

60057

教科書文庫

6
420
45-1949
01304 49872

Kodak Gray Scale

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

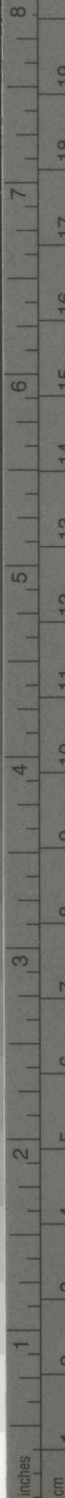


© Kodak, 2007 TM: Kodak

Kodak Color Control Patches

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

© Kodak, 2007 TM: Kodak



文部省検定済教科書

私たちの科学2

水はどのようにたいせつか

中学校 第1学年用

931	類
2	號

三省堂

中央図書館

広島大学図書

0130449872





発電所のダム

昭和24年10月10日 文部省検定済
中学校 理科用

私たちの科学 2

水はどのように
たいせつか

中学校 第1学年用

三省堂編修所編
代表者 亀井寅雄

三省堂出版株式会社

編修委員長 白井俊明

編修委員

浅生貞夫	新野弘
藤島亥治郎	野口尙一
萩原雄祐	丘英通
畠山久尙	大越諄
星合正治	桜井芳人
加藤元一	須藤俊男
加藤茂数	田村剛
三野与吉	谷村功
三輪知雄	友野史生

目次

I 自然界の水	1
1 身のまわりにある水	1
2 目に見えない所にある水	1
3 水はどんな役をするか	4
復習	6
II きれいな水	7
4 きたない水	7
5 物を溶かした水	10
6 飲める水	12
復習	13
III 純粋な水	13
7 じょうりゅう	13
8 雨水	17
9 水はほかの物に変わるか	19
10 物を溶かすと水の体積はどう変わるか	20
11 温度が変わると水の体積はどう変わるか	22
復習	25
IV 飲む水はどんな水がよいか	26
12 私たちは水をどのようにして飲んでいるか	26
13 鉄分のある水	27
14 水の試験	30
復習	34
V 井戸と水道	35
15 井戸の位置	35

16	水道	36
17	下水道	38
18	水圧	40
	復習	43
VI	せんたくによい水	43
19	せっけんのあわの立たない水	43
20	ゆあか	47
21	硬水を軟水に変える	48
	復習	50
VII	水の成分	50
22	水は分解することができる	50
23	水は酸素と水素とからつくられる	54
24	元素	54
25	分子と原子	56
	復習	59
	索引	1~2

I 自然界の水

1 身のまわりにある水

私たちの身のまわりにはいたるところに水があります。川の水・池の水・湖の水・海の水をはじめ、井戸の水、水道の水、ごぼうの水など私たちに直接関係の深い水もたくさんあります。大空から降る雨も天然の水ですし、雪やあられは固体ですが、溶ければ水になるもので、やはり水の特別の姿をしたものなのです。雨や雪などのもとは空に見える雲です。その雲は、どうしてできたものでしょうか。それは空気中の水蒸気からできたものなのです。空気中にある水蒸気は空気と同じように、見えない気体ですが、冷えると小さな水の玉になって見えるようになります。それが空にたくさん集まってできる時には雲であり、地上の冷たい物の表面に着いた水の玉は露です。水蒸気は目の前であっても見えないものですが、物に隠れていて水とは気づかれないでいる水もたくさんあります。地上に降った雨水はどこへ行くか考えてみましょう。その一部は流れて普通の水として川にはいるでしょうし、また一部は土の中にしみこんでいくでしょう。土にしみこんだ水は地中深くはいつていくものもあるでしょうし、また、あとになって蒸発して水蒸気になるものもあるでしょう。しかしちょっと見てかわいているように見える土にも水がかなり含まれているものです。

2 目に見えない所にある水

実験 校庭の片すみ、道ばた、家の軒下、畑などから土を取って

来て、一定の目方(たとえば 100g) だけ測り、それを鉄板または鉄ざらの上のせて 110° ぐらいの温度にしながらしばらくあぶってから、また目方を測ってごらん下さい。その時の目方の減りは、大部分水が蒸発したためですから、それを土の中の水分の量と見てよいでしょう。こうして今取って来たいろいろの土について水分の量を比べてごらん下さい。

また同じ場所で、雨のすぐあととよい天気が続いたあととでは、どう違うかを比べてごらん下さい。また同じ場所で深さによってその中の水分がどう違うかを比べることもおもしろいと思います。

土ばかりではない、植物や動物にもたくさん水が含まれています。野菜などをかわかすと、その目方は数分の一になり、90%以上が水分であるようなものも少なくありません。だいこん・いも類などはその例です。

