

# 重金属イオン：Coの除去

表 1

循環回数	井戸水	1パス	3パス	5パス	10パス	20パス
シリカ mg/リットル	34.4	25.0	21.0	16.3	15.4	7.8

表 2

循環回数	海水	5パス	10パス
FI 値	4.31	2.62	2.47

表 3

循環濾過回数	廃水	1パス	3パス	5パス
鉛含有量 ppm	0.696	0.015	0.007	0.004

表 4

循環濾過回数	廃水	1パス	3パス	5パス	10パス
ニッケル含有量 ppm	7.4	1.5	0.43	0.11	0.02

力 P2 が働き、互いに凝集する。

次に、この原理を用いた凝集濾過装置を説明する。図 2 は、凝集濾過装置 (SA フィルタ) 並びに、油分離槽を示す。ポンプ 1 によって、排水注入口 2 から容器 3 内に、微粒子、エマルジョン化した油、重金属イオンなどを含んだ排水が庄入されると、排水は第一の濾過層 4 を介して吸着剤 5 に至る。吸着剤 5 は、例えば、水酸化マグネシウムを含む粉末状、または、顆粒状、もしくは、粒状で構成され、それ自体水酸基を有し、かつ、若干金属電位が高く設定されている。その相互間隙を排水が通過すると、シュルツ・ハーデイの法則に従って、図 1 に示す排水中の微粒子 A、B の相互間距離 L は距離 L1 から距離 L2 以下となり、排水中の微粒子 A、B の相互間に引力 P2 が働き、お互いに凝集して 300 倍の大きな塊となる。

この大きな塊になった微粒子は、微粒子個々に対して十分目の粗い第二の濾過層 6 で捕捉除去される。

例えば、微粒子が、これまで中空糸でしか捕捉できなかった非常に微細な 0.1 μm であっても、第二の濾過層 6 として、10 μm のフィルタを用いれば除去できる。

また、逆浸透膜の目詰まりの原因となるシリカは、これまで除去不可能とされていたが、図 2 の凝集濾過装置 (SA フィルタ) を用いることにより、表 1 の如く逆浸透膜の目詰まり防止に十分対応し得る程度まで除去できる。この場合、浄化対象液として井戸水を使用し、第二の濾過層 6 として 10 μm のカートリッジフィルタを用いた。

さらに、海水淡水化の際、逆浸透膜の目詰まりまでの期間を延長するため、海水の汚度である FI 値を 3 以下にしようと種々検討されているが、これまで FI 値を 3 以下にすることは容易にできないとされていた。

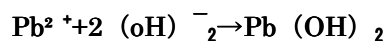
しかしながら、図 2 の凝集濾過装置 (SA フィルタ) を用いることにより、表 2 の如く、容易に 3 以下にすることができる。

この場合、第二の濾過層 6 として、10 μm のカートリッジフィルタを用い、その測定方法は、日東電気工業株式会社 1987 年 12 月法を使用した。

また、完全にエマルジョン化し、液面に全く浮上しない粒径が 1 μm 前後の油は、吸着剤 5 を通過すると、お互

いに凝集して 300 倍の大きな塊となるが、油は液体のため、ポンプ 1 に押されて細長く変形し排水とともに第二の濾過層 6 を通過し、油水分離槽 7 に至る。油水分離槽 7 に至った大きな塊となっている油は、比重差で液面に浮上し、分離回収される。

一方、排水中の重金属イオンが、例えば、鉛である場合、鉛が、吸着剤 5 の相互間隙を通過すると、鉛イオンは、吸着剤 5 の水酸基と結合して



に示す如く水酸化鉛となり固形化し、この固形化した微粒子は、さらに吸着剤 5 を通過する間に、シュルツ・ハーデイの法則に従って上述と同様に凝集して、300 倍の大きな塊となり、第二の濾過層 6 で捕捉除去される。

原子吸光分析装置を用いた洗濯排水中の鉛イオンの除去状況を表 3 に示す。この場合、第二の濾過層 6 として 10 μm のカートリッジフィルタを用いた。

表 3 に示す如く、これまで、キレート樹脂でしか除去できないとされていた排水中の鉛イオンも、フィルタで除去することができ、イニシャルコストにおいて 1/10 以下、ランニングコストにおいて 1/20 以下となる。

さらに、メッキ排水中のニッケル除去の状況を表 4 に示す。この場合、第二の濾過層 6 として 10 μm のカートリッジフィルタを用いた。

次に、シリコン電解廃液における重金属イオンの除去例を説明す。

図 3 は、シリワン電解廃液中の金属含有成分を、図 4 は、第二の濾過層 6 として 10 μm のカートリッジフィルタを用い、循環濾過回数 3 パスの浄化液中の金属含有成分を、図 5 は、1 第二の濾過層 6 として 10 μm のカートリッジフィルタを用い、虞現濾過回数 20 パスの浄化液中の金属含有成分をそれぞれ示す。

