクラッパから洩れた高活性な活性炭の含有残余している上で行われた。機会化学的浸出テストは、廃水が無害になるかあるいは化学物質の追加適量について確かめるために実行された。数学的なモデルが流動的な力学と大量の輸送効果を記述するために使われた。モデルパラメータは選択された条件を拡張して、そして、それらの性能を最適化するために適当な条件を得るための実験的なデータに合わせられた。1つの形状（ジェットループ作用）のために、計算の流動的な力学（CFD）シミュレーションが、オイラー / オイラー多相のアプローチを使って、システムの複雑な流動的な力学を記述させられた。シミュレーション範囲が排出装置と管から成り立つ、そして主な範囲は管（fig. 2）の中に泡ベッド長さとお泡柱の性格付けであった。

3. 結論と論議

実験的な装置入口の流れが $1 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ の下にそして限界 $0.2 - 0.5 \text{ ngTEQ} / \text{Nm}^3$ で満足している PCDD / F によって完全に特別な問題によって特徴づけられる。それ以上の詳細が PCDD / F が主にガス段階にあることを示す、ただ 15% より低い分数が特別な問題に関連づけられる。HCl の平均の集約と SO_x はそれぞれおよそ 500 と $40 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ である、Hg 集中が 0.03 から $0.03 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ まで非常に高い変動を示す。SWS が、それが PCDD / F 除去に使われるとき、

一方、水銀と酸性ガスでユニット容量が軽減されて使用量が縮減せず、良くなりさえする事は、強調さるべき事柄である。ダイオキシン撤去効率が形状と採用された実行中の条件両方に依存する。

まず第一に我々は、スラリー除去するの上限効率の概念を実証するためにジェットループ作用を持つ一連のテスト（低いガス / スラリー比率に取り組んでいる泡円柱容器で排出装置をガス散水装置として用いている）をした。この装置は、中間期のガス / 液体が、装置に接触する範囲内で最も高い特性（亜硫酸ガス反応によって測定された $500 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ 未満の）を明らかにした。異なった温度レベルにおいてされたテスト結果が、活性炭含有量（表面積？）、固体微片寸法とガス・スラリー比率が数学的なモデルが示す事を実証した。さらに、高感度分析で、変数基準と運転条件を変える（fig. 1）間のシステムの仮想効率のについて調査された。基準除去許容量と、実験的証明は、吸入された排出ダイオキシンを、水銀と塩化水素をそれぞれ 0.001 と $1 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ 以下にすると共に、 $0.005 \text{ ng} / \text{TEQ} / \text{Nm}^3$ (除去率 99%) 以下に減らすことが出来る。

他の実験形状は、噴霧塔型スラリー噴霧器としての 1 つの排出装置) とスラリー泡沫塔型であった。それぞれの SWS 形状が利点と特定の限界を示す、しかし一般的な主制御変数の効果は、同じである。ダイオキシン除去レベルが、温度や微片直径や高度な L / G 作動の低下により、活性炭の目標集中使用量を最小とし、95% 以上に達することができる。非常に高い流速（表層ガス速度 $1 - 2 \text{ m} / \text{sec}$ ）で仕事をするときさえ、我々は出口のガス流あるいは浮揚する固体中に炭素微片の何らかの移動を観察しなかった。

非常に徹底的な条件（スラリー循環の上昇流速）で使われた後でも、活性炭はそれら固有の特性を維持した。顕微鏡は循環している液体の高い塩分の結果としてそして固体の上に吸収された有機的な、そして無機化合物の内容によって予想される固化現象を証拠づけなかった。浄化排水からの残さの塵と固形物の不活性化 / 安定化のテストについて、活性炭の上昇量に加えられ、化学、そして機械の安定させられた固体の廃水の生成物の論述をするために研究の下にある。（XRF によって）使い尽くされた活性炭試料の基礎の分析がいくつかの重金属が有機体の微少汚染と共に吸収されたことを明らかにした、これは円柱に送られなくてはならない水処理を軽くする。硫黄を付加された洗浄液の分子硫黄によって得られた分子（例えばコマーシャル TMT - 15、thiourea）が、重い金属の化合物を安定させた。湿式洗浄で除去された主な揮発しやすい金属の水銀とカドミウムは、このように同時に金属硫酸塩として沈殿し、活性炭に吸着された。それでそれらはほとんど完全に SWS の排出流から排除される。

1. 結論

既存の経験則から、SWS が適切なスラリースクラッパードesignが応用される限り、ダイオキシン縮小のために効率的な選択であると思われる、そして、PCDD / F や重金属や酸性ガスの放出を制御することになれていこう。

それ故それは、乾燥活性炭素注入あるいは触媒変換のような、他のダイオキシン撤去技術を代わりの解明する事を考慮することを意味する。SWS システムは同じく Hg 除去に重要な改良を与える。Dioxin outlet loading is reduced below $0.005 \text{ ngTEQ} / \text{Nm}^3$, with Hg a HCl below

residual level in water is below 0.01ppm without any other additional treatment.
ダイオキシンの出入りは、他に処理を行わなくても水中の水銀と塩化水素の残余レベルが
0.01ppm以下に減少すると共に0.005ngTEQ / Nm³以下に減らされる。

