

夏休み 自由研究特集

じょうすいじょう か そう ち つく
三二浄水場(ろ過装置)を作って

じっけん
実験してみよう！



イメージキャラクター
メデちゃん

じっけん けっか
～実験の結果～



ペットボトルを使ったろ過装置



企業団広報誌「水音」の第11号で、浄水場ではどのようにしてきれいな水をつくっているのかを知っていただくために、「ミニ浄水場(ろ過装置)を作って実験してみよう」という夏休み自由研究特集を組みました。

そこで紹介したペットボトルのろ過装置を使って、実際に実験をしました。

広報誌に掲載した9種類のものが入った水で実験しましたので、その結果を紹介します。

実験1. にごった水(泥水)

実験2. 水で100倍に薄めた牛乳

実験3. 水で100倍に薄めたしょう油

実験4. 水で5倍に薄めた米のとぎ汁

実験5. 水で20倍に薄めた紅茶

実験6. 水で20倍に薄めた味噌汁

実験7. 水性インク(ごく少量)で着色した水

実験8. 水性絵の具(ごく少量)で着色した水

実験9. 水で10倍に薄めたコーラ

ミニ浄水場(ろ過装置)を作るときに必要な材料や作り方、実験方法は、
企業団広報誌「水音」第11号もしくは、企業団ホームページに掲載している
「ミニ浄水場(ろ過装置)を作って実験してみよう」をご覧ください。

また、実験に使用した水は絶対に飲まないようにご注意ください。

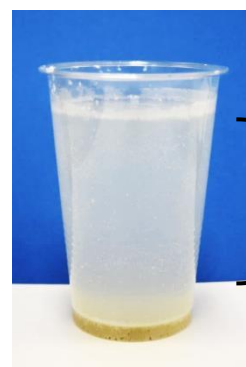


じっけん けっか ～実験の結果～

じっけん 実験1. にごった水（泥水）

この実験で使用する「にごった水」は、ろ過装置にしきつめる川砂を洗ったときの泥水を使用しています。

- ① にごった水をかきまぜながら、ミョウバン（凝集剤の代わり）をお湯で溶かしたミョウバン液と重曹を入れます。
- ② まぜ終わったら、30分ほどそのまま置いておきます。30分経つと、下の写真のように水の中に漂っていたにごりが、大きなかたまりになり、沈でんします。このにごりをかためて沈める工程を「凝集・沈でん」といいます。



うわす えき
上澄み液

- ③ 上澄み液を、2つのプラカップに分け、分けたうちの1つを、ろ過装置の上から流し入れると、下から水が出てきます。この工程を「ろ過」といいます。
- ④ ろ過後の水を、元のにごった水、凝集・沈でんさせた上澄み液と比べます。



にごった水



うわす えき
上澄み液



か ご みず
ろ過後の水

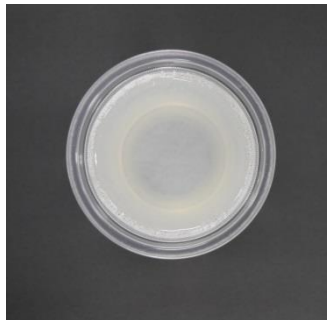
このように、元のにごった水、凝集・沈でんさせた上澄み液、ろ過後の水を比べると、段々とにごりが取れてきれいになっています。



