

名古屋大学工学研究科における実験系排水管理の現状と課題

齋藤 彰、平墳義正、柴田敏之、藤谷善照

工学研究科・工学部技術部 環境・安全技術系

概要

工場や事業場等から排出される水等については、環境保全の観点から環境基本法、水質汚濁防止法、下水道法等によって規制されている。排出水の汚染状態によっては、さまざまな環境汚染が引き起こされ、人の健康に被害を生じる恐れがある物質（有害物質）を含む排水が生活環境に被害を与え、排水はさまざまな基準が定められて環境基準に適合しているか否か、水質調査を行って検証する必要がある。

名古屋大学では、平成 11 年 4 月 1 日から東山キャンパスの実験排水（特定排水）は名古屋市公共下水道への放流方式となり、公共下水道に放流することとなっているため、排水の管理のためには、排水の水質監視の方法並びに監視体制が極めて重要となる。

また、公共下水道を使用する場合は、特定施設（実験系建物）からの排水は、特定施設ごとに水質基準を満たすことが義務づけられている。したがって、特定施設ごとに下水道法に規定された排水の監視と管理、水質悪化時の対応、水質基準遵守のための対策を行うことが必要である。

全学技術センター（工学部）技術部では、環境整備の背景から排水柵の PH による監視における一括管理を実施しているが、そのうち工学研究科管轄内における全ての排水柵（17 ヶ所）について、今回、その排水中に含まれる主な金属元素について ICP 発光分光分析装置を用いて ICP 発光分析法による定性分析を行ったのでここに報告する。

1 ICP 発光分光分析装置について

無機分析装置には ICP 発光分光分析法（ICP-AES）、フレーム原子吸光法（F-AAS）、電気加熱炉原子吸光法（FLAAS）、ICP 質量分析法（ICP-MS）などがある。

今回、定性分析に使用したものは ICP 発光分光分析法（ICP-AES）による ICP 発光分光分析装置であり、ICP とは高周波誘導プラズマ（Inductively coupled plasma）の略称である。

原理としては、強力な電流を通した高周波コイル中にアルゴンガスを流し、約 9,000k もの高温で安定なプラズマ炎を作り、そこへ霧化した溶液試料を導入して発光光源とする新しい方法であり、以下の優れた特長が挙げられる。

主成分から微量成分まで多元素の一斉分析が可能である。

ppb レベルの高い検出能力をもっている。

検量線の直線範囲は、5～6桁に及ぶ広いダイナミックレンジを持っている。

化学干渉やイオン化干渉などのマトリクスによる影響が極めて少ない。

安定性、再現性に優れている。

1.1 今回使用した I C P 装置について

機種名：プラズマスペクトロメーター精光舎

SPS - 7800

JISK 0400 - 52 - 30

ISO11885

特長：微量な ppb ~ ppm (10 億 ~ 100 万個中の 1 個) レベルの定性分析が可能である。



図 1 . I C P 発光分光分析装置

1.2 測定金属元素について

定性分析が可能な元素は、表 1 . 元素周期表に網掛け文字で表示してある 70 種類が可能である。(但し、S , P の 2 元素についてはアルゴンガスでは検出が不可能なため、窒素ガスを用いること) 今回は諸事情により以下の 31 種類の元素を対象にして測定した。

31 元素

Ag、Al、As、
Ba、Be、Bi、
Ca、Cd、B、Co、
Cr、Cu、Fe、K、
Li、Mg、Mn、
Mo、Ni、Pb、
Sb、Se、Si、
Sn、Sr、Ti、U、
W、Zn、Zr、Na

表 1 . 元素周期表

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	**															
*Lantanoid		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
**Actinoid		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

2 実験手順について

2.1 試料水採取

工学研究科内における建物ごとの排水柵 17 柵の排水サンプル 17 個分を 8 月上旬と 10 月下旬に採取した。

2.2 前処理

はじめに今回使用するガラス器具の不純物を取り除いておくため、0.1%硝酸溶液でバイアル瓶、フラスコ、ピーカーを前もって洗浄しておき、保管しておく。

(常温常圧の状態では金属が酸化皮膜になっている場合があるので)