5.謝辞：活性炭供給に対しPICAに感謝する。

6.Reference

- 1.It.PatApplication MI99A00610
- 2.It.PatApplication MI2000A000407
- 3.It.PatApplication MI2000A000408
- 4.G.Ondrey,C.BUrcher:Chem.Eng,Aug.1999 pag.43
- 5.WO 92/19364
- 6.WO 97/49487
- 7.H.Ruegg,A.sigg:Chemosphere,Vol.25,N° 1-2,(1992)pp.143-148
- 8.Organohalogen Compounds Vol.40(1999),441-444
- 9.R.Migilio et al...Organohalogen Compounds Vol.40(1999),445-448
- 10.M.Giugliano et.al:Organohalogen Compounds Vol.40(1999),473-476
- 11.K.R.Westerterp et al.Chem.Eng.Sci.(1963),Vol.18pp.157-176

<main>

1.Introduction

Prevention,control and abatement capability of flue gas treatments at Waste Introduction plants for Energy conversion should necessarily undergo a process of continual improvement in order to meet the requirements of the Environment utmost respect.

防止、制御と送気管ガス治療の軽減能力が浪費イントロダクションプラントにおいてエネルギー変換のために必ず Environment 最大の点の必要条件を満たすための頻繁な改良点のプロセスを経験するべきである。

The efforts of the research in this field are to develop more efficient and reliable systems,together with sophisticated sampling and analytical monitoring devices, in order to achieve and guarantee the target of Zero emission.

このフィールドの研究の努力は、洗練された、そして分析的なサンプリングが目的を達して、そしてゼロ放射の目標を保証するために、装置をモニターするという状態で、いっそう効率的な、そして信頼性が高いシステムを開発することである。

In this framework,conventional air pollution control technologies,developed so far,are suitable only for specific kind of contaminants abatement.

この機構で、従来の大気汚染コントロール技術は、これまでのところ開発されて、汚染物質軽減の特定の種類のみにだけ適している。

Hence,in order to remove all the contaminants and reach

the highest overall efficiency, it is necessary to foresee a series of different device and/or stages.

それ故、すべての汚染物質を取り去って、そして最も高い全体的な効率に達するために、一連の異なった装置そして / あるいは段階を予知することは必要である。

This paper describes the experimental and modelling activities we have done with the aim of introducing organic microcontaminants removal functionality in a Wet Scrubber (WS), widely used as pollution control equipment and generally as the preferred way for acidic emissions reduction.

このペーパーは我々が広く酸性の排気縮小のために汚染コントロール装置として、そして一般に望ましい方法として用いられたぬれたスクラッパ (WS) で有機的な microcontaminants 撤去機能性を紹介することについての目的に関してした実験的な、そしてモデルをしている活動を記述する。

A conventional two-staged WS unit can reliably reach outlet concentration for HCl and SO₂ of 5 and 20 mg/Nm³ respectively and 0.01 mg/Nm³ for Hg but dose not reduce PCDD/F concentration of the inlet stream.

従来の two-staged WS ユニットがそれぞれ HCl と 5 と 20 ミリグラム / Nm³ の SO₂ のために確かにコンセント集中に達することができる、そして Hg のための 0.01 ミリグラム / Nm³ しかしドーゾが入口の流れの PCDD / F 集中を減らさない。

Furthermore investigations have been focused on design criteria of a Slurry Wet Scrubber (SWS) 1-3, which is an evolution of a WS unit where the scrubbing liquor is a slurry.

さらに調査がこすって洗っている酒がスラリーである WS ユニットの進展であるスラリー Wet スクラッパ (SWS) 1-3 のデザイン基準に集中された。

The slurry is basically a low concentrated homogeneous suspension of lipofilic solids in water.

スラリーは水で基本的に lipofilic 固形食の低い集中した同種の停止である。

The SWS is a promising option for the contemporary removal of acidic gases (HCl, SO_x, HF...), heavy metals (Hg, Cd...) and organic microcontaminants (PCDD/F, PCB...).

SWS は酸性のガス (HCl、ソックス、HF . . .)、重い金属 (Hg、Cd . . .) と有機的な microcontaminants の現代の撤去のために有望な選択である (PCDD/F, PCB...) 。

Different configurations of WS are filed in patents and are known in the current state of the art (such for instance plate type columns, Venturi or Vortex scrubbers, bubble columns, jet-loop reactors and spraying towers) but very few are those employed for the aforementioned specific application.

WS の異なったコンフィギュレーションが特許でファイルされて、そして現在の最先端 (そんなものが例えばタイプコラム、Venturi あるいは Vortex スクラッパ、泡コラムにめっきをして、原子炉とタワーにスプレーをかけることをジェット機 - 輪にする) で知られている、しかし極めて少数しか前述の特定のアプリケーションのために雇用される人たちではない。

Dioxin removal levels in addition are often difficult to be assessed, because performances are the result of superimposition of equipment design factors effects, constructive material interferences (memory effects) and non stationary flue gas compositions.

