

「平成 23 年度暫定排水基準設定項目に係る排水規制検討調査報告書」より抜粋

ほう素、ふっ素の処理技術に関する調査

今後の実証試験の進め方について検討を行うため、ほう素、ふっ素の処理技術について文献調査を実施した。

①ほう素の処理技術

ほう素処理技術に関する文献を調査したところ、処理技術として凝集沈殿法、吸着法、逆浸透膜(RO)法、ゲル化法、水熱鉱化法、水耕栽培法などが報告されている。

温泉排水を対象としたほう素処理技術を考えた場合、水熱反応を利用する水熱鉱化法や逆浸透膜法(RO 膜)、熱を加えるマイクロカプセル法は採用が難しいと考えられる。吸着剤で排水をろ過するか、或いは吸着能力を有する特殊な薬剤を用いて排水の凝集沈殿処理を行うか、いずれかの方法が現時点では考えられる。

表 3-7 ほう素の処理技術 (1)

処理技術の区分	技術の名称	技術の特徴	発表年 文献番号
凝集沈殿法	硫酸バンド -消石灰法	硫酸バンドと消石灰により高 pH 域で生成されるアルミン酸カルシウムにほう素が吸着あるいは反応除去される。	1978～
凝集沈殿法	塩化セリウム系凝集剤	多孔質酸化セリウムを用いた凝集沈殿法であり、アルミニウム塩、鉄塩、マグネシウム塩、カルシウム塩を凝集剤とした方法よりも除去率が高い。	2006～ B-01
凝集沈殿法	ボロン C 法	ボロン C(A 液と B 液の 2 液を一定比率で添加する資材であり、粘土の構成要素である Si 等を主成分とした無機薬剤)を用いて、吸着、沈殿処理する方法。	環境省実証試験 2006、 B-07
凝集沈殿法	ヘルディ法	濃縮された樹脂再生廃液中のほう素(数百～数千 mg/l)を 30～50mg/l まで処理する技術	2004 B-11
吸着法 (イオン交換法)	キレート樹脂(グルカミン型樹脂)	N-メチルグルカミン型のほう素選択イオン交換樹脂を用いて処理する方法。キレート結合によって、イオン結合だけでなく錯体構造でほう素などの半金属、金属を補足する。通常の陰イオン交換樹脂では交換順位(選択性)が低いために除去しにくい。	1979～ 環境省実証試験 2009 B-30

注：網掛けは環境省の実証試験において実証した技術であることを示す。

表 3-8 ほう素の処理技術 (2)

処理技術の区分	技術の名称	技術の特徴	発表年 文献番号
吸着法	ジルコニウム 吸着剤	多孔質硫酸ジルコニウム (Zr-S) を用いて吸着除去する方法	2006 B-21
吸着法	セリウム系吸 着剤	セリウム系吸着剤を用いてほう素を吸着除去する方法。	2010 B-04
吸着法	ポリビニルアル コール (PVA)	ほう素含有排水中のホウ酸とポリビニルアルコールでエーテル錯体を生成し、ゲル化して分離する方法。	2010 B-05
吸着法	アドソープ	天然無機性鉱物、酸化マグネシウム、カルシウム、シリカ、鉄等の物質からなる固化・不溶化剤（エコハーモニー）に火山性風化粘土を添加し、さらに水を加え混合・混練り後、押し出し成型（平均粒径が 4mm、6mm、8mm からなるペレット状）された吸着剤（アドソープ）を用いてほう素を吸着除去する技術	環境省実 証 試 験 2009
ゲル化	マイクロカプ セル法	廃液にカプセルゲル H1 剤を添加して廃液にチクソトロピー性を付与させた後、ドラムドライヤー等の乾燥機で乾燥させる。これにより廃棄中のほう素等の有害物質カプセルがシート状となる。	2006 B-09
逆浸透膜法	—	RO 膜を用いてほう素含有排水を濃縮する方法。濃縮液は産廃処理される。	2006
水熱鉱化法	—	ほう素含有排水に消石灰を混合して加圧下で 150℃に加熱し、ホウ酸カルシウムをとして回収する方法。	2005
水耕栽培法	—	排水中のほう素低減策として、水耕栽培植物を活用する方法。	2008 B-08