実験 植物などをかわかすには、よほど注意して一部分でも温度が高くなりす

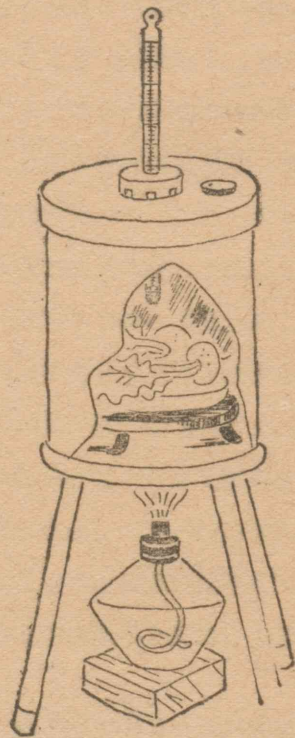
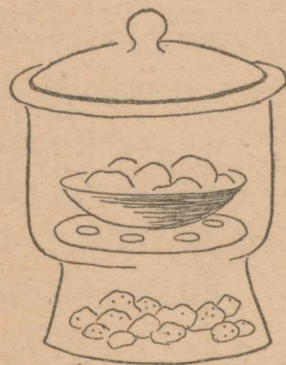
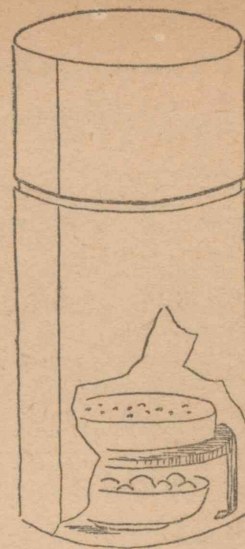


図 1



乾燥器



茶筒でつくった乾燥器

図 2

ぎないようにしないと、こげて別の物に変化するので、図1のような金属製の箱を外から熱して、その中の空気が 100° より少し高い温度、たとえば 110° ぐらいになるように、火または電気を調節して、その中で目的の物をかわかせばよい。このような装置がなければ、なべを使い、その中にたなを作って、そのたなの上にさらをのせ、そのさらに調べる物をのせればよい。またブリキで図のような装置を作って二、三の植物のいろいろの部分(葉・幹・実・根など)の水分を測ってごらん下さい。

実験 温度を上げないで物をかわかすには薬品を使うことです。それには乾燥器(デシケーター)と呼ばれるガラス製の器を使いま

す。その下の段に塩化カルシウム・濃硫酸などの乾燥剤を置き、その上のたなにかわかす物をさらなどに入れておくのです。この方法は普通かわくの長時間かゝりますが、温度を上げないので、物をこわさずにかわかすことができます。乾燥器のない時は、少し大きな廣口びんを使ってもよいでしょう。濃硫酸は取り扱いがむずかしいので、塩化カルシウムを使い、自分でこういう乾燥器を使って、いろいろの物をかわかしてごらん下さい。かわきの程度はその目方の減り方からわかるので、絶えずてんびんで目方を測ってみる必要があります。

実験 花びんに花などをさしておくと、花びんの水は盛んに減るのがわかります。しかし、その水は花になったものかどうかを調べる実験をしてごらん下さい。それには、さす花をあらかじめ目方を測っておき、数日後、水がなくなってから、花の目方がどれくらいふえたかを調べ、花びんの水の減り方と比べてごらん下さい。

3 水はどんな役をするか

自然界には、いたるところに水がいろいろの姿で存在していますが、それらはどんなはたらきをしているのでしょうか。海・湖・川の水の中には、たくさんの魚がすんでいますし、また、その水面では人々が舟を浮かべて行き来をしたり、物を運んだりしています。大きな都会はこうした水の使いやすいつとりに発達します。私たちは川の水や井戸の水を、物を洗ったり、料理をしたり、飲んだりするのに使っています。大きな都会では、こういうきれいな水をたくさん必要とするので、特別に水道の設備ができています。また火事のような時に、特に、大

きな都会では水が自由にたくさん使えるようにしなければなりません。火事の時ばかりでなく、天気が続いて暑苦しく、ほこりが立ちすぎる時も、水まきをすると、都会の人はたいへん暮らしよくなるものです。

水は、私たちに利益を与えるようなことばかりをしているわけではありません。ことに流れている水は恐ろしい破壊力を持っています。津波や洪水^{こうすい}の害は、人のよく知るところです。それで、私たちは川などでは、それらの害を防ぐために堤防をこしらえたり、せきをつくったりして、水の流れをうまく調節する大きな土木工事をするのです。しかし、川や海岸の絶えず水の動いている所では、大なり小なり、いつも土や岩をこわし、そのこわした物を運んでいるものです。そのために、山には谷が深く掘りこまれ、低い平野の方には石ころや砂やどろがたまってくるのです。