公演が装置デザイン要因効果の素晴らしい無理強いの結果であるから、追加のダイオキシン撤去レベルがしばしば算定されるために、困難である、動かない送気管ではなく、建設的な物質的な特許権争い (記憶効果) が合成物をガス処理する。

2. Materials and Methods

材料と方法

SWS configuration effects on the PCDD/F removal performances were assessed by making several measurements with a bench scale unit installed and operated on a bypass stream of the flue gas cleaning system of the MSW Incineration Plant in Blanzo-Italy.

取り付けられて、そして作用された裁判官スケールユニットといくつかの測定をすることによって、PCDD / F 撤去公演に対する SWS コンフィギュレーション効果が算定された 送気管のパスストリームによって Blanzo - イタリアで MSW 焼却プラントのシステムをきれいにしてむだ話をする。

Some flue gas/slurry contacting configurations have been selected as a result of a preliminary technological assessment; the choice has been guided and influenced by factors as easiness of scaling up and operation, erosion and fouling minimisation, capital operating and maintenance costs reduction.

若干の送気管ガス / スラリーと連絡を取ることで形状が事前の技術的な査定の結果として選ばれた、上がっているそしてオペレーション、侵食の、と、首都を営んでいる最小化とメンテナンスを汚している大きさを調整することの気楽さが縮小の費用がかかる(とき・から・につれて・ように)、選択はファクターによって指導されて、そして影響を与えられた。

In addition, by considering that the purpose of gas/liquid contactors is to maximise the gas-liquid interphase area per unit volume, the configuration that provides the highest interphase area (jet-loop reactor) was selected and proven as a reference.

加えるに、ガス / 液体 contactors の目的がガス液体中間期エリアの 1 式当たりのポリュームを最大にすることであると思うことによって、最も高い中間期エリア(ジェット機ループ原子炉)を供給する形状は選ばれて、そしてリファレンスとして証明された。

The experimental unit includes: a flue gas/slurry contacting device (glass made), a fan for flue gas extraction, a pump for scrubbing liquor circulation when necessary, a slurry/cool a water heat exchanger for temperature control and auxiliary devices for indication and control of operative conditions, such as temperature, pressure, gas and slurry flow rates, pH, make up and purge flow rate.

実験的なコースが含む: 送気管のガス / スラリーと連絡を取っている装置(作られたガラス)、送気管ガス抽出のための楽しみ、必要であるとき、酒循環を取り消すためのポンプ、1つの温度制御のための水熱交換器1つのスラリー / 冷気と施行中の条件の表示と制御のための、温度のような補助員装置、圧力、ガスとスラリー流れレート、pH、が上がっているそしてページの流れレートを作る。

Two flue gas sampling trains (silanised glass probes) were located at the inlet and outlet of the contacting device.

2 台の送気管ガスサンプリング列車 (silanised なガラス探索機) が入江と連絡を取ることで装置の出口において見つけられた。

Experimental procedure was as follows: operative conditions (temperature, gas flow rate, scrubbing slurry hold up or flow rate, pH slurry concentration, and so on) were held constant to properly condition the system; afterward simultaneous samplings were started at the inlet and outlet of the contacting device.

実験的な手続きが次の通りであった: 施行中の条件(温度、ガス流れレート、をこすって洗っているスラリーつかみアップあるいは流れレート、pHスラリー集中、など)が適切にシステム

を左右するために不変であると考えられた；その後入江において同時のサンプリングが始められた、そして出口は連絡を取ることに装置についてである。

PCDD/F analysis were carried out according to EN 1984 method.

PCDD / F 分析が EN 1984 年の方法に従って実行された。

Analysis of the 17 toxic isomers were performed with HRGC-HRMS.

17 の有毒な isomers の分析が HRGC - HRMS で行われた。

Specific samplings of gas were taken for Hg and acidic gases analysis.

ガスの特定のサンプリングが Hg と痛烈なガス分析だと思込まれた。

For a correct balance Hg and anions (sulphite,sulphate,chloride,fluoride...) were analysed in the recycling liquor too,by potentiometric titration and ion exchange cromatography respectively. 正しいバランス Hg と anions のために (sulphite 、 硫酸塩、 塩化物、 フッ化物 . . .) がそれぞれ potentiometric 滴定とイオン交換 cromatography によって、同じくリサイクルしている酒で、分析された。

Fresh and exhausted activated carbon sample were characterised by laser scattering diffraction and transmission microscopy for the evaluation of granulometry distribution and by X-Ray Fluorescence(XRF) analysis for determination of the saturation level with heavy metal,especially Hg.

新鮮な、そして疲れ切った活性化された炭素サンプルが granulometry 分配の評価のためにレーザーをまき散らしている回折と伝達 microscopy によってそして飽和レベルの決意のために重金属で、特に X - レイ蛍光発光 (XRF) 分析によって描写された Hg. 。

Tests of inertization with a cement based mixture were performed on flyash and residues from scrubber blowdown in the presence of elevated activated carbon content.

セメントによって基礎を置かれた混合を持っている inertization のテストが高質な活性化された炭素含有量の面前でスクラッパー blowdown から flyash と残余の上に行われた。

Mechanical and chemical leaching tests were executed in order to verify the conversion of the effluents to harmless matter or eventually to correct doses of additional chemicals.