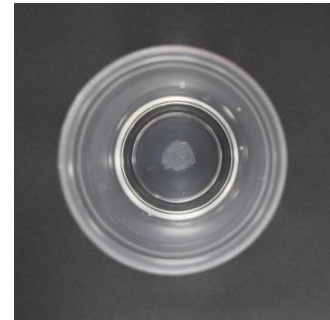
〔にごりの違い〕



にごった^{みず}水



うわす^{えき}上澄み液



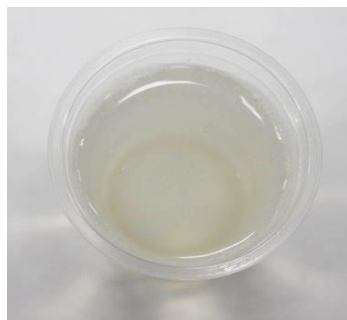
かご^{みず}ろ過後の水

カップを黒い紙の上にのせて上から見比べると、にごりの違いが分かりやすくなります。

〔色の違い〕



にごった^{みず}水



うわす^{えき}上澄み液



かご^{みず}ろ過後の水

カップを白い紙の上にのせて上から見比べると、色の違いが分かりやすくなります。

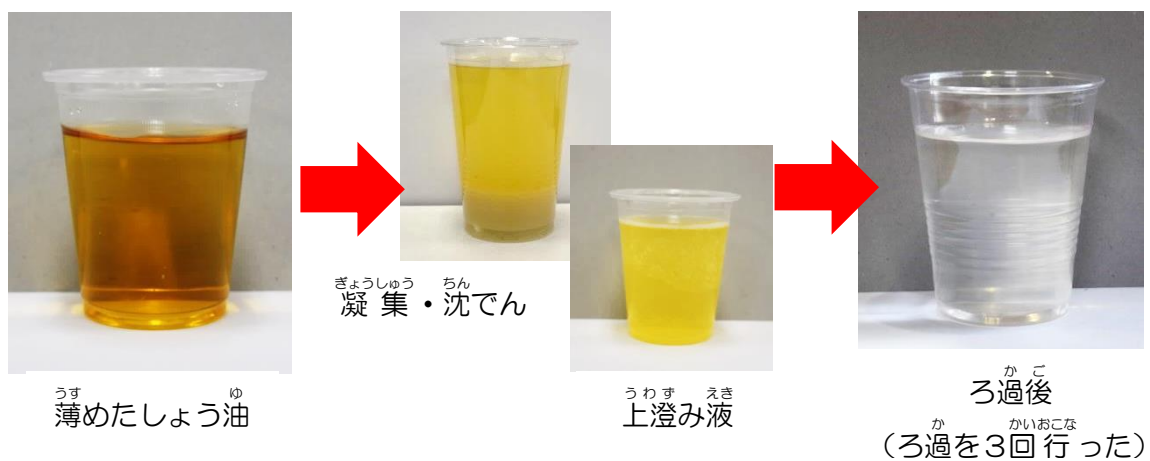
このように、色の成分も同時に取りのぞかれているのが分かります。



じっけん みず ばい うす ぎゅうにゅう
実験2. 水で100倍に薄めた牛乳



じっけん みず ばい うす ゆ
実験3. 水で100倍に薄めたしょう油



じっけん みず ばい うす こめ じる
実験4. 水で5倍に薄めた米のとぎ汁



じっけん 実験5. 水で20倍に薄めた紅茶



じっけん 実験6. 水で20倍に薄めた味噌汁



じっけん 実験7. 水性インク（ごく少量）で着色した水



実験8. 水性絵の具（ごく少量）で着色した水



絵の具の種類によっては、凝集・沈でんできない場合もあります。

実験9. 水で10倍に薄めたコーラ



いずれの水も、「凝集・沈でん」、「ろ過」によって、にごりや色が取れてきれいな水ができました。



じっけん みず 実験で水がきれいになるしくみ

〔薬を使ってにごりをかため、沈める〕

みず くすり ぎょうしゅうざい じっけん い みず なか どうし
水に薬（凝集剤：この実験ではミョウバン）を入れてまぜると、水の中のにごり同士
がくっついて、重くなって沈みます。薬の力によって、多くのにごりや色の成分が
しず と
沈み、取りのぞかれます。

いろ せいぶん くすり ちから かた ぎょうしゅう かた しず
にごりや色の成分を薬の力で固めることを「凝集」、固まったにごりなどが沈む
ことを「沈でん」といいます。

みず いろ みず すう あつ なか かっせいたん すな
にごった水や色のついた水を、数cmの厚さしかないペットボトルの中の活性炭や砂
の層に通すだけでは、きれいにできません。この実験でにごりが取れたのは、にごりな
どをかためる「凝集剤」がとても大切な働きをしているためです。重曹を入れたの
は、ミョウバンによる凝集の働きを助けるために、入れました。

〔活性炭の層、砂の層でにごりを取りのぞく〕

かっせいたん そう すな そう と
しばらく置いても、凝集・沈でんで取りきれなかったにごりや色の成分は、ろ過装置
なか かっせいたん すな そう とお かっせいたん すな そう じっけんけっか しゃしん
の中の活性炭と砂の層を通るときに、活性炭や砂の層にくっついて、実験結果の写真の
ようにその大部分が取りのぞかれて、きれいな水になります。