動物や植物には相当たくさんの水が含まれていますが、その水はどんなはたらきをしているのでしょうか。それは、こゝでは深く立ち入ることはやめませんが、動物や植物に水がなくなれば、いや水分が少なくなるだけで、生活がとまってしまうということは、だれでも知っていることでしょう。私たちは長い間暖かい所にいたり、風に吹かれていたり、水を飲みたくなるものです。植物はその根もとに水が少なくなると、しおれてきます。植物の種の部分は普通特に水分が少なく、10% ぐらいしか水を含んでおりませんが、それをぬらしておくと、水分がふえ、芽が出て生長しはじめます。このようなことを考えてみると、生物にとって水はたいせつなものであることがわかるでしょう。しかも、それは少しばかりの水ではいけません。植物にしても、その

からだが育っていくのに、目方にして、数百倍の水がいると言われて
います。私たちにしても、水は飲まなくても絶えず水分の多い物を食
べています。また断食ということをする時でも、水だけは飲むのが普
通です。

^{*}
研究 井戸を掘る時水のわき方と土質との関係を調べてごらん
なさい。

研究 井戸水の水位を定期的に毎日、1 か月以上続けて測って、
天候とどのような関係があるかを調べてごらんください。水位の測り
方は井戸側からひもにおもりをつけておろし、おもりが水面に達す
るまでの長さを測ればよいのです。この水位は雨量と関係があるは
ずですが、さてどのような関係があるかをよく調べてごらんください。

研究 井戸水の温度を1年ほど続けて測り、その附近の気温と比
べてごらんください。井戸水の温度は、くみ出して測ってもよいので

す。

復習

- (1) 地球の表面で、水がどのようにめぐり歩いているか、またその時どんなは
たらきをしているかということについて、一つの物語をまとめてみなさい。
- (2) 海岸の砂地で、海に向かって流れる小さな川が海に届かないうちに消え
ていることがあります、どういうわけでしょうか。

* これらは有志の人の研究とし、研究の結果を級に報告し討論するとよいでし
ょう。

** 井戸水の温度は1年じゅうを通じて7~15°のものがよいのです。大気
の温度ですぐ変化する井戸水は、地表の水が流れこんでいる証拠です。

*** こういう目的の特別な温度計はあるが、一般には入手しにくいでしょう。

(3) 山地などで、がけの下の方などから水が吹き出ていることがありますが、
そのわき口の附近の土質や岩の構造を調べてごらんください。

(4) 同じ大きさの植木ばちを二つ用意し、それに同じくらい水分を含んだ土
を同量入れ、一つはたゞ土だけとし、他の一つには葉の多い草を植えてお
くと、どちらの土が早く水分を失うでしょうか。

次のことは正しいですか。

- (1) 地面に降った雨は、一部は流れ去って川に入り、他は土にしみこんで土
に変わってしまいます。また一部は蒸発します。
- (2) 植物が吸い上げた水は、すべて植物の一部になってしまいます。
- (3) 木のはえていない山地に雨が降ると、たちまち下の方の川の水がふえま
す。木が茂っている山に雨が降ると、木がそれを吸い取って下の方の川に
は少しも水が流れて行きません。

II きれいな水

4 きたない水

透きとおった、濁りのない、そして色のないことが、きれいな水と
しての、まず第一の必要な条件です。濁った水というのは、よく見る
とその中にいろいろの物がまじっています。もちろん、ちょっと見た
だけでも、よくわかるような大きな物が、浮かんでいる水は、よごれ
た、きたない水です。ところがよく見ても何もまじってはいないよう
でいて、なんとなく濁った、きたない感じのする水があることがあり
ます。こうした水は、井戸水などでも見ることがあります。目に見え
るようなものがなくても、濁って見えるような水は、きたない水です。
このようなまじりものや、濁りの原因になるものは、こし紙(濾紙)や

素焼きの筒でこし分けることができます。こし分けられた水は、だいたいきれいな、透きとおった水です。

実験 雨のあとの濁った川の水、または井戸の水にざるをまぜて濁らせた水を試験管に入れ、しばらくほっておいて、どんなことが起るかを調べてごらんください。軽いごみは浮き、砂粒などは沈み、水は全体としては、しばらく濁っています。やゝ長い時間がたてば、上の方から次第に澄んでくるのがわかるでしょう。

この実験から、どんなことが考えられるでしょうか。水の中のごみなどは静かにしておくと、浮くものは浮き、沈むものは沈んでしまつてきれいになりますが、かきまぜたりすると、また濁ってきます。