機械の、そして化学物質をこし取っているテストが無害な問題への廃水の変換を確かめることか、あるいは結局は追加の化学物質のドーズを修正するために実行された。

Mathematical models have been implemented in order to describe fluid dynamics and mass transport effects.

数学的なモデルが流動的な力学と大量の輸送効果を記述するために実行された。 The

model parameters were fitted to experimental data in order to obtain a suitable tool to scale up the selected configurations and optimise their performances.

モデルパラメータは選択された形状を拡大して、そして (彼・それ) らの公演を最適化するために適当な道具を得るための実験的なデータに合わせられた。

For one configuration(jet loop reactor),Computational Fluid Dynamics (CFD)simulations have been made to describe the complex fluid dynamics of the system,using an Eulerian/Eulerian multiphase approach.

1つのコンフィギュレーション (ジェット機ループ原子炉) のために、計算の流動的な力学 (CFD) シミュレーションが、 Eulerian / Eulerian 多相のアプローチを使って、システムの複雑な流動的な力学を記述させられた。 Simulations domain

consists of the ejector and the vessel and the main scope was the characterisation of bubble bed length and bubble hold-up into the vessel(fig.2).

シミュレーションドメインが排出装置と船から成り立つ、そして主な範囲は船 (fig. 2) の中に泡ベッド長さとお泡停滞の性格付けであった。

3.Result and Discussion

Experimental unit inlet stream is characterised by a total particulate matter below 1mg/Nm³ and by a PCDD/F content in the range 0.2-0.5ngTEQ/Nm³.

実験的なユニット入口の流れが 1 mg / Nm³ の下にそして限界 0.2 - 0.5 ngTEQ / Nm³ で満足している PCDD / F によって完全な particulate 問題によって特徴づけられる。

Further detail show that PCDD/F are mainly in the gas phase,only a fraction lower than 15% is associated to the particulate matter. それ以上の詳細が PCDD / F が主にガス段階にあることを示す、ただ 15%より低い分数が particulate 問題に関連づけられる。

Average concentrations of HCl and SO_x are around 500 and 40mg/Nm³ respectively,Hg concentration shows very high fluctuations from 0.03 to 0.03mg/ Nm³.

HCl の平均の集結とソックスはそれぞれおよそ 500 と 40 mg / Nm³ である、Hg 集中が 0.03 から 0.03 mg / Nm³ まで非常に高い変動を示す。

It should be underlined that when the SWS is used it shows PCDD/F removal functionality meanwhile it dose not reduce but even improves,the acidic gas and Hg abatement capacity of the unit.

SWS が使われるとき、それが一方 PCDD / F 撤去機能性にそれを見せることは下線を引かれるべきである ドーズが縮小しない、しかし互角である 良くなる、酸性のガスとユニットの Hg 軽減容量 。

Dioxin removal efficiency depends on both the configurations and adopted operative conditions.

ダイオキシン撤去効率が形状と採用された施行中の条件両方に依存する。

First of all we made a series of tests with a jet-loop reactor (using an ejector as gas distributor in a bubble column vessel working at low gas/slurry ratio)for a proof of concept and in order to verify the upper limiting performances of a slurry scrubbing.

まず第一に我々は概念の、そして順調な校正刷りがこすって洗ってスラリーの上級の制限するパフォーマンスを確かめるためにジェット機ループを持っている一連のテストを (排出装置を低いガス / スラリー比率に取り組んでいる泡コラム船の中のガスのディストリビュータとして用いている) 原子炉にした。

This devise is characterised by the highest (500m²/m³ measured by the sulphite reaction) gas/liquid interphase area among the contacting devise.

これ 考案する ガス / 液体中間期エリアが連絡を取るこの間で考案する最も高い (人・もの) (sulphite 反応によって測定された 500 m² / m³) によって描写される 。

Result of tests done at different temperature levels,activated carbon content,solid particles dimensions and gas/slurry ratios validated the mathematical model.

異なった温度レベルにおいてされた、テストの結果が微片堅実な内容が大きさを計測する炭素

を活性化した、そしてガス / スラリー比率が数学的なモデルを実証した。

Furthermore, a sensitivity analysis has been made to check the simulated performances of the system while changing model parameters and operating conditions (fig. 1). According to modelling results and experimental evidences dioxin outlet loading can be reduced even below 0.005 ngTEQ/Nm^3 (removal > 99%), with Hg and HCl below 0.001 and 1 mg/Nm^3 respectively.

さらに、敏感さ分析がシステムの仮定の遂行がモデルパラメータを変えることと、モデリング結果に .According する、そして実験的に条件 (fig. 1) を操作することがダイオキシン濃度荷積みを証拠づける間に、それぞれ 0.001 と 1 mg / Nm^3 の下に Hg と HCl と一緒に、減少した安定した大気 $0.005 \text{ ngTEQ / Nm}^3$ (除去 > 99%) であり得ることを調べさせられた。

Other experimented configurations were the spraying tower (one ejector as slurry sprayer) and the slurry bubble column.

