

ばねフィルタによる地下水中のヒ素除去

日大生産工(院) ○平田 賢佑 日大生産工 高橋 進 日大生産工 南澤 宏明
モノベエンジニアリング 物部 長順 モノベエンジニアリング 物部 長智

1 緒言

近年の中央・東南アジアで多くのヒ素中毒患者が急激に増加しており、その患者の数は100万人近くに上ると推定される。ヒ素中毒の症状は多岐にわたるが、重篤な場合は多臓器不全を生じることなどにより死に至る。これらのヒ素中毒患者の増加の原因が、東南アジアの人々が生活するうえで欠かすことのできない、地下から汲み上げた飲料水である。調査によると、これらの地域の地下水にはWHOの飲料水水質基準(0.01[mg/L])の20~100倍(0.2~1.0[mg/L])のヒ素が含まれており長期的に、または大量に摂取したことでヒ素中毒を引き起こしたと考えられる。そこで、本研究はばねフィルタ、珪藻土及び酸化鉄を用いたろ過装置により、ヒ素溶液の濃度を東南アジアにおける飲料水の水質基準である0.05 [ppm]まで下げることが目的である。

2 実験装置

水からのヒ素の除去法としては、共沈法(凝集・沈殿法)と吸着法の2つが知られている。今回用いる除去方法は活性アルミナ法に次いで普及している鉄酸化物系の吸着ろ過材を用いた方法である。ただし、鉄酸化物系吸着材は再生が不可能であるため、1年毎に全ろ過材の取り替えることが一般的で、これも廃棄物が大量に発生するという問題がある。本研究では酸化鉄を用いた吸着法によるろ過および以下のFig.1に示すばねフィルタと珪藻土を用いたろ過を組み合わせて、従来よりも廃棄物を少なくし、効果的にろ過を行えるようなシステムを目標としている。酸化鉄を用いたろ過は広く行われており、一定の効果が得られることが分かっている。そして今回、新たに導入されたのがばねフィルタであり、ばねフィルタに珪藻土を吸着させてろ過膜を作る。ここで2価鉄を塩素と反応させることで3価鉄とし、凝集材として作用させる。これによりヒ素のpHが変化し、ヒ素が凝集するため、珪藻土膜を通過できなくなり、ろ過が可能となる。

以下のFig.2にばねフィルタM15-200と珪藻土によるろ過プロセスの概略図、Fig.3に実験装置の写真及び概略図を示す。

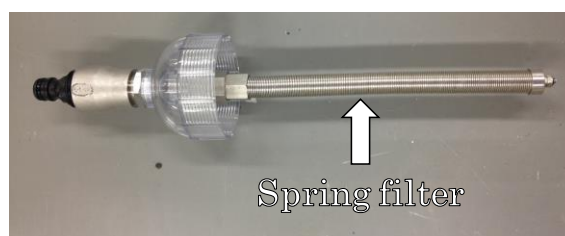


Fig.1 Spring filter unit

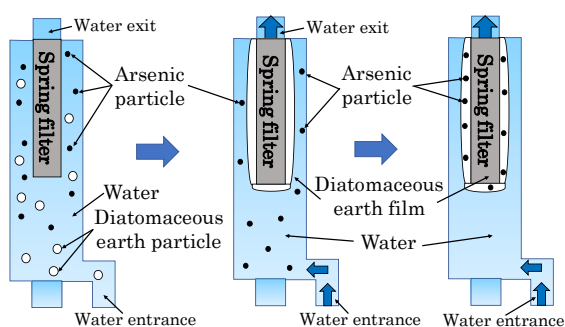


Fig.2 Process of filtration

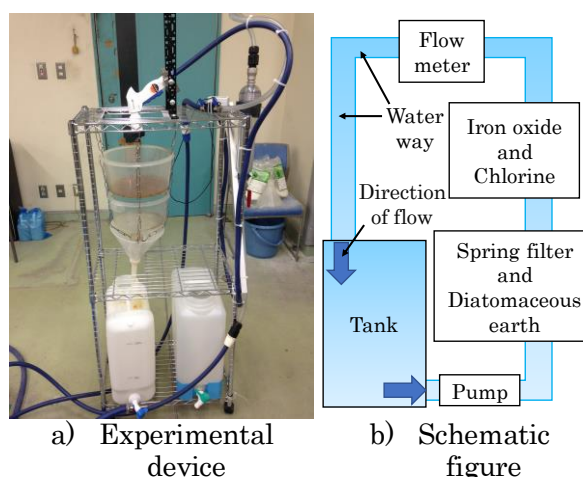


Fig.3. Photograph and schematic figure of experimental device

Removal Arsenic in Groundwater by Spring Filter

Kensuke HIRATA, Susumu TAKAHASHI, Hiroaki MINAMISAWA, Sakiyori MONOBE and Nagatomo MONOBE

このバネフィルタの利点としては、従来のろ過フィルタだと、定期的にフィルタごとと交換する必要があるのに対し、バネフィルタの場合は表面に吸着させる珪藻土のみを交換するだけですむため、半永久的にフィルタを利用でき、廃棄物を削減することができる。また、酸化鉄を用いたろ過と併用することにより、酸化鉄と珪藻土の交換頻度を減らすことができる。