注：網掛けは環境省の実証試験において実証した技術であることを示す。

## ②ふっ素処理技術

ふっ素処理技術に関する文献を調査したところ、処理技術として凝集沈殿法、晶析法、吸着法が報告されている。

表 3-9 ふっ素の処理技術

処理技術の区分	技術の名称	技術の特徴	発表年 文献番号
凝集沈殿法	カルシウム塩	廃水に消石灰を添加してフッ化カルシウムを生成させ、これに無機凝集剤と高分子凝集剤を併用添加してフロックを形成させ、沈澱分離する方法	
凝集沈殿法	アルミニウム塩	水酸化アルミニウムによる共沈によってふっ素を吸着除去する方法	1978～ F-25
凝集沈殿法	2段凝集法	カルシウム塩を添加後、さらに硫酸バンドを添加して、排水中のふっ素を凝集沈殿する方法	F-05
凝集沈殿法	マグネシウム塩	マグネシウムにふっ素を吸着させ、除去する方法	2005 F-12
凝集沈殿法	機能性凝集剤 Gellannic	アルギン酸を有効成分とする機能性凝集剤を用いて除去する方法	2000 F-17 F-18
晶析法	フッ化カルシウム晶析法	フッ化カルシウムの種結晶を添加して、晶析により排水中のふっ素を回収する方法	環境省実証試験 2009
晶析法	NEF-1法	フッ化カルシウム晶析法の反応工程において、反応促進効果を有する特殊な粒状担体を分散・共存させ、ふっ素処理性を向上させる方法	2011 F-32 環境省実証試験 2011
晶析法	フルオロアパタイト法	カルシウム凝沈処理水に高濃度で残留するカルシウムイオンを利用し、磷酸を含む添加薬剤を注入することで難溶性のフルオロアパタイトを結晶析出させる方法	2007 F-37
吸着法	活性アルミナ	活性アルミナにふっ素を吸着、除去する方法	1978～ F-25
吸着法	ハイドロタルサイト	陰イオンの吸着性能を飛躍的に向上させたNLDHを用いてふっ素を吸着除去する方法。	2010 F-06
吸着法	希土類化合物	希土類化合物からなる重金属吸着剤「アドセラ」を用いてふっ素を吸着除去する方法	環境省実証試験 2006