形状がそうであった Other が実験した スプレーをかけることタワー (スラリースプレーとしての 1 つの排出装置) とスラリー泡コラム 。

For comparison we have also verified the performances of a conventional plate type scrubber, operated with slurry of activated carbon. 比較のために我々は同じく従来のプレートタイプスクラッパの遂行を確かめて、活性化された炭素のスラリーで営業した。

Each SWS configuration shows advantages and specific limitations, but more in general the effect of the main operative parameters are the same.

それぞれの SWS 形状が利点と特定の限界を示す、しかしいっそう将官、本管の効果、での施行中のパラメータは同じである。

Dioxin removal level can reach over 95%, dosing a minimum target concentration of activated carbon, reducing temperature and particles diameter and working with elevated L/G ratios.

ダイオキシン除去レベルが、活性化された炭素の最小目標集結を服用させて、温度と微片直径を減らして、そして高価な L / G 比率でうまく行って、95% 以上に達することができる。

We did not observe either transport of carbon particles in the outlet gaseous stream or solids flotation, even when working with very high flow rate ($1-2 \text{ m/sec}$ as superficial gas velocities).

Activated carbon samples, after being used in very drastic conditions (elevated flow rate of slurry circulation) maintained their original properties. 非常に徹底的な条件 (スラリー循環の高価な流れレート) で使われることが (彼・それ) らのオリジナルの特性を維持した後、炭素サンプルを活性化した。

Microscopy did not evidence agglomeration phenomena, expected as a consequence of the high salinity of the circulating liquor and by the content of organic and inorganic compounds absorbed on the solids.

Microscopy は循環している酒の高い塩分の結果としてそして固形食の上に吸収された有機的な、そして無機化合物の内容によって予想される固まり現象を証拠づけなかった。

Test of inertization/stabilization of dusts and solid residues from the waste water treatment, to which elevated quantity of activated carbon were added, are under study in order to give formulations for production of chemical and mechanical stabilised solid effluents.

inertization / 安定化についてテストをする について すす払いをするそして、活性化さ

れた炭素の高尚な量が加えられた浪費水待遇からの固体の残余が化学、そして機械の安定させられた固体の廃水の生産のために論述をするために研究の下にある。

Elementary analysis (by XRF) of exhausted activated carbon samples revealed that several heavy metals have been absorbed together with organic microcontaminants, this lightens the waste water treatment to which the column purge must be sent.

(XRF によって) 使い尽くされた活性化された炭素サンプルの基礎の分析がいくつかの重い金属が有機体の microcontaminants と共に吸収されたことを明らかにした、これはコラム浄正が送られなくてはならない浪費水待遇を軽くする。

Addition of sulphur derived molecules (for instance commercial TMT-15, thiourea) to the scrubbing liquor produces stabilised compounds of the heavy metals.

硫黄によって得られた分子 (例えばコマーシャル TMT - 15、 thiourea) の付加が酒が引き起こすこすって洗うことに重い金属の化合物を安定させた。

Hg and Cd, the principal volatile metals removed in the wet treatment are in this way simultaneously precipitated as sulphates and absorbed on activated carbon, so they are almost completely removed from the purge stream of the SWS.

4. Conclusions

Operative experience shows that SWS system, as long as proper slurry scrubber design is applied, may be considered an effective option for dioxin reduction and it may also be used to contemporary control PCDD/F, heavy metals and acidic gases emissions. Hence it represents an alternative solution respect to other dioxin removal technologies, such as dry active carbon injection or catalytic convertors. The SWS system gives significant improvements in Hg reduction too. Dioxin outlet loading is reduced below 0.005 ng TEQ/Nm³, with Hg a HCl below residual level in water is below 0.01 ppm without any other additional treatment.

5. Acknowledgement: authors thank PICA for providing activated carbon samples.

6. Reference

1. It. Pat Application MI99A00610
2. It. Pat Application MI2000A000407
3. It. Pat Application MI2000A000408
4. G. Ondrey, C. Burcher: Chem. Eng, Aug. 1999 pag. 43
5. WO 92/19364
6. WO 97/49487
7. H. Ruegg, A. Sigg: Chemosphere, Vol. 25, N° 1-2, (1992) pp. 143-148
8. Organohalogen Compounds Vol. 40 (1999), 441-444
9. R. Migilio et al... Organohalogen Compounds Vol. 40 (1999), 445-448
10. M. Giugliano et al: Organohalogen Compounds Vol. 40 (1999), 473-476
11. K. R. Westerterp et al. Chem. Eng. Sci. (1963), Vol. 18 pp. 157-176

<Volume page no.>

45,449-451

<section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

DEGRADATION OF DIOXIN BY FOUR BACTERIA AND THEIR CHARACTERISTICS

<Japanese title>

4種のバクテリアによるダイオキシンの分解とその特徴

<authors>

Ikuo SOUDA, Tohru FURUICHI, Kazuei ISHII, Kunitika NAKAMIYA

<key words>

Dioxin, degradation, Bacteria

<Japanese key words>

ダイオキシン, 分解, バクテリア

<captions>

表1 DBD, DBF, 1塩化DBDの分解(%)