ところが静かな池の水や沼の水はきれいでしょうか。たいていの井戸の水はきれいですが、池や沼の水は遠くから見た時はきれいに見えても、きれいな試験管などに取って見ると、なんとなく濁ったような、きたない水であることに気がつくでしょう。そして、この濁りは静かにしておいても浮きもしなければ沈みもしません。時には小さな動物(みじんこ・ヒドラなど)や、細かい植物(けいそろ・りょくそろなど)が見られることさえあります。こうした生物は、特別に動いているために、また特別の色を示すので、注意すれば肉眼または虫めがねで見つけることもできます。しかし、こういう水の中には虫めがねでも見えない、もっと小さな生物も含まれていることが多いものです。それはバクテリア(細菌)です。

こういうひとりでの浮きも沈みもしないまじり物は、どうしたら分

けられるでしょうか。それは次の実験によって理解できるでしょう。

実験 池または沼の水をこし紙とじょうごを使う方法でこしてごらんください。また上の実験で使った濁った水をこの方法でこしてみなさい。そして、こし紙に残った物を小さな棒の先ですくいとってガラス板にひろげ、虫めがねで調べてごらんください。また、余裕のある時は顕微鏡でも調べてごらんください。小さな生物や砂粒のほか、正体のわからないごみがたくさん見えるでしょう。

こし紙は水は通しますが、ある大きさより大きい粒は通さない性質があります。それは、こし紙は繊維を集めて作ったもので、その集まりのすきまが狭いためです。普通の紙はその繊維が水にぬれにくいように薬がまぜてあるので、水も通しにくいのですが、こし紙を作っている繊維は、水にぬれるので、こし紙は水をよく通します。しかし、繊維のつめ方などの違いによって、目のあらいこし紙や細かいこし紙などを作ることができます。目の細かい素焼きもこれに似たもので、その細かいすきまを通して水は通りぬけられますが、バクテリアなどは通れません。素焼きの筒を使ってきれいな水を作る簡単な装置もできています。

このようにこしわけてきれいにしたはずの水でも、時にまだなんとなく濁ったような感じのすることがあります。目のあまり細くないこし紙を使う時はそうですが、目の細かいこし紙を使っても、粘土が水に溶いた時は、こした水もまだいくらか濁っています。これは強い光に当てて見ると特によくわかります。ことにその一部にだけ強い光

をあてると、そこが明るくなって見える。それは、煙やごみの立ちこめたへやに戸のすきまから太陽の光がさしこんだ時に、煙やごみのある所が明るく見られることと同じです。

こし紙の細かい目を通りぬけるごみのような物もあります。これに特に強い光を横の方から当てて、そこを上の方から顕微鏡で見ると、細かいごみの粒が光り、盛んに動いているのが見えます。この装置は限外顕微鏡と呼ばれる特別なもので、これによって顕微鏡だけでは見えないような小さな粒も見ることができます。その小さな粒は、空の星のように、たゞ光った点として見えるだけで、形が見えるわけではありません。その小さな光った点は特別な動き方をしている、それが何ものかもっと小さな粒による衝突によって動かされていると解釈されています。そのもっと小さな粒というものはもはやごみの粒ではなく、水をこしらえている粒——水の分子——です。しかし、この分子という粒は、限外顕微鏡でも見ることのできない小さな粒なのです(58 ページを見なさい)。

5 物を溶かした水

こし紙でこし分けて、きれいにし、少しも濁りのない水なら、きれいな水と言ってさしつかえありません。しかし、それが純粋な水であるかどうかはまだ決められません。純粋なためにはまずきれいであって、色もなく、においもなく、味もない物でなければなりません。たとえば海の水は、そのまゝではたいていの場合きれいではないのです。いくらかきれいに見えるものでも、何かが浮いています。それをていねいにこし分けると、きれいな海水にすることができます。しかし、それだけでは純粋な水になったわけではなく、その中には食塩などが溶けています。

実験 きれいな食塩 3g を測り、それを 97g のきれいな井戸水

に溶かすと、きれいな食塩水^{*}ができます。その食塩水は、見たところはきれいな井戸水と変わりませんが、味がある点が大いに違っています。また、それを熱していると、きれいな水では、ほとんど何も残りませんが、食塩水だと水を蒸発させていくにしたがって食塩が出てきて、もと測ったと同じだけの食塩が得られることを実験することができます。この実験には 150cc ぐらゐはいる蒸発ざらを使い、それを熱するのに湯せんなべを使うとよい。じか火で熱すると、蒸発ざら^{*}を熱しすぎて割るおそれがあります。また、物によってはじか火のために、ざらの中の物がこげたりするので、一般にこういう仕事をする時には、湯せんなべが用いられます。