【参考2】ほう素、ふっ素処理技術に関する文献リスト

文献No	文献区分	著者	文献タイトル	発行年	雑誌名等		
					雑誌名	巻・号	ページ
B-01	ほう素	秀平 敦子, 井上 充	塩化セリウムを用いた凝集沈殿法によるほう素含有排水の処理に関する検討	2006	水環境学会誌	29(10)	643-648
B-02	ほう素	渡辺 正彦, 加藤 祐子, 北本 洋紀, 飯塚 正紀	下水処理場におけるひ素, ほう素及びふっ素の挙動に関する研究	2002	下水道協会誌, 論文集	39(482)	121-129
B-03	ほう素	梅田 久義, 佐々木 敦, 高橋 國彦, 高崎 康志, 柴山 敦	強酸性廃液中の微量貴金属の回収	2010	化学工学論文集	36(3)	343-350
B-04	ほう素	四元 利夫	ホウ素吸着剤とセリウム系凝集剤による汚泥負荷の少ないホウ素処理技術(排水中の非金属元素等暫定排水基準の動向—ホウ素, フッ素, 硝酸性窒素等の規制強化と排水対策技術)	2010	資源環境対策	46(7)	73-75
B-05	ほう素	山下 啓司	ポリビニルアルコールによるホウ素含有排水の処理技術(排水中の非金属元素等暫定排水基準の動向—ホウ素, フッ素, 硝酸性窒素等の規制強化と排水対策技術)	2010	資源環境対策	46(7)	63-67
B-06	ほう素	藤田 正憲	排水中のフッ素, ホウ素, 硝酸性窒素等処理技術の動向(排水中の非金属元素等暫定排水基準の動向—ホウ素, フッ素, 硝酸性窒素等の規制強化と排水対策技術)	2010	資源環境対策	46(7)	56-62
B-07	ほう素	小坂 幸夫	非金属元素排水処理技術実証試験とめっき排水中のホウ素・フッ素の処理	2007	水環境学会誌	30(3)	125-129
B-08	ほう素	田村 良三, 結城 修, 北嶋 永一	ホウ素の排水処理技術開発のための基礎的検討—植物を利用した排水中のホウ素の低減策	2007	新潟県保健環境科学研究所年報	23	95-98
B-09	ほう素	湯川 恭啓	環境ビジネス ホウ素, ホウフッ化物などの高濃度廃液を処理する次世代型処理技術「カプセルゲル法」—マイクロカプセル法	2006	用水と廃水	48(7)	561-563
B-10	ほう素	恵藤 良弘	排水からのホウ素回収システム(特集 資源循環型排水処理システムの最新動向)	2006	資源環境対策	42(3)	47-51
B-11	ほう素	飯田 利和	ヘルディ法によるホウ素, フッ素処理	2004	表面技術	55(8)	524-525
B-12	ほう素	和田 祐司	凝集沈殿法をベースとした新規ホウ素・フッ素処理技術	2004	表面技術	55(8)	517-519
B-13	ほう素	福田 正, 瀬戸 富士雄, 柳下 幸一	ホウ素およびフッ素処理	2004	表面技術	55(8)	506-510
B-14	ほう素	藤田 雄一郎, 畠 孝欣, 仲丸 誠, 吉野 當夫, 鳥村 匡	排水処理過程におけるホウ素の挙動	2002	日本水処理生物学会誌, 別巻	22	74
B-15	ほう素	藤田 雄一郎, 畠 孝欣, 仲丸 誠, 吉野 當夫, 鳥村 匡	排水処理過程におけるホウ素の挙動	2001	日本水処理生物学会誌, 別巻	21	64
B-16	ほう素	伊藤 征生, 恵藤 良弘	ごみ焼却場洗煙廃水の処理について—水銀, フッ素およびホウ素の除去	1984	用水と廃水	26(3)	271-277
B-17	ほう素	鄭 修貞, 山田 正人	浸出水処理への逆浸透膜法の適用	2006	環境技術	35-3(411)	182-188
B-18	ほう素	井勝 久喜, 有本 睦, 宮原 俊郎	凝集沈殿法によるホウ素含有廃液の処理	2006	吉備国際大学政策マネジメント学部研究紀要	2	13-20
B-19	ほう素	工藤 聡, 大山 聖一, 大隈 仁 他	排水中微量元素の吸着処理プロセスの開発(その1)無機多孔質体による水中微量元素の吸着特性	2004	電力中央研究所報告, 研究報告, T	巻頭1-4	1-13
B-20	ほう素	大山 聖一, 阿部 圭子, 大隈 仁	排水中微量元素の吸着処理プロセスの開発(その2)多孔質ジルコニウム吸着剤の吸着特性評価	2005	電力中央研究所報告, 研究報告, V	巻頭1-4	1-13
B-21	ほう素	大山 聖一, 阿部 圭子,	排水中微量元素の吸着除去プロセスの開発(その3)ジルコニウム吸着剤を用いるホウ素処理システムの評価	2006	電力中央研究所報告, 研究報告, V	巻頭1-3	1-15
B-22	ほう素	大山 聖一, 阿部 圭子,	排水中微量元素の吸着除去プロセスの開発(その4)Zr-S細孔内の界面活性剤除去方法の評価	2007	電力中央研究所報告, 研究報告, V	巻頭1-4	1-13
B-23	ほう素	和田 祐司, 森 俊輔	最新のホウ素処理技術	2011	配管技術	53(3)	120-125
B-24	ほう素	和田 祐司,	排水中ホウ素・フッ素の法規制・除去・処理技術	2010	化学装置	52(8)	68-79