表2 4株種によるKC-400(10,100ppm)の分解率

表3 4株種により分解される飛灰中のPCBとダイオキシン類の分解率

<summary>

既知のPCB分解バクテリア、田圃、納豆、ダイオキシン汚染土から抽出した4種のバクテリアの

ダイオキシン類の分解を検討した。SF-2001はKC-400及び飛灰中のPCBとダイオキシン類に90%以上

の高い分解率を示した。

<comments by translator>

バクテリアにより分解能力に差がある。高い分解率を示す株を培養することで、汚染浄化に利用できる

可能性がある。

<Volume page no.>

45,452-455

<section>

EMISSION CONTROL,AVATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

CATALYTIC DIOXN/FURAN REMOVAL FROM FLUE GAS STREAMS

<Japanese title>

排ガス流からの触媒（を用いた）ダイオキシン／フラン除去

<authors>

Marc Plinke,Keit Frisky,C.P.Ganatra,Michael Wilken,Horst Gass,Rorand
Weber,Yoshiaki Mogami

<Key Words>

catalytic filter system, S C R, dioxin/furan reduction, clean gas dust emissions

<Japanese Key Words>

触媒フィルターシステム, 選択的還元触媒分解, ダイオキシン／フラン分解, 浄化ガスダスト
排出

<captions>

図1 REMEDIA D/F 触媒システムの模式図

図2 要求排出量0.1ng TEQ/Nm³を可能とする最大ダスト排出濃度

図中直線は発生源（火葬場 焼却炉 金属プラント）を区分し、破線は個々のプラント
を区分

図3 7つのプラントにおける生ガスとクリーン（浄化）ガス中のダイオキシン濃度

<summary>

ダイオキシン／フラン分解・除去用のREMEDIA D/F 触媒フィルターシステム（W.L.Gore&
Associates, Inc.）

の有効性について述べた。最初にシステムを模式図により概説し、次に14のプラントにおける
試験結果から、

ダイオキシン排出濃度を0.1ng TEQ/Nm³以下にするためには高効率のダスト粒子の除去が必要
であることを示した

（約60%の施設で排出ガス中のダスト濃度を1mg /Nm³以下にする必要があった）。また、本
システムを3年以上設

置稼働させた7つのプラントでの実績を例示。

<comments by transrator.>

著者らはダイオキシン／フランの分解除去に関して粒子の除去（particulate control）が大切
な要素となるとし、

14のプラントでの調査結果を示している。しかし、ダイオキシン／フラン排出濃度0.1mg
TEQ/Nm³を達成するため

に必要な粒子低減量（最大可能粒子排出濃度：Maximum dust emission in clean gas）をど
んな手法で算出した

のかの記載が無いため、このことを示したとする図2が理解しがたいものとなっている。この
ために、ダイオキ

シン／フランの排出制御に粒子排出濃度がどのように関係するのか不明である。

<Volume , page no.>

45 , 456 - 459

<Section>

EMISSION CONTROL, ABATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English Title>

PROPERTIES OF A DIOXIN-DECHLORINATING MICROBIAL CONSORTIUM FROM AN ACIDIC SULFATE-RICH RIVER SEDIMENT

<Japanese Title>

ミクロバイアル内微生物群による硫酸酸性リッチの河川底質中のダイオキシン脱塩素化についての研究

<Authors>

Michael Bunge , Birgit Werner and Ute Lechner

<Key Words>

sediments,aquifers,microcosms,anaerobic bacteria,biotic/abiotic reactions

<Japanese Key Words>

底質 , 帯水層 , 微生物学 , 嫌気性微生物 , 生物 / 非生物的反応

<Captions>

図1 124 - T3CDDと123 - T3CDDの培養時間と脱塩素化率の関係

図2 1234 - T4CDDの分解経路図

<Summary>

ビターフェルト地区(ドイツ)はヨーロッパの古い工業地帯である。20世紀初め、特に塩素工業とアルミニウム工業が始まり、多くの河川底質、土壌及び帯水層が特に重金属、有機塩素化合物、例えばPCDD/F(乾燥重量で120,000 pg-l-TEQ/g)で汚染されている。

最近、我々はSpittelwasser湾のPCDD/Fが高濃度の幾つかの底質層から得た嫌気性雰囲気十分の培養試料が

1234 - T4CDD、123 - T3CDDそして124 - T3CDDを新たにそれぞれ添加することにより2

つの異なる脱塩素化が起こることを明らかにした。今回の研究の目的は、石炭採鉱地域から酸性硫酸リッチの排水がMulde川に流れ込み、

PCDD/Fで汚染されている「Leine-Durchstich湾」の底質から得た嫌気性微生物群により新たに添加した異性体がどのように

脱塩素化していくかを調べることである。塩素脱離に関して位置による特異的な差は、脱塩素化混合培地内の予備個体群の差によるもの

である可能性が高い。脱ハロゲン化培地は底質の添加なしで鉱物成分中で次々に7倍も変化する。結果から脱塩素化微生物は酸性の硫酸

を含む底質に存在することがわかった。それはすぐに見つけられるので、簡単に分解しないダイオキシン類の脱塩素化用混合培地も

PCDD/F濃度レベルが低い底質を濃縮して得られる。

<Comments by Translator>

筆者らは、Spittelwasser湾のPCDD/Fが高濃度の幾つかの底質層から得た嫌気性雰囲気十分の培養試料が

1234 - T4CDD、123 - T3CDDそして124 - T3CDDを新たにそれぞれ添加することにより2

つの異なる脱塩素化が起こることを明らかにした。このように嫌気性微生物を使ったダイオキシンの脱塩素化は今後実用化に向けて様々な底質試料について

検討し、特定のダイオキシンを脱塩素化分解できる種を培養しそのダイオキシン分解経路を把握することが重要である。

<Volume page no.>

45,460-463

<section>

EMISSION CONTROL,AVATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

THE START OF PCB TREATMENT BY THE BCD PROCESS

<Japanese title>

B C D法によるP C B処理のスタート

<authors>

Yoshihiko INOUE, Mitsuhiro KINUGAWA, Hiroshi WADA, Masayoshi KITAGAWA,
Hisayuki TODA, Makoto TAKADA