同じことを川の水について行ってごらんください。その時川の水 1l をとり、それを蒸発させて、蒸発しないで残るものがいくらかあるかを調べてごらんください。たゞし、1l の水を一度に蒸発させることができなければ、少しずつたしていきながら蒸発させればよいのです。その時たいていの川の水では 1g 以上のかすが残ることはありません。

実験 海の水だとどれくらいの物が残るかを調べてごらんください。

食塩のようなものは水に溶けているといわれています。そして、ごみやごみのようなものは水に浮いているといわれます^{**}。ところが空気やいろいろのガスは水に溶けたり、またはあわとなって浮いたりする

* この食塩水を 3% の食塩水といいます。

** 浮くということは表面に出ていることをいうのがほんとうかもしれませんが、ごみなどが水中に動きまわっている時にもいいます。

こともあります。水に溶けている空気やいろいろのガスは、熱するとあわになって出ていきます。空気などは低い温度の時ほどたくさん水に溶けます。水中の動物は、この溶けた空気によって生きています。

実験 500cc ぐらいのビーカーに井戸などからくんで来た水を入れ、それに温度計を入れ、温度を測りながら熱していき、水に現われる変化を調べてごらんください。何度ぐらいであわが出はじめますか。そのあわが水蒸気ではないことを確かめる方法も考えてみてください。

6 飲める水

私たちは、きたない水を飲んだり、使ったりする気にはなれません。また、それは飲んだり、使ったりしてはいけないことです。しかし、日常の生活に純粋な水を使うというようなことはありません。飲む水としては濁っていない井戸や泉の水はたいへんよいのです。しかも、よい味さえ感ずるものです。それに対して純粋な水は、かえって味が悪いのです。また夏などになま水は毒だというわけで、よく湯ざましを飲むことがあります。これも味がよくないのです。病原菌さえなければ、きれいな井戸の水は一般に味がよいのです。それは、その中に溶けている微量の塩分や炭酸ガスなどのためです。一度これをわかすと、溶けていた空気や炭酸ガスは逃げて、さわやかな味をなくするので、湯ざましの水は味が悪いのです。塩分も微量ならよいのであって、海水ぐらいになると味が強すぎて、水としてのうまさはわからな

くなります。飲める水はどのような条件を持っていなければならないか、また、それはどうして作るかということについて、もっとくわしく勉強していきましょう。

復習

- (1) 水の中に浮いている物を分けるのに、どんな方法がありますか。今までに学んだことをまとめてみなさい。
- (2) なま水はなぜ有害だといわれるのでしょうか。
- (3) なんのまじり物もない純粋な水を飲み水にしないのはなぜですか。
- (4) 炭酸ガスをたくさん溶かした飲料水をあげてごらんください。
- (5) 次にあげた物を水に溶ける物と溶けない物とに分けなさい。

a 食塩	b ほう酸	c 炭酸ソーダ
d アルコール	e 石油	f 種油
g せっけん	h でんぷん	i 砂
j 石灰		

次のことは正しいですか。

- (1) 透きとおった色のない水は純粋な水です。
- (2) 水に溶けているものは、こし紙でこすと分けられます。
- (3) どろ水は布でこすときれいになります。
- (4) 普通の土は水を含んでいない、少しでも水を加えるとどろ水になります。