また、表 5 にそのデーターをまとめて示す。

表 5 に示すごとく、ほぼ満足できるレベルまで除去されている。

ただし銅イオンは、 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  の如く水中に存在し、水酸基と結合し難い状態であるため、その除去はかなり困難であり、その混在状況に左右されるが、許容

表 5

金属	Co	Fe	Cu	Si
廃液 mg/リットル	7.76	5.20	9.08	30.17
3 パス	0.46	1.12	5.58	0.00
20 パス	0.10	0.74	5.09	0.00

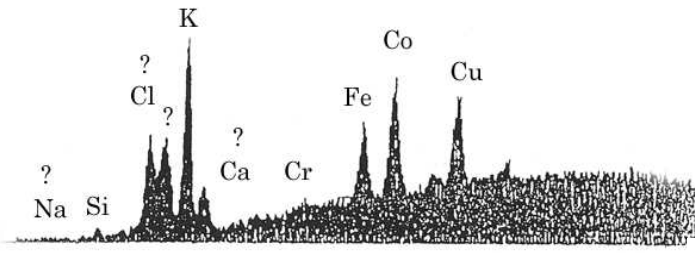


図 3

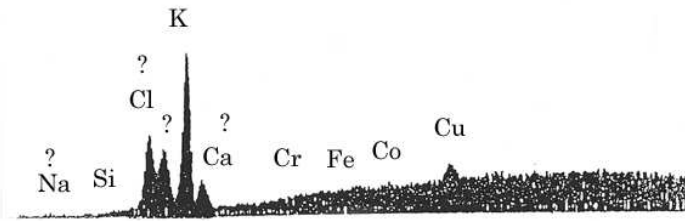


図 4

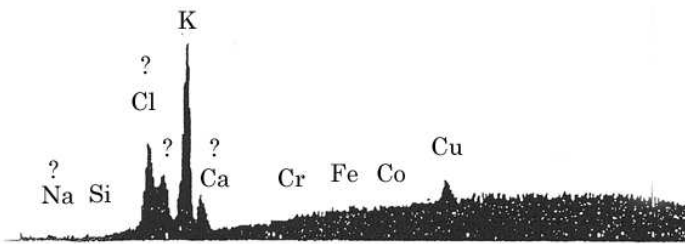


図 5

これらは腐敗や汚染によって更液されているが、その更液防止のため、混入したバクテリアなどの異物を根こそぎ取り除こうとすると、それ自体に潤滑性を持たせている潤滑油まで除去され、部品の加工が出来なくなり、そのリサイクル使用は不可能となる。

このため、有効成分が溶解しており、凝集濾過装置 (SA フィルタ) で除去されないケミカルソリューションを使用せざるを得ない。

鉄、鋳物、ステンレスなどの加工ができるケミカルソリューションは、すでに数社開発しており、また、アルミの加工ができるケミカルソリューションも既に開発されている。これらの液と凝集装置 (SA フィルタ) との併用により、クーラント液の排水をほぼ 0 にすることができる。

また、これらのケミカルソリューションは、洗浄液の延長線上に有るため、洗浄液の排水を、ほぼ 0 にすることができる。

即ち、これまで洗浄液中に、前工程のエマルジョンタイプのクーラント液が混入し、その除去ができずして更液を必要としていた。しかしながら、前工程のクーラント液をケミカルソリューションに変更することにより、洗浄液もほぼ排水を 0 にすることができる。