3 実験方法

3. 1 ヒ素ろ過実験方法

タンクに水 10[L]及びヒ素標準液 100[ml]を入れ、攪拌棒で3分ほど攪拌した後、タンクに珪藻土 5[g]を入れ、ろ過装置を取り付けていない状態でポンプを作動させ、水路に溶液を5周流し、十分に溶液の攪拌を行った。攪拌が終わった段階で、溶液のサンプルを15[ml]採取した。まず水路上にバネフィルタを設置し、ポンプを作動させ流量計で流量を確認しながら溶液を1, 3, 5回と循環させ、それぞれ溶液のサンプルを15[ml]採取した。鉄サビリベットと塩素によるヒ素除去実験の際も同様の操作を行った。

3. 2 ヒ素濃度の測定方法

ヒ素の濃度は、試料溶液に光を当て、その光が試料を通過する際の対象となる物質による光の吸収の程度、すなわち吸光度を測定することにより、その物質の濃度を定量的に分析する方法である吸光光度法により測定した。測定にはPinAAcle900T型原子吸光分光分析装置を使用した。

4 実験結果

試験結果のグラフを Fig.4 に示す。詳細な結果としては、ろ過をしていない段階のヒ素溶液濃度が 0.317[ppm]だったのに対し、2種類のろ過を行った結果、溶液濃度が平均で 0.211[ppm]まで低下した。すなわち、溶液中のヒ素濃度が 0.106[ppm]だけ減少した。また、鉄サビによるろ過からバネフィルタによるろ過に切り替えた際に溶液中のヒ素濃度が上昇していることが Fig.4 から分かる。

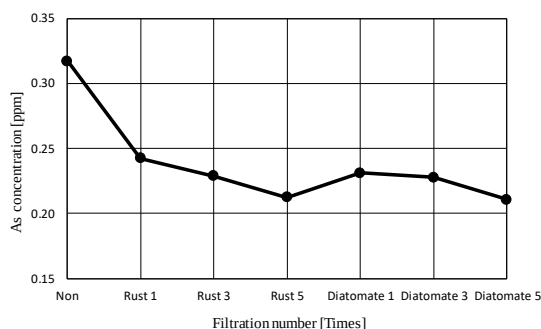


Fig.4 Graph of arsenic concentration and circulation number of times

さらに、鉄サビろ過では1, 3, 5周で一定の量をろ過できるのに対し、バネフィルタのろ過では時間が経つにしたがって、ろ過したヒ素の量が多くなっていることが分かる。

5 考察

東南アジアの地下水のヒ素濃度は約 0.1[ppm]とされている。また、東南アジアの飲料水の水質基準値は 0.05[ppm]であるので、溶液中のヒ素濃度を 0.05[ppm]下げる必要がある。今回の試験結果では 0.106[ppm]分のヒ素をろ過することができた。ただし、Fig.4 から分るように、鉄サビろ過から珪藻土ろ過に切り替える際に、溶液の濃度が上昇している。これはろ過装置の取替え時の振動などで、鉄サビに吸着していたヒ素が脱離してしたと考えられる。続いて鉄サビによるろ過の場合、ヒ素濃度は循環回数に対し一定の割合で増加しているのに対し、バネフィルタによるろ過の場合は循環回数が増えるにしたがって、ヒ素濃度の減少率が大きくなっている。これは珪藻土がバネフィルタの表面に十分なる過膜を形成するまでにある程度の時間を要するためと考えられる。この珪藻土膜の形成時間を短縮する方法としては、流路を短くすることで流路損失を減らすことと、より高出力のポンプを使用することが上げられる。これにより、珪藻土膜の形成時間を短縮され、より早い段階でヒ素を十分にろ過できるため、ろ過に必要な時間が短縮できるだけでなく、ポンプの出力が上がるため、ろ過できるヒ素の量も増加すると考えられる。今回の試験では循環回数が5回ずつであり、Fig.4 から分かるように鉄サビろ過とバネフィルタろ過共に、ろ過の飽和状態になっていないので、さらにろ過の回数を増やして、ろ過の限界値を確認する必要がある。

6 まとめ

- 1)ろ過試験により、開始時の 0.320[ppm]から 0.106[ppm]まで、ヒ素濃度の低減を確認できた。
- 2)鉄サビろ過では1周ごとに一定量のヒ素をろ過したのに対し、バネフィルタによるろ過の場合は循環回数が増えるにしたがって、ヒ素濃度の減少率が大きくなっている。これは、バネフィルタに珪藻土のろ過膜が形成されるまでに時間がかかるためと考えられる。この改善策として、流路損失を減らし、ポンプの出力を向上させることが上げられる。
- 3)今後の方針としては、ろ過開始時の濃度を 0.05[ppm]にし、実際の環境に近づける。溶液の循環回数をさらに増加させ、ろ過の限界値を見極める。また、ヒ素の吸着した珪藻土の処理方法について検討することが上げられる。