III 純粋な水

7 じょうりゅう

実験 水のはいった試験管に曲がったガラス管のついたコルクの

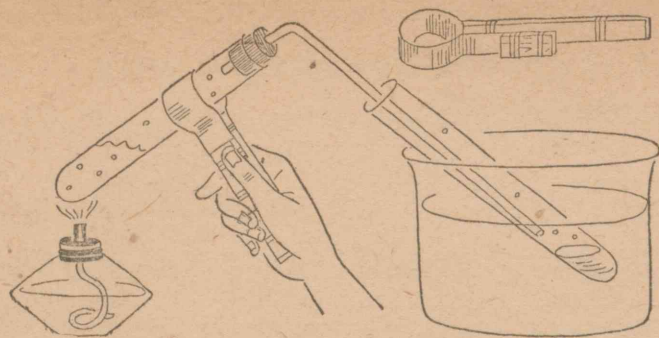


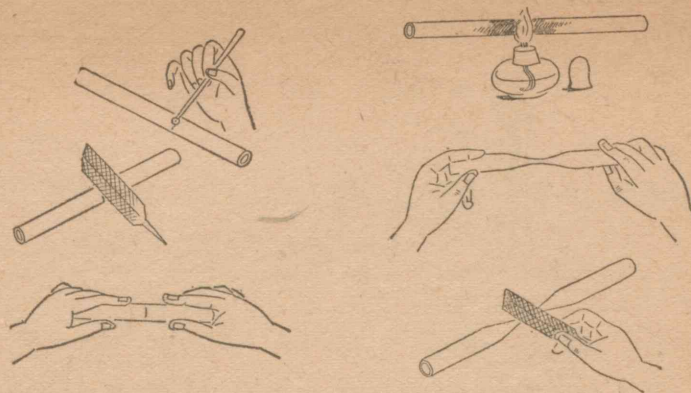
図 3

せんをはめて、図3のような試験管ばさみ^{*}を使ってその試験管をはさみ、ほのおに当てて、中の水を熱してわかし、ガラス管から水蒸気の出るのを調べてごらんください。その水蒸気が空中で小さな水滴となり、湯げとなり、冷たい物に触れると、そこで露ができることなどを調べなさい。また、図3のように水で冷やした試験管の中に導き入れると、そこに水のたまることを調べてみなさい。このことをじょうりゅうといます。

実験 試験管に塩水を入れてじょうりゅうし、試験管の中にどんなことが起るか調べてごらんください。また、出て来た水について、じょうりゅうをしたためにどんなことが起ったかを調べてごらんください。

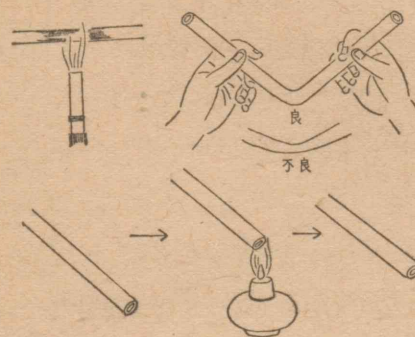
熱しても蒸気になりにくい食塩のような物を溶かしている水から何も溶かしていない純粋な水をとるには、じょうりゅうすることです。

* この試験管ばさみは木とブリキで作ることができます。図を参考にして作ってごらんください。



いりょうなだけの長さのガラス管を切り取る。その際平やすりで、切ろうとするところにきずをつけてから引っぱるようにして折ると、そのやすりきずのところから切れる。また、やすりきずのはじめの方に赤く焼けたガラス棒の先をつけてもひびができる。そして熱いガラス棒を焼いてはつけると、きずはのびてついに全体が切れる。

〔ガラス管のさきを細くする〕
ガラス管をほのおの中でまわしながらあぶる。ガラス管が赤くになったら、ほのおの中から取り出してまわしながら引く。あとでやすりで切りとる。



〔ガラス管を曲げる〕
曲げる所をじょうぶん赤くしてから静かに曲げる。

ガラス管の切り口をま
るくする方法。

図 4 ガラス管の扱い方

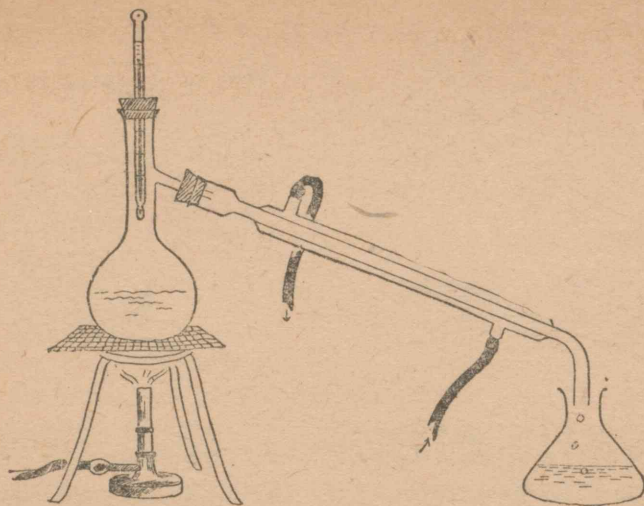


図5 じょうりゅう装置

その純粋な水は、普通じょうりゅう水と呼ばれています。じょうりゅうの装置にはいろいろありますが、図5は水のほかいろいろの液体のじょうりゅうに使われる装置であり、図6はたくさんのじょうりゅう水を作る目的で作られた装置です。

図5の装置で水がじょうりゅうされる時の様子を調べると、水がじょうりゅうをはじめから終るまで、図に示した温度計は100°を示しています。フラスコの中で蒸気になった100°の水蒸気は、冷却器

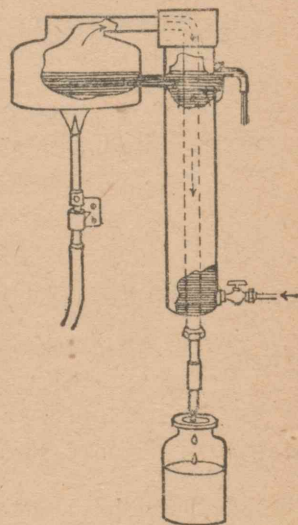


図6 じょうりゅう水製造機

* 実験してみると、温度計が100°を示さないでじょうりゅうされてくることもあります。これは気圧とも関係がありますが、また温度計もくわっていることがあるので、検査しなければなりません。