ピーカーに純粋を注入し、ピペットを純水で洗浄する。

ピペットの先端にシリコンチューブとフィルターを取り付け、採取した排水を 1.5 ml 汲み取り、バイアル瓶に注入する。

硝酸 1% (0.255 cc) をピペットでバイアル瓶に注入する。

ブランク値用としてフラスコに超純水を入れ、0.1%硝酸液を作成しておく。

バイアル瓶を70℃で30分間加熱した。

17個分、作業を繰り返し、パラフィルムで蓋をする。

ICP装置を用いた定性分析日までサンプルは大切に保存しておく。

2.3 ICP装置の取扱い手順

装置の電源をONにする。

点火のため、アルゴンガスの流量を0.5MPa以上に設定する。

冷却水を循環させる。

排気ダクトの動作確認を行う。

ドレイン部分の排液を確認する。

パソコン電源をONにする。

画面上の「ICP発光・分光装置」の項目をクリックする。

「プラズマ点灯の項目をクリックする。ICP装置点火。

点火を確認した後、アルゴンガスの流量を0.5MPaに調整する。

コックに繋いであるチューブをブランク用サンプル用ビーカーに浸す。

ウォーミングアップ時間として20分間待つ。

完了したら、画面上のJISK0を選択して周期表31種類分の元素をクリックする。

予備噴霧モニターが安定したら測定を開始する。分析時間は1サンプルにつき、7~8分ぐらいで終了。

測定結果を任意のフォルダに保存する。以後1~17個のサンプル数分だけ繰り返して行う。

分析データは測定対象元素の濃度下限値~濃度上限値を定量値範囲として表示する。

2.4 使用器具

試料ガス : アルゴンガス (純度: 99.5%)

硝酸 : 硝酸60%

As (1ppb) Cd (0.7ppb) Pb (5ppb)

Cr (10ppb) Mn (2ppb) Hg (2ppb)

フィルター : DISMIC-25CS (形式) 0.8μm

マイクロピペット:(エフエンドルフ製) 100~1000μ

ビーカー : 100cc、500cc、バイアル瓶: 20cc

三角フラスコ : 300cc、1000cc、メスフラスコ: 1000ml、

3 結果

今回測定した31元素の中から法令等で水質基準の対象となる項目について、測定値は夏(8月上旬)と秋(10月下旬)の2回に分けて採取したサンプルのうち、一例として実習工場の排水柵で採取した定性分析における上限分析値と下限分析値の測定結果を表2に示した。

また、建物ごとに個別の定性分析として「生活利用上支障をきたす恐れがあるもの」という項目に当てはまるNa元素について比較した定性分析における上限分析値と下限分析値の測定結果を表3に示した。

この結果から、水質基準対象となっている元素は全て法令等で定める水質基準を多く下回っており水質基準を十分に満たしていると言える。万が一、分析値の濃度上限と濃度下限の範囲を逸脱しているならば、別の分析装置を用いて定量分析する必要がある。