<Key Words>

PCB's, BCD process

<Japanese Key Words>

ポリ塩化ビフェニール, B C D法

<captions>

表1 現在の日本のPCB排出基準

表2 処理条件

表3 環境汚染に関する許容値と処理施設の実測値

図1 BCD法の原理

図2 油中PCB処理法の概略図

図3 バッチ処理プラントの概要

<summary>

BCD法は、300～350℃で水素受容体、アルカリ、触媒を用いて脱塩素化によりPCBを処理するものである。著者らは藤沢市のプラント

においてBCD法により年間600kgのPCBを処理した。プラントにおける4時間処理後の油中PCB濃度は産業廃棄物の処分基準以下となる。

処理中の周辺大気中のダイオキシン類及びPCB濃度、プラント排ガス中のダイオキシン類、ビフェニル及びクロロベンゼン濃度を

測定したところ、周辺環境に影響のない低濃度であった。緊急時の安全性については、地震時にも周辺環境への漏れはなく、

オペレータの安全が保たれた。また、対応マニュアルの作成と3ヶ月毎の訓練によるオペレータの教育を行う。

<comments by transrator.>

BCD法によるPCBの分解は安全性が保たれているようであり、処理法として有望である。

<Volume , page no.>

45 , 464 - 468

<Section>

EMISSION CONTROL,AVATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English Title>

DECAY OF 2,3,7,8-CONGENERS IN DEPOSITION SAMPLES

<Japanese Title>

大気降下物試料中の2 3 7 8 - 同族体の分解について

<Authors>

Raf De Fre and Rudy Van Cleuvenbergen

<Key Words>

decay, congeners, deposition samples, half life time

<Japanese Key Words>

分解, 異性体, 大気降下物試料, 半減期

<Captions>

表1 1999年の1年間にモルで採取した大気降下物量(pg/d/m²)

表2 大気降下物試験期間中の標準添加回収結果(%)

表3 各異性体の半減期

表4 30日間の採取期間で計算されたTEQ喪失率

図1 年間平均実測回収率と30日試料から計算した回収率

<Summary>

ダイオキシン類を含む大量の大気降下物は通常, 1月間ごとに採取される。

試料がこの1月間という期間ではかなり安定のままであるという報告もあり, また毎日採取した試料のデータ30日分の合計と30日間設置したままで採取した1試料のデータ値とは重大な差はないことを報告もある

そのため, 今回, 1年の中で異なる季節の大気降下物試料の安定性を調査した。

その結果, 一般的な傾向として, 標準添加した異性体の回収率は冬場に高く, 4価から8価にいくにつれ増加する。

最も安定な物質である2 3 4 6 7 8 - H 6 C D Fと1 2 3 4 6 7 8 - H 7 C D Fを除いて, P C D D sは平均してP C D F sよりも分解しにくい。

異性体分布の分布パターンは, 標準添加の場合は式(1): $Y = Y_0 \cdot \exp(-r \cdot t)$

で, 試料の場合は式(3): $D \cdot t = y \cdot r \cdot t / (1 - \exp(-r \cdot t))$ ですべての季節において計算できる。

試料の分布パターンは排出ガスのパターンと大気降下物のパターンの違いほどの劇的なものではない。

我々の冬季期間のデータは, 最も異なる分布パターンを示した。計算による違いには限界があり, 典型的な排ガスの分布パターンを

大気降下物に当てはめることはできないが, このことは, 大気環境での生成工程がより決定的に典型的な降下物分布パターンを形成していることを示している。

<Comments by Transrator>

筆者らは, 1年の中で異なる季節の大気降下物試料の安定性を調査し, 30日分30データの合計と30日間設置したままで採取した1試料のデータ値とは重大な差はないが

標準添加した異性体の回収率は冬場に高く, 4価から8価にいくにつれ増加することを解明した。また, 大気環境での生成工程が大気降下物の分布パターンを形成しているというのは興味深い。

<Volume page no.>

45,468B-471

<section>

EMISSION CONTROL,AVATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English title>