で冷やされ、もとの水になって受け器にたまります。そのとき不揮発性の物はフラスコに残りますから、受け器に集まる物は純粋な水となるわけです。

このじょうりゅう水はまじりけのないものではあるが、飲料としては不適當であることは前にも述べたとおりです。

8 雨 水

天然にもじょうりゅう水が作られています。雨水がそれです。しかし、雨水は必ずしも純粋な水とは言えません。また、きれいな水とも言えません。都会の雨は、ことにその降りはじめには空中に浮かんでいるほこりのついたバクテリアを含んでいたり、空中にあるアンモニアや亜硫酸ガスなどを溶かしこんでいて、きたない水なのです。

実験 都会に住む人は雨または雪をとってきて、どれくらいよごれているかを調べてごらんください。

では、いなかや山奥に降る雨や雪はきれいでしょうか。それはだいたいきれいと言ってよいでしょう。しかし、それでも全く純粋とは言えないでしょう。大気中で水蒸気が雲などになる時、とかく何か小さな粒を中心にしてできる傾向が多いのです。その空中の小さな粒は、都会などには、ことに多いのですが、どんな山奥の空中にも、非常に高い空にも必ずあるもので、それは土などの飛び散ったものであることもあり、また海の波が砕けてできた小さな水滴が空中に舞いあがり、そこで蒸発すれば、そこには非常に小さな食塩の粉ができて、その小

小さな粉はそのまゝでは地上には落下できないのが普通です。こうい
う、きわめて小さな粉が空中にはどこにもあって、それが雲や霧の水
滴の中心核になることが普通なのです。それで普通の雨水には 1ℓ 中
数ミリグラムの食塩が含まれているのです。しかし、その量は井戸水
や川水の 1ℓ 中数十ないし数百グラムに比べるとたいへん少ないと言
えます。たゞ含まれているバクテリアが有害なものでないとはかぎり
ませんので、雨水はきれいな水と言うことはできません。それですら
、都会の雨などは特に飲んではならないのです。また、溶けている
物があまり少ないため、飲んでも味はよくないものです。

雨水は空中を通る時でも少し物を溶かして来ますが、これが地上に
おいて流れたり、地中にしみこんで土の間を通ったりするうちに、少
しではありますがいろいろの物を溶かしてきます。それで川の水・井
戸の水は、いくらか物を溶かしているわけです。しかしその量は普通
1/1000 を越えることはありません。土の中には水にとけるものは非常
に少ししか存在しません。しかし、海水になると3% ぐらい食塩など
が溶けています。これは、ごく少しづつ川から運ばれて、たまったも
のとも考えられています。

それに世界中の海に注ぐ川の水の量は毎年どれくらいあり、それに
溶けている食塩の量がいくらになるかということはだいたい調べられ
ています。もし大昔にも今日と同じ割合で食塩が川から海にはいつて
いったとし、はじめてできた海には食塩がなかったとすると、今日海
水中にある食塩は何年かゝってたまったものかということがわかるわ
けです。その結果は約 1,000 万年と出ています。すなわち、地球に海
が分かれてからの年数がこのくらいということになるのです。

9 水はほかの物に変わるか

じょろりゆりした水は純粋な水で、何もまじり物がないということ
について述べてきました。しかし、そのじょろりゆり水も空気に触れ
させておいたものは空気を溶かしています^{*}。水に溶けている空気は熱
すると追い出すことができます。このようにじょろりゆり水はまず純
粋なものと言うことができます。この純粋な水は蒸発させるとあとに
何も残さずに蒸発してしまいます。蒸発した水蒸気は冷やせばまた全
部、水にもどり、もっと冷やせば氷になります。純粋な水も、水蒸気・
水・氷といったいろいろの姿をとることができます。しかし水以外の
物にはなれません。

昔、水からいろいろな物が生まれるという考えを出した人がありま
した。すなわち、海の水をかかわすと塩ができるのを見て、いろいろ
の石たとえば水晶なども水からできた物だと考えるようになったので
しょう。いろいろの生物も水の中で生まれるので、これらも水から変
わってできた物と考えたのでしょう。これらは今から 2,400 年以上も
前の人のことですが、しかし 17, 18 世紀になっても、そう考えている
人もありました。たとえば、目方を測った土を植木ばちに入れ、それ
に木を植えて育てたところ、木の目方は非常にふえたが土の目方はほ
んど減っていなかったため、その植物は絶えずかけてやっていた水
が変わってできたものであると考えたのです。またある人は、ガラス