表 2 . 実習工場・排水柵の元素別定性分析値

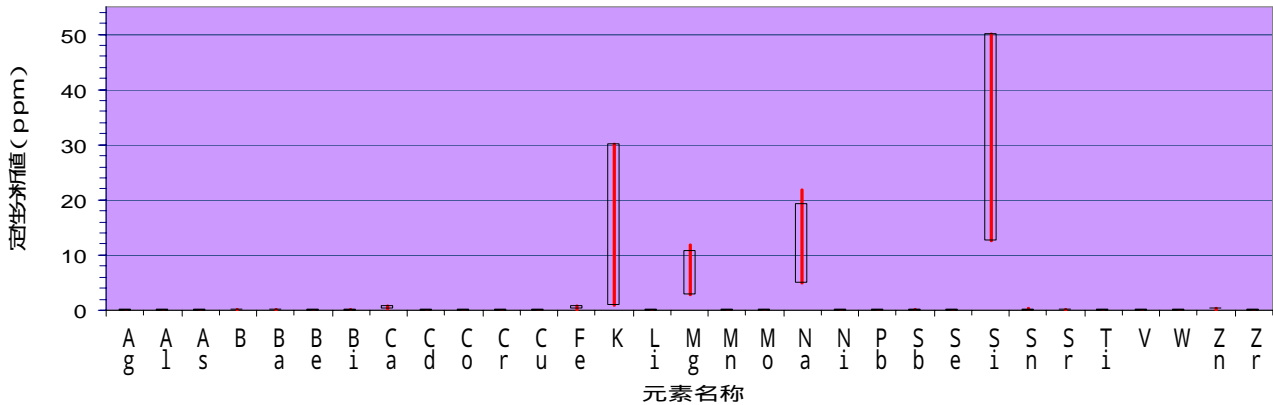
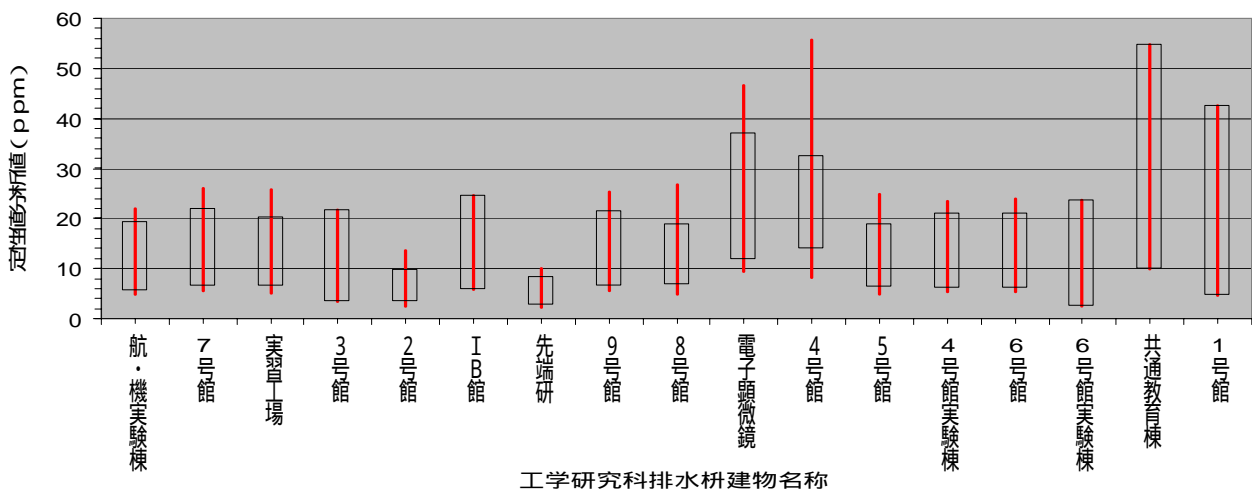


表 3 . 建物別 Na 定性分析値



: 8月採取分

: 10月採取分

4 まとめ

我々がPHによる水質監視と並行して排水監視システムの確立に着手して6年を遡る。PH値については、全ての排水柵について、WEBによる常時監視が行われているが、それ以外の規制については年に1～2回の測定に限られている。今回の試みにより、ICPで分析可能な金属元素については、さらに頻度をあげて監視が可能となった。しかし、PH値だけでもメンテナンスの部分でかなりのマンパワーに頼らざるをえないのが現状である。実験等で使用した溶液を何気なく排水溝に流したりした場合、水を浄化するにはその何倍ものきれいな水を必要とするのである。よって、一人ひとりの日頃からの心がけにより水質汚濁を防ぐことに他ならない。これを機にいっそう職場の安全と構成員の健康の確保を図り、快適なキャンパスの形成を促進する必要があると思われる。

参考文献

- [1] 環境・廃棄物管理指針（平成10年名古屋大学）
- [2] 安全の手引き（堀木幹夫著 平成13年）
- [3] 名古屋大学環境安全衛生管理室HP
- [4] 厚生労働省HP、中央労働災害防止協会HP、名古屋市水道局HP