文献No	文献区分	著者	文献タイトル	発行年	雑誌名等		
					雑誌名	巻・号	ページ
B-25	ほう素	占部 正尚	ソフィアの排水処理技術 ホウ素・フッ素の低コスト処理対策	2007	産業と環境	36(2)	76-80
B-26	ほう素	板倉 剛, 笹井 亮, 伊藤 秀章	水熱鉱化法によるホウ素、フッ素含有工業廃水からの資源回収と再生	2005	廃棄物学会研究発表会講演論文集	16回(分冊2)	1256-1258
B-27	ほう素	四元 利夫	吸着樹脂を用いたフッ素・ホウ素・ヒ素除去	2004	化学装置	46(8)	59-64
B-28	ほう素	恵藤 良弘, 朝田 裕之	新規排水基準項目セレン・フッ素・ホウ素の処理	2004	化学装置	46(8)	42-48
B-29	ほう素	早川 智	排水中のホウ素リサイクルシステム	2004	化学装置	46(8)	65-71
B-30	ほう素	山田 孝二	「キレストファイバー」によるほう素の除去	2004	JETI: Japan energy & technology intelligence	52(13) (臨増)	27-30
B-31	ほう素	小坂 幸夫	特別講演 工場排水中のほう素・ふっ素の除去	2004	環境資源工学: 資源処理技術	51(2)	120-123
B-32	ほう素	工藤 聡, 坂田 昌弘	凝集沈殿法による排水中からのホウ素除去技術の開発—CaSO <sub>4</sub> 添加による汚泥発生量の低減方法	2001	電力中央研究所報告, 研究報告, T	通号00039 巻頭1~4	1-7
B-33	ほう素	朝田 裕之, 恵藤 良弘	フッ素とホウ素の処理技術	2000	環境技術	29(4)	283-289
B-34	ほう素	恵藤 良弘, 朝田 裕之	水質環境基準追加項目の処理技術—フッ素, ホウ素	1999	環境管理	35(9)	885-890
B-35	ほう素	向井 克之, 杉原 陽一郎, 田井 和夫 他	最終処分場浸出水のホウ素処理システム	1999	都市清掃	52	128-131
B-36	ほう素	宮崎 章	ほう素処理技術や新凝集剤を開発—産業排水処理の現状と問題点	1998	地球環境	29(12)	12-15

文献No	文献区分	著者	文献タイトル	発行年	雑誌名等		
					雑誌名	巻・号	ページ
F-01	ふっ素	渡辺 正彦, 加藤 祐子, 北本 洋紀, 飯塚 正紀	下水処理場におけるひ素, ほう素及びふっ素の挙動に関する研究	2002	下水道協会誌. 論文集	39(482)	121-129
F-02	ふっ素	吉澤 正, 栗原 正憲, 大石 修, 清水 明, 杉山 寛	一般廃棄物最終処分場の浸出水中の有機フッ素化合物およびその水処理	2011	水環境学会誌	34(7)	95-101
F-03	ふっ素	原口 大輔, 所 千晴, 大和田 秀二	水酸化物アルミニウムによるフッ素含有廃水処理における共沈法と吸着法の比較	2010	Journal of MMIJ	127(1)	26-31
F-04	ふっ素	袋布 昌幹, 丁子 哲治, 伊永 隆史	リン酸カルシウムのナノ表面反応を用いた廃水および石膏中フッ素化合物の処理	2010	環境と安全	1(2)	33-39
F-05	ふっ素	中野 徹	電子産業向け排水中のフッ素処理「オルスレック法」(排水中の非金属元素等暫定排水基準の動向--ホウ素, フッ素, 硝酸性窒素等の規制強化と排水対策技術)	2010	資源環境対策	46(7)	76-78
F-06	ふっ素	杉山 周平, 横田 季彦, 大野 陸浩 [他]	ハイドロタルサイトを利用したフッ素の吸着処理と陰イオン吸着材料の開発(排水中の非金属元素等暫定排水基準の動向--ホウ素, フッ素, 硝酸性窒素等の規制強化と排水対策技術)	2010	資源環境対策	46(7)	68-72
F-07	ふっ素	藤田 正憲	排水中のフッ素, ホウ素, 硝酸性窒素等処理技術の動向 (排水中の非金属元素等暫定排水基準の動向--ホウ素, フッ素, 硝酸性窒素等の規制強化と排水対策技術)	2010	資源環境対策	46(7)	56-62
F-08	ふっ素	小坂 幸夫	非金属元素排水処理技術実証試験とめっき排水中のホウ素・フッ素の処理	2007	水環境学会誌	30(3)	125-129
F-09	ふっ素	林 一樹	フッ素含有排水の処理・水回収技術	2006	冷凍	81(947)	721-724
F-10	ふっ素	清水 和彦	排水からのフッ素回収システム (特集 資源循環型排水処理システムの最新動向)	2006	資源環境対策	42(3)	42-46
F-11	ふっ素	八木 康之, 渡部 雅智	晶析法を用いたフッ素含有排水の高度処理技術	2005	水処理技術	46(4)	177-180
F-12	ふっ素	竹内 正美, 渡辺 美紀, 有村 一雄 [他]	新基準に対応したフッ素除去技術の開発	2005	用水と廃水	47(2)	150-156
F-13	ふっ素	飯田 利和	ヘルディ法によるホウ素, フッ素処理	2004	表面技術	55(8)	524-525
F-14	ふっ素	和田 祐司	凝集沈殿法をベースとした新規ホウ素・フッ素処理技術	2004	表面技術	55(8)	517-519
F-15	ふっ素	福田 正, 瀬戸 富士雄, 柳下 幸一	ホウ素およびフッ素処理	2004	表面技術	55(8)	506-510
F-16	ふっ素	山田 悦, 中島 寛子, 長岡 正浩 [他]	カルシウム添加法とフッ素吸着樹脂を組み合わせた廃水中フッ素の高度処理	2004	水処理技術	45(11)	515-520
F-17	ふっ素	湯川 恭啓	技術紹介 機能性凝集剤Gellannicによる排水処理(5)フッ素イオン含有排水(分析と除去)(2)	2000	用水と廃水	42(6)	541-543
F-18	ふっ素	湯川 恭啓	技術紹介 機能性凝集剤Gellannicによる排水処理(4)フッ素イオン含有排水(分析と除去)(1)	2000	用水と廃水	42(5)	441-444
F-19	ふっ素	山田 悦, 西村 卓也	複雑組成廃水中のフッ素処理	1999	水処理技術	40(2)	55-60
F-20	ふっ素	佐藤 伸	排水中フッ素イオンの粒状炭酸カルシウムによる固定化回収処理技術	1997	水環境学会誌	20(6)	391-396
F-21	ふっ素	真島 敏行, 高月 紘	CaF <sub>2</sub> 晶析法による洗煙水中のフッ素処理	1987	水処理技術	28(7)	433-443
F-22	ふっ素	江見 清次郎	鉄塩と消石灰を用いるフッ素廃水の凝集沈殿処理	1987	水処理技術	28(1)	11-15
F-23	ふっ素	真島 美智雄, 田口 洋治, 小柳 聡, 小松 聡	チタン添加活性アルミナ複合体による排水中のフッ素の吸着処理法	1987	水質汚濁研究	10(8)	503-510.484
F-24	ふっ素	伊藤 征生, 恵藤 良弘	ごみ焼却場洗煙廃水の処理について--水銀, フッ素およびホウ素の除去	1984	用水と廃水	26(3)	271-277