みず かっせいたん すな そう とお ちい と こうてい
水を活性炭や砂の層に通し、小さなにごりを取りのぞいて、きれいにする工程を、
「ろ過」といいます。



みず なか いろ せいぶん と おも
水の中に色の成分が溶けていると思われる
こうちゃ ひだり しゃしん ひかり ひかり
紅茶も、左の写真のように、光をあてると光の
すじ み
筋が見えます。

すいちゅう いろ せいぶん ちい つぶ ただよ
これは、水中に色の成分の小さな粒が漂って
いて、その粒に光が乱反射しているためです。

しおみず かんぜん みず と
塩水のように完全にものが水に溶けていると、
ひかり すじ み
光の筋は見えません。



ぎょうしゅう ちん ～凝集・沈でんのしくみ～

にぎりやいろの成分などをかためる薬（凝集剤）のはたらき

1. 水の中のにぎりや色の成分は、とても小さな粒で、水の中にまざった状態で漂っています。
 2. この小さな粒は、凝集剤を入れてよくまぜると、薬の働きでお互にくっつきやすくなります。
 3. しばらくまぜていると、水中に漂っていた小さな粒がくっついていくことで、段々と大きなかたまりになっていき、重くなって、その重さで沈みやすくなります。
 4. まぜるのを止めて、しばらく静かに置いておくと、大きく重くなったかたまりが底に沈んでいきます。
- 十分に大きくなれなかった小さな粒などは、沈むことができずに、水の中を漂ったままとなっています。
- また、塩水のように完全にものが水に溶けていると、薬が働かないのでかたまりをつくって取りのぞくことはできません。

かっせいたん ～活性炭のはたらき～

1. 活性炭には、無数の小さなあながあいています。
2. その小さなあなは、水の中の色やにおいのもとなどを吸着して取りのぞきます。

か ～ろ過のしくみ～

1. 沈むことのできなかったにぎりや色の小さな粒は、凝集剤を入れてよくまぜたので、薬の働きでお互にくっつきやすくなっています。
 2. 他のものとくっつきやすくなっているにぎりや色の成分などは、細かい砂の粒と砂の間を通るときに、砂の粒にくっつきます。
- その結果、砂の粒より小さなにぎりも取れて、きれいな水になります。



じっけん じょうすいじょう みず ひかく ～実験と浄水場の水がきれいになるしくみの比較～

きたち ば じょうすいじょう
 北千葉浄水場
 じょうすい
 浄水フロー



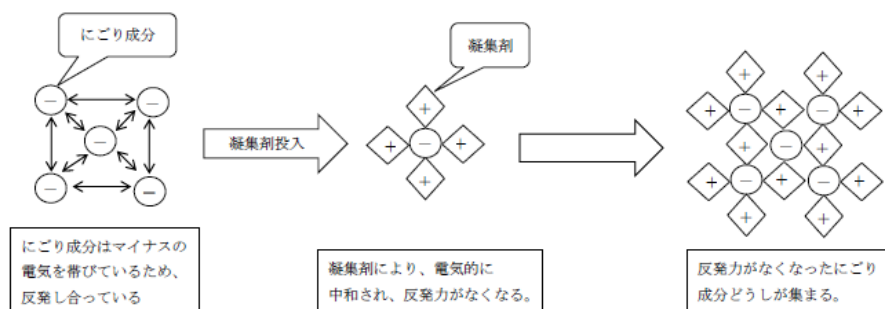
こうてい 工程	じっけん 実験	きたち ば じょうすいじょう 北千葉浄水場
にごりをかた め、沈める。	ミョウバン液と重曹を入れ、 かきまぜるとにごりのかたまりが できる。(凝集) その後、にごりのかたまりが 重くなって沈む。(沈でん)	薬(凝集剤)を入れ、にごりを かためて、沈めて取りのぞく。 (② 凝集・沈でん池) 土やドロの汚れ ちいさな植物 (プランクトン) 薬の力で、くっついた様子
かっせいたん 活性炭の層に、 水を通す。	色やにおいのもとを取りのぞく。	色やにおいのもとを取りのぞく。 (④ 生物活性炭吸着池)
すな 砂の層に、 水を通す。	取りのぞけなかったにごりなどを きれいに取りのぞく。	凝集・沈でんで取りきれなかっ たにごりなどの小さな粒をろ過 してきれいに取りのぞく。 (⑤ ろ過池)
(ろ過後)	消毒をしていないので、 飲めません。	塩素を入れ、消毒をします。