BIODEGRADATION OF DIOXINS BY ACTIVATED SLUDGE

<Japanese title>

活性汚泥によるダイオキシンの生物分解

<authors>

Kunichika NAKAMIYA, Kazuei ISHII, Koudai YOSHIKAWA, Tohru FURUICHI

<Key Words>

Dioxin, degradation, activated sludge, denitrification

<Japanese Key Words>

ダイオキシン, 分解, 活性汚泥, 脱窒反応

<captions>

図1 ダイオキシン類の分解に用いた実験室規模の反応装置の模式図

図2 脱窒条件下でのダイオキシン分解の時間変化

図3 継続培養時のダイオキシン分解の時間変化REMEDIATION/F 触媒システムの模式図

<summary>

実験に用いた溶媒はpHを7.0に調節し、700mlの活性汚泥(SS=5000mg/l)を加え、外気と遮断した。

溶媒補給は350ml/dayに固定し、350ml/dayの排水を得、3日ごとにSS,DO,ORP,pH,NO₃量を測定した。

冷凍乾燥した汚泥はソックスレー抽出し、排水はトルエンで抽出した。クリーンアップ後濃縮した試料をGC-MS/MSで測定した。

以前の実験では活性汚泥中のSSに吸着したダイオキシン類の96%以上が1ヶ月で分解した。今回の脱窒条件のガラスカラムでの実験では

、GC-MS/MSの検出限界値以下までほとんどすべて分解した。

ダイオキシン類を600ng/700mlに固定し、0~5週培養した結果、1週でおよそ99%のダイオキシン類が分解し、TEQがワンオーダー下がった。

週まで継続して減少し、定量限界に達した(Fig.2)。水中のダイオキシン類は汚泥に吸着することにより非常に低い濃度まで分解する。

活性汚泥は1週で600ng/lのダイオキシン類分解能をもつので、150,000lの水を1週間で環境基準の4pg/lまで浄化することができる。

1週毎に600ngのダイオキシン類を加え、1~4週培養したところ、1週でおよそワンオーダーの減少が見られ、活性は4週持続した

(Fig.3)。TCEでは活性の最大値はその毒性によって減少したが、ダイオキシン類についてはむしろ増加した。これはこの方法がより大

きなスケールでも有効であることを示唆する。

同様に好気条件で4週培養したところ、およそ90%のダイオキシン類が分解し、酸素の存在がダイオキシン類の分解に影響することが示された。

<comments by translator.>

脱窒条件下での活性汚泥によるダイオキシン類分解は、実験室レベルでは高い分解率を示した。実験規模を拡大し、同様に高い効果があれば、実環境中の水について有効かもしれない。

<Volume , page no.>

45 , 472 - 475

<Section>

EMISSION CONTROL,AVATEMENT TECHNOLOGIES AND REMEDIATION-POSTERS

<English Title>

Removal Efficiency and Homologue Patterns of PCDD/Fs at Different sampling Points in MSWIs

<Japanese Title>

ごみ焼却施設の試料におけるPCDD/Fsの除去効果と同族体分布パターンについて

<Authors>

Jeong-Eun Oh , Yoon-Seok Chng

<Key Words>

removal efficiency, homologue patterns, MSWI, precursors

<Japanese Key Words>

除去効率 , 同族体分布パターン , ごみ焼却施設 , 前駆物質

<Captions>

図1 焼却施設Aのフロー図と採取地点

図2 焼却施設Bのフロー図と採取地点

表1 焼却施設の運転条件

表2 焼却施設AでのPCDD/Fsの分析結果

表3 焼却施設BでのPCDD/Fsの分析結果

図3 施設Aと他の10施設でのPCDD/Fsの同族体分布パターン

図4 SCR運転温度の違いによるPCDD/Fsの同族体分布パターンの比較

図5 施設Aの異なる場所でのPCDD/Fsの同族体分布パターン

<Summary>

2 焼却施設のそれぞれのSCR装置でのPCDD/Fs除去効果をTEQ値に基づいて計算した。

PCDD/Fs除去効果は焼却施設AではSDAで87%、バグフィルターで77.6%、そしてSCRで77%であった。

焼却施設Bでは活性炭注入口で約99%であった。活性炭の形状に関わらず多くの研究で活性炭がPCDD/Fsの除去効果

が高いと報告している。篠田は活性炭用いて99.9%のPCDD/Fs除去の高い効果を報告している。

それと比べると今回の研究では、活性炭注入がもっとも焼却施設からのPCDD/Fs除去に効果があるという結論であった。

他に、汚染制御装置としてSCRを持っている施設Aと施設Cについて比較してみた。

結果を図4に示す。平岡はPCDD/Fsの分解率は運転温度、空間速度、そしてSCRでの触媒の形状に依存していると報告している。

オーケーは実験では低い運転温度の場合でもPCDDsの分解効率と比較してPCDFsの分解効率の方がかなり高いと報告している

SCR運転温度は。施設Aでは205、施設Cでは320である。

結論として、このPCDDsとPCDFs間の分解効率の違いは、SCRの運転温度によるものと思われる。

これらの結果より焼却施設でのPCDD/Fs排出パターンは運転温度により変化するものといえる。

<Comments by Transrator>

筆者らは、2 焼却施設のそれぞれのSCR装置でのPCDD/Fs除去効果をTEQ値に基づいて計算し、焼却施設でのPCDD/Fs排出パターンは運転温度により変化するものと結論づけている。

しかし、同じく韓国人のHyun cheoiらは運転温度に依存しないとしている (p.387-391) どちらが正しいか検討する必要がある。