文献No	文献区分	著者	文献タイトル	発行年	雑誌名等		
					雑誌名	巻・号	ページ
F-25	ふっ素	恵藤 良弘, 高土居 忠	フッ素含有廃水の高度処理法	1978	水と廃水	20(6)	667-674
F-26	ふっ素	大坪 光作, 塚原 伸一郎, 岩佐 英一	フッ素廃水の高度処理法の研究	1975	水と廃水	17(1)	47-50
F-27	ふっ素	丸一 信夫	フッ素イオンの除去	1963	水処理技術	4(10)	25-31
F-28	ふっ素	鶴巻 道二 [他]	兵庫県六甲山周辺の河川水, 地下水のフッ素含有量と, 骨炭による除フッ法	1962	水処理技術	3(12)	12-20
F-29	ふっ素	明賀 春樹	晶析反応を活用したフッ素含有排水からのフッ化カルシウム回収	2005	科学と工業	79-10	478-482
F-30	ふっ素	西村 文武, 林 佳史, 高木 明寛 他	フッ素系化合物の物理化学的処理法に関する基礎的研究	2011	環境衛生工学研究: 京都大学環境衛生工学研究会機関誌	25-3	70-73
F-31	ふっ素	木下 智之, 熊谷 知穂, 辻 正仁 他	MF膜処理における有機フッ素化合物の挙動	2010	水道協会雑誌	79-1	35-42
F-32	ふっ素	和田 祐司, 志村 則子	最新のフッ素処理技術	2011	配管技術	53(3)	114-119
F-33	ふっ素	和田 祐司	排水中ホウ素・フッ素の法規制・除去・処理技術	2010	化学装置	52(8)	68-79
F-34	ふっ素	内藤 敏	旋回噴流攪拌技術の導入事例—鉾山排水中のフッ素吸着処理装置	2008	Swirl: 旋回噴流システム研究会会誌	2(2)	16-19
F-35	ふっ素	西澤 眞	電解式排水処理装置を用いた温泉中に含有するフッ素等の除去実験	2008	温泉工学会誌	30(2・3)	105-108
F-36	ふっ素	林 一樹	フッ素含有排水の処理システム	2007	産業機械	(681)	18-21
F-37	ふっ素	渡部 雅智, 八木 康之, 古賀 敦	フルオロアパタイト晶析装置によるフッ素高度処理	2007	造水技術	31(4)	31-34
F-38	ふっ素	内藤 雅樹	フッ素汚泥半減化システム「ヘルディ」	2006	化学装置	48(8)	85-87
F-39	ふっ素	松井 康弘, 武田 智子, 滝沢 智	開発途上国における地下水のフッ素汚染の現状と処理技術の開発	2006	水	48(15)	22-30
F-40	ふっ素	八木 康之, 渡部 雅智	新技術/トピックス 晶析法によるフッ素高度処理装置	2005	産業機械	(654)	53-55
F-41	ふっ素	板倉 剛, 笹井 亮, 伊藤 秀章	水熱鉍化法によるホウ素、フッ素含有工業廃水からの資源回収と再生	2005	廃棄物学会研究発表会講演論文集	16回(分冊2)	1256-1258
F-42	ふっ素	四元 利夫	吸着樹脂を用いたフッ素・ホウ素・ヒ素除去	2004	化学装置	46(8)	59-64
F-43	ふっ素	恵藤 良弘, 朝田 裕之	新規排水基準項目セレン・フッ素・ホウ素の処理	2004	化学装置	46(8)	42-48
F-44	ふっ素	小坂 幸夫	特別講演 工場排水中のほう素・ふっ素の除去	2004	環境資源工学: 資源処理技術	51(2)	120-123
F-45	ふっ素	高宮 洋	「ダイヤフレッシュエフソン」によるフッ素除去技術	2003	JETI: Japan energy & technology intelligence	51(14) (臨増)	41-43
F-46	ふっ素	三浦 啓一, 井田 雅也, 鈴木 務 他	高濃度塩化物イオン含有排水からのセレンとフッ素除去処理	2002	Journal of the Society of Inorganic Materials, Japan	9(297)	91-98
F-47	ふっ素	和田 祐司	解説 フッ素含有排水の高度処理法	2002	科学と工業	76(11)	557-564
F-48	ふっ素	四元 利夫, 今野 誠一	経済的なフッ素含排水の高度処理技術	2000	化学装置	42(8)	48-50
F-49	ふっ素	朝田 裕之, 恵藤 良弘	フッ素とホウ素の処理技術	2000	環境技術	29(4)	283-289
F-50	ふっ素	恵藤 良弘, 朝田 裕之	水質環境基準追加項目の処理技術—フッ素, ホウ素	1999	環境管理	35(9)	885-890