【解説】 浄水場で水がきれいになるしくみ

～凝集剤のはたらき～

1. 水の中にゴリや色は、とても小さな粒になっていて、水と混ざっています。
とても小さな粒は、沈むことなく水の中を漂っています。(分散)
2. これらの小さな粒は、それぞれがマイナスの電気を帯びていて、お互いに反発し合いながら水中を漂っています。
3. 凝集剤はプラスの電気を帯びています。水に凝集剤を入れてまぜることで、水中の小さな粒の表面に凝集剤がくっついて、にゴリのマイナスの電気を打ち消します。
4. 電氣的に中和された小さな粒は、お互いに反発する力がなくなります。
5. この状態で水を混ぜると、にゴりの粒同士が衝突するたびに、物質がもともと持っている引き合う力によって、反発することなくどんどんくっついていきます。



6. にゴり同士がくっついていくことで、水中に漂っていたにゴりが、大きなかたまり（フロックといいます）になっていき、その重さで沈みやすくなります。
7. この工程では、はやくまぜ過ぎると、にゴり同士がくっつくこうとする力より、水の流れて離される力が強くなってしまい、くっついていたにゴり同士が、離れてしまいます。ですから、ゆっくりとまぜて大きなかたまりに育てる必要があります。

凝集剤の働きは、水の性質（pH※など）によってとても良く働く状態と、そうでない状態があります。また、かためたいにゴりの性質によっても、最適な条件が異なります。実験で重曹を加えたのは、pHを調整するためです。

浄水場では、河川の水質を監視して、最適な条件で凝集が行われるよう、加える薬品の調整をしています。

※pH…酸性やアルカリ性の度合いを表すもの



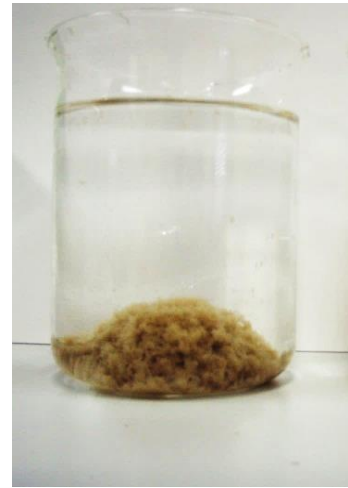
＜浄水場で使用している凝集剤＞

北千葉浄水場で、川の水のにごりを凝集・沈でんさせるため使用している凝集剤は、「ポリ塩化アルミニウム」といい、通称「PAC」と呼ばれています。

PACを使用して、にごった水を凝集・沈でんさせると、下の写真のように、にごりが大きなかたまりになって、沈でんします。



にごった水



PACを使用して
凝集・沈でんさせた状態

北千葉浄水場では、凝集剤を入れてかきまぜ、にごりのかたまりを作って沈める工程を「凝集・沈でん池」で行います。

北千葉浄水場の「凝集・沈でん池」では、にごりのかたまりを作るために、池の中に互い違いの壁を立て、水を流すことで自然に渦を発生させ、水をかきまぜています。



池の中に互い違いの壁を立て、水をかきまぜています。



～活性炭のはたらき～

活性炭には、無数の小さなあながあいています。そのあなが色やにおいのもとを吸着することで水をきれいにします。

小さなあなの表面積は、活性炭1gあたり700～1400 m²（小学校の標準的なプールの約2～5倍の広さ）と、とても面積が大きいので、たくさん色やにおいのもとなどを吸着することができます。