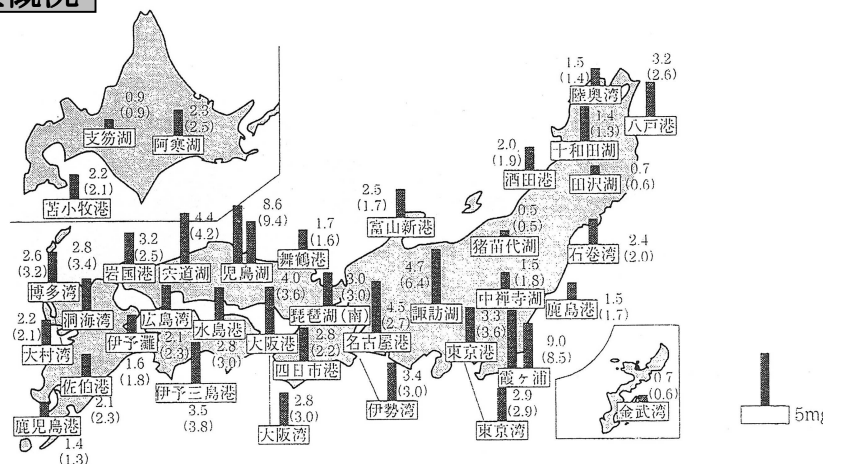
レベルまで除去されている。

なお、工作機の水溶性切削・研削液 (クーラント液) の浄化に当たってはクーラント液の選定を必要とする。

即ち、これまで主として使用されていたエマルジョンタイプのクーラント液は、界面活性剤を介在させて、潤滑油を水中にエマルジョン化されて混入し、その潤滑性で部品を加工していた。

データで見る環境・廃棄物処理概況

主要湖沼・内湾の水質汚濁状況 (平成 9 年度)



出所：平成 11 年版「環境白書」各論より

注 1：COD 年度平均値である。単位：mg/l

注 2：( )内は平成 8 年度調べ

資料：環境庁

# 廃液濾過前

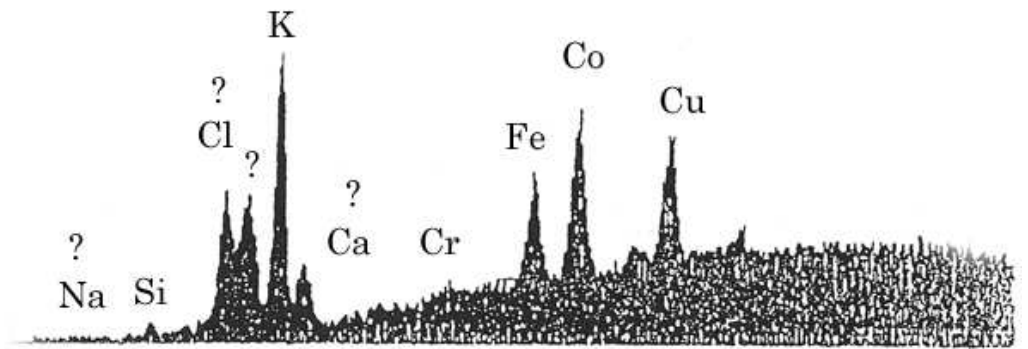
## 固定元素

装置状態	000 *
10:13:31	
設定時間	100 sec
照射径	10 mm
電流	1 uA
電圧	50 kV
試料室	大気
マイラー容器	あり
制約条件	X線
デッドタイム	0.0%
測定時間	300 sec
照射径	10 mm
電流	55 uA
電圧	15 kV
試料室	大気
マイラー容器	あり
KLM マーカ	Na 11
カーソル	0.02 keV
	0.000 cps

Na	Mg											Al	P	S	
		Sc	Ti	V		Mu			Ni		Zi	Ga	Ge	As	Sa
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Rd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po
Fr	Ra	Ao													
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm
			Ac	Th	Pa	U									

Na Si Cl K Ca Cr Fe Co Cu

7



0.00

GENEKI エlementモニター SEA-2001 \*\*\*\*\* 91-12-18 14:41 [000]

元 素	濃 度(%)	強 度(cps)	誤 差(cps)
Co	7.761	98.021	0.6311
Fe	5.199	71.933	0.5406
K	43.860	89.736	0.6039
Ca	3.936	30.356	0.3512
Cu	9.075	100.511	0.6391
Si	30.169	6.204	0.1588

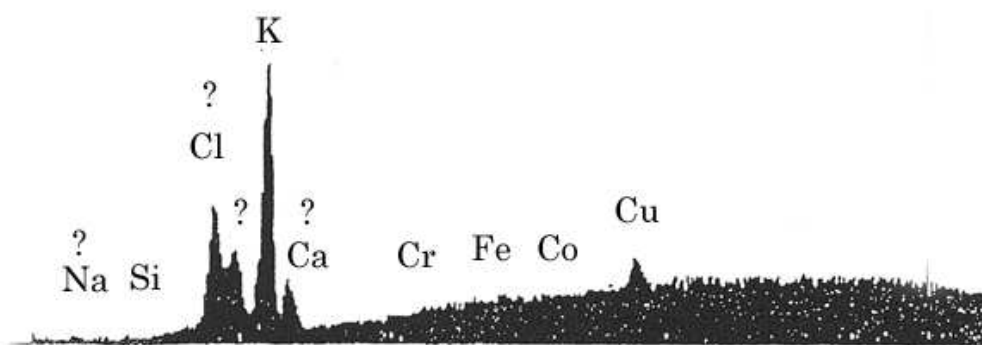
# 1 μm フロック 3min 濾過

## 固定元素

装置状態	000 *
10:18:41	
設定時間	100 sec
照射径	10 mm
電流	1 uA
電圧	50 kV
試料室	大気
マイラー容器	あり
制約条件	X線
デッドタイム	0.0%
測定時間	300 sec
照射径	10 mm
電流	55 uA
電圧	15 kV
試料室	大気
マイラー容器	あり
KLM マーカ	Na 11
カーソル	0.00keV
	5.558 cps