文献No	文献区分	著者	文献タイトル	発行年	雑誌名等		
					雑誌名	巻・号	ページ
F-51	ふっ素	旭エンジニアリング株式会社, 新日本ソルト株式会社	フッ素・ヒ素の除去システムについて	1999	産業と環境	28(9)	81-85
F-52	ふっ素	石塚 諭	排水からのフッ素およびリン酸の回収	1999	分離技術	29(3)	149-152
F-53	ふっ素	後藤 昭夫, 山崎 和幸	炭酸カルシウムと微生物の同時処理によるフッ素含有混合酸排水の処理技術	1999	シャープ技報	通号73	26-31
F-54	ふっ素	佐藤 伸, 宍戸 正明	フッ素回収処理とその適用事例	1998	造水技術	24(1)	41-44
F-55	ふっ素	和田 洋六	フッ素化合物の廃液処理	1997	表面技術	48(3)	246-250
F-56	ふっ素	沢地 実, 福永 勲, 伊藤 尚夫 他	カルシウム添加法による焼却工場排水のふっ素処理実証実験	1997	都市清掃	49(216)	51-58
F-57	ふっ素	豊田 新	フッ素含有廃水の処理法の開発	1993	NEC技報	46(9)	23-27
F-58	ふっ素	真島 敏行, 高月 紘	晶析法と共沈法を用いたフッ素含有廃液の高度処理	1989	石膏と石灰	通号221	210-216
F-59	ふっ素	相良 文雄, 淵浪 寿人, 上野 景平	ハンダエッチング廃液処理に関する研究-1-スズ, 鉛の回収およびフッ素化合物の除去	1987	熊本工業大学研究報告	12(1)	167-173