浄水場では、水質の状態に応じて、粉末活性炭を使用して、においなどを取りのぞき、水をきれいにしています。



粉末活性炭

北千葉浄水場では、平成26年12月から、オゾン処理と生物活性炭処理を組み合わせた「高度浄水処理」を行っています。

北千葉浄水場では、活性炭による吸着を「生物活性炭吸着池」で行っており、活性炭の層は2mの厚さがあります。

この活性炭の表面には、生物（微生物）が住み着いているので、「生物活性炭」といいます。

生物活性炭では、活性炭が持つ小さなあなに物質を吸着する作用と、微生物が有機物（川の水の汚れなど）を分解する作用で、水中のにおいのもとなどを取りのぞいています。



北千葉浄水場で
使用している
生物活性炭



～高度浄水処理とは～

「オゾン処理」と「生物活性炭処理」を組み合わせた浄水処理を「高度浄水処理」といいます。

従来の処理方法（凝集・沈でん・砂ろ過方式）に高度浄水処理を加えることで、さらにかび臭やカルキ臭（不快な消毒のにおい）の原因となる有機物を取りのぞくことができます。

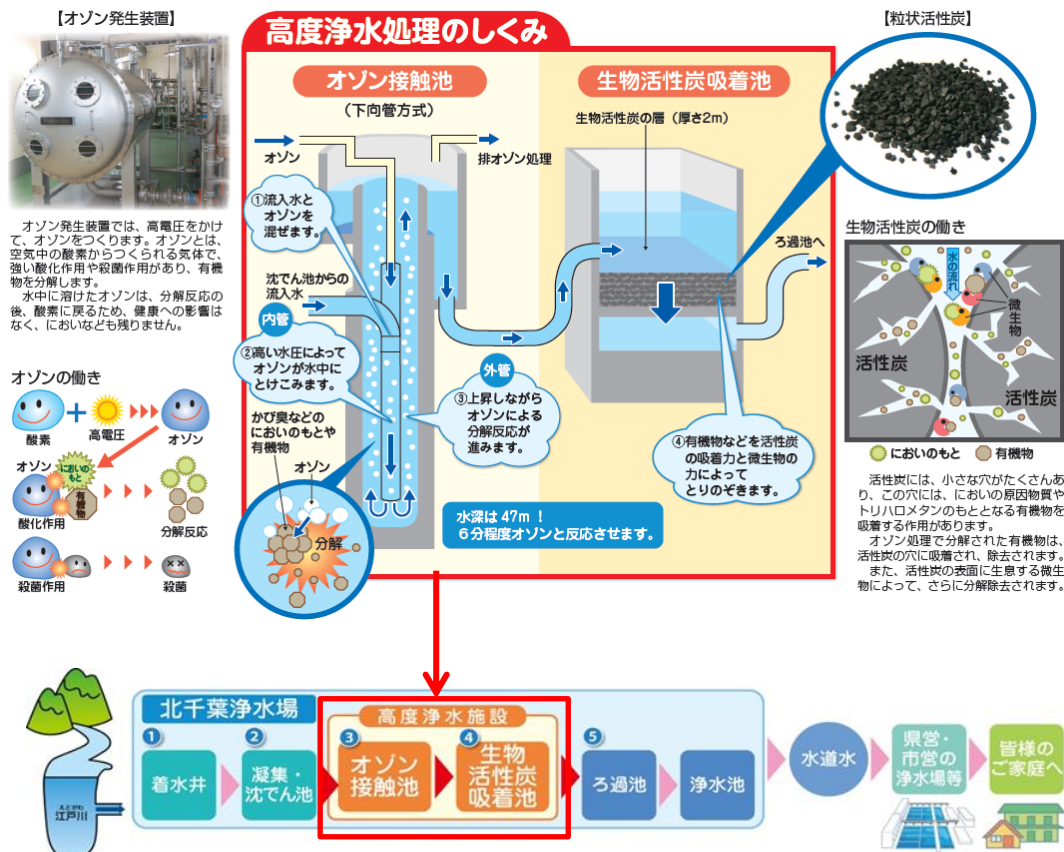
〔オゾン処理〕

空気中の酸素からつくったオゾンの強い酸化力で、においのもとや有機物をバラバラに分解します。

〔生物活性炭処理〕

厚さ2mの活性炭の層に水を通し、オゾン処理でバラバラに分解したにおいのもとや有機物を、活性炭にある無数の小さなあなで吸着して、取りのぞきます。