Na	Mg											Al		P	S
		Sc	Ti	V		Mu			Ni		Zi	Ga	Ge	As	Sa
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Rd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po
Fr	Ra	Ao													
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm
			Ac	Th	Pa	U									

Na Si Cl K Ca Cr Fe Co Cu  
10



0.00

FUROK.2 エlementモニター SEA-2001 \*\*\*\*\* 91-12-18 14:51 [000]

元 素	濃 度(%)	強 度(cps)	誤 差(cps)
Co	0.20433	50.695	0.4574
Fe	0.83580	47.361	0.4421
K	86.51993	143.095	0.7684
Ca	7.14777	38.302	0.3975
Cu	5.29216	79.803	0.5738
Si	0.00000	3.588	0.1217

# 1 μm フロック 20min 濾過

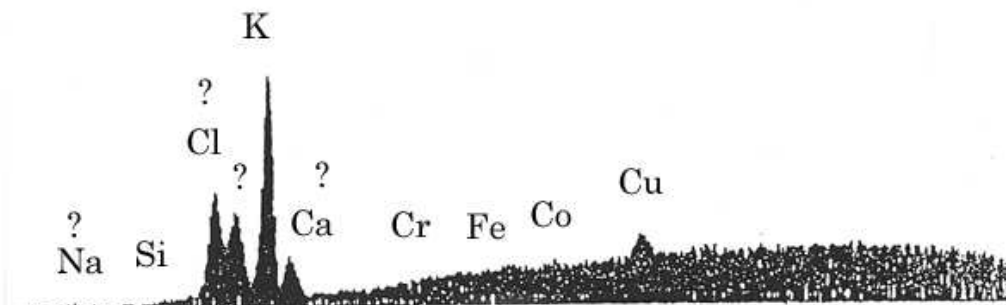
## 固定元素

装置状態	000 *
10:22:36	
設定時間	100 sec
照射径	10 mm
電流	1 uA
電圧	50 kV
試料室	大気
マイラー容器	あり
制約条件	X線
デッドタイム	0.0%
測定時間	300 sec
照射径	10 mm
電流	55 uA
電圧	15 kV
試料室	大気
マイラー容器	あり
KLM マーカ	Na 11
カーソル	0.00keV 5.520 cps

Na	Mg											Al		P	S
		Sc	Ti	V		Mu			Ni		Zi	Ga	Ge	As	Sa
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Rd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po
Fr	Ra	Ao													
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	
		Ac	Th	Pa	U										

Na Si Cl K Ca Cr Fe Co Cu

10



0.00

FUROK.3 エlementモニター SEA-2001 \*\*\*\*\* 91-12-18 14:15 [000]

元 素	濃 度(%)	強 度(cps)	誤 差(cps)
Co	0.10759	50.467	0.4559
Fe	1.10621	48.113	0.4452
K	86.41766	138.356	0.7549
Ca	7.12197	37.223	0.3916
Cu	5.24657	78.801	0.5697
Si	0.00000	3.780	0.1248

## 静電フィルター 試験結果 (シリコン電解液)

### (1) X線分析結果

Na, Si, Cl, K, Ca, Cr, Fe, Co, Cu, について分析し、その合計を 100% として計算を行いました。  
尚、Na, Ce, Ca について測定値は正確でないと考えられます。

- ① 廃液濾過前
- ② 1 $\mu$ m フロック 3mm 濾過
- ③ 1 $\mu$ m フロック 20mm 濾過
- ④ 1 $\mu$ m Sカット 3mm 濾過
- ⑤ 1 $\mu$ m Sカット 20mm 濾過の分析値を示します

液 成分	①	②	③	④	⑤
Co	7.76	0.20	0.11	0.46	0.10
Fe	5.20	0.84	1.11	1.12	0.74
K	43.86	86.52	86.42	85.91	87.34
Ca	3.94	7.15	7.12	6.93	6.72
Cu	9.08	5.29	5.25	5.58	5.09
Si	30.17	0.00	0.00	0.00	0.00

← 測定値不良

### 考察

- Si の研削屑は、ほぼ完全に濾過されている。
- 液の主成分はどちらともあまり低下しない。
- Co, Fe, Cu, 等の金属元素は低下する。