さらに、活性炭の表面に住み着いた微生物が、有機物を分解します。（このような活性炭を生物活性炭といいます）



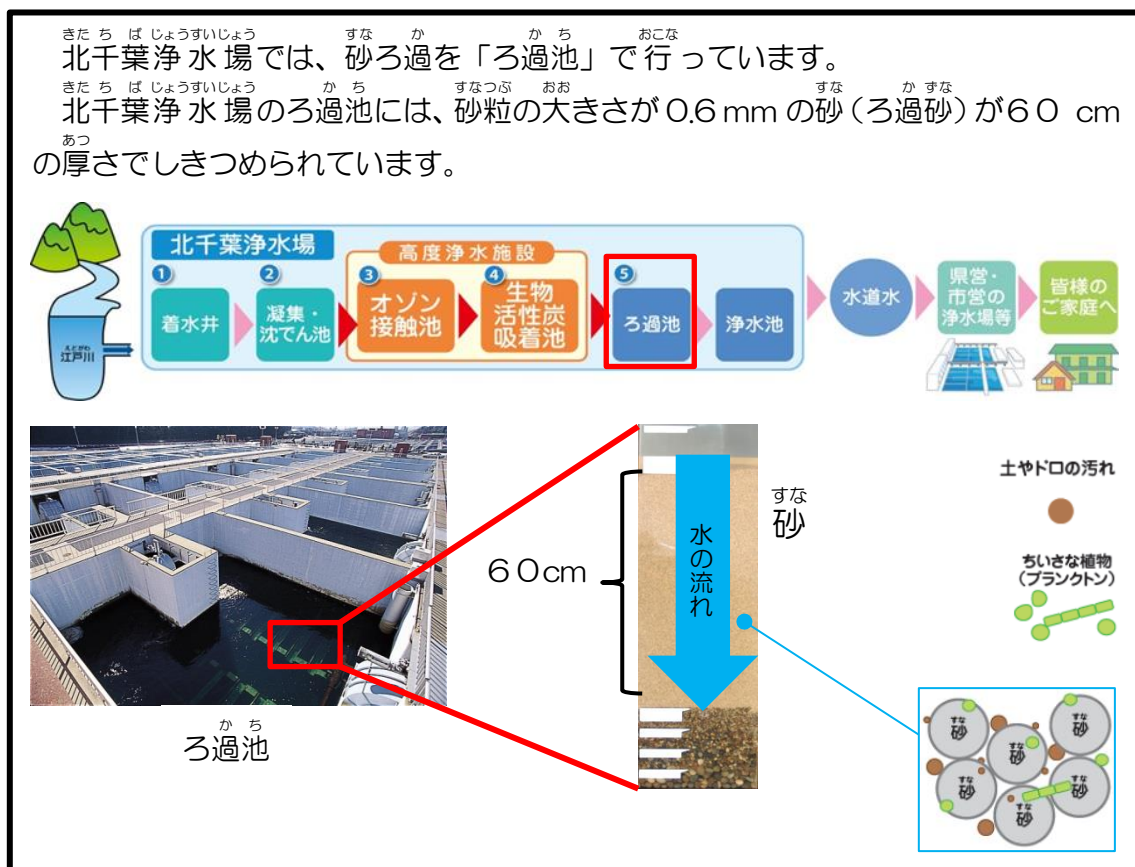
～砂ろ過のしくみ～

砂の層の上から下へ水を通すことにより、凝集・沈んでとりきれなかった小さなにがりを取りのぞきます。

砂粒と砂粒の間は、目で見ると、とても小さなすきまですが、取りのぞこうとしているにがりの大きさと比べると、かなり大きなすきまになります。

「砂でろ過する」と聞くと、小さなにがりは通り抜けてしまうのではないかと思われるがちですが、にがりは薬の力でくっつきやすくなっているので、砂粒と砂粒の間を通るときに、にがりが砂粒にくっついていきます。

にがりを砂粒と砂粒のすきまで、こしとるのではなく、薬の力で小さなにがりを砂粒の表面にくっつけることによって、取りのぞいています。



砂ろ過では、小さな細菌などもほとんど取りのぞけますが、完全には取りのぞくことができないため、この後に塩素を入れて消毒をしています。



北千葉広域水道企業団
総務部 経営管理室

〒271-0041

千葉県松戸市七右衛門新田 540 番地の5

<http://www.kitachiba-water.or.jp/>

実験結果 Ver.1.0

平成27年10月