* 水に溶けている空気の組成は酸素 34.9%、窒素 63.4%、炭酸ガス 1.7% ぐら
いで、ほんとうの空気とはその組成が違っています。また溶ける空気の量は温度が
高いほど少ないが、20° で 1ℓ の水に 20 cc ぐらいの空気が溶けています。

の器で水を蒸発させると、白い土ができるので、水は白い土に変わるものであると主張しました。しかし、こういう考えがまちがっているということはまもなくわかってきました。すなわち、植物は水ばかりでなく、炭酸ガスもとって生長しているということがわかるようになって、はじめの問題はわかってきました。ガラスの器で長い間水を煮ていると白い土ができるのは水が変わったのではなくて、ガラスの器が変わったということがわかったのです。ガラスの器で長い間水を煮て白い土ができるときは、器の方でその白い土と同じだけの目方が減っています。また、ふたをした器で水を煮てその白い土をこしらえる時は、全体の目方には増減が見られなかったのです。

いろいろな考えは実験してたしかめなければならないという意見は、ヨーロッパで16世紀ごろからたいへん強くなってきました。^{*}しかし、たゞ実験ばかりしていてもだめで、よく実験の結果を考へて、その実験の結果を整理し、さらにそれによって実験を進めていき、深い原理を求めていかねばなりません。たゞこういう気がするというような考えをもとにして、その考えを押し通すことはよくないことです。

10 物を溶かすと水の体積はどう変わるか

目方を測りながら物の性質を調べていく時、まず第一番に気がつくことは、質量が不変であるということです。これは非常にていねいに

^{*} それまでは、世の中のことはすべてある学説で解釈できると考えられておりました。水は万物のもとであるというのもその一つの説でした。大地が不動で太陽が大地のまわりを運行しているというのも、その時の信じられていた有力な説でした。何事もこういう考えをもとにして解釈しようとしていたのです。

^{**} 質量は普通目方で測られる物の量です。グラム(g)の単位で測られることが多いのです。

実験して、まちがいのないことが知られています。水1gは蒸気になっても氷になっても1gであって、その姿が変わったために質量が変わるということはありません。また、90gの水に10gの食塩をとかすと100gの10%の食塩水ができます。これは、どんな条件でも非常に厳密に成り立つ関係です。

実験 いろいろの物をまぜ合わせた時、もとの物のめいめいの目方の和は、まぜ合わさった物の目方と同じであるということの実験を、めいめい、いろいろな物について、くふうしてやってみなさい。

実験 直径

2cm ぐらいの試験管の外側に1mm 目盛の方眼紙を細く切ったものをはりつけ、それに10ccピペットで水を吸いにとって試験管に入れ、10ccごとに先の目盛の紙にしるしをつけなさい。次にその試験管と

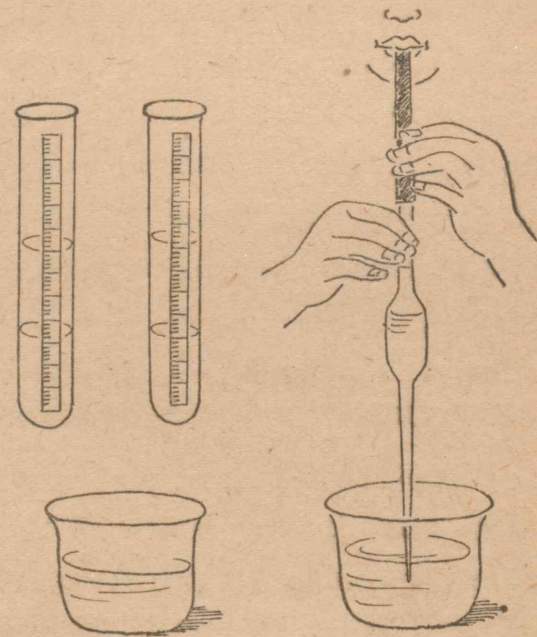


図 7

ピペットをよくかわかし、ピペットでちょうど 10cc のアルコールを吸い取って試験管に入れ、次にまた水 10cc を吸い取って試験管に加え、その全体の体積が水ばかりの時とどう違うかを調べてもらいなさい。

上の実験をもっとくわしく調べると、10cc のアルコールと 10cc の水とをまぜる時、20cc にはならず 1cc 小さくなって 19cc になることがわかります。また別のもっとくわしい実験の結果について考えてみましょう。20° で 90g の水の体積は 9.0024cc、10g の食塩の実体積は 0.4621cc です。これをまぜると実際には 9.3391cc の食塩水がえられます。これはもとの物の体積の和 $9.0024 + 0.4621 = 9.4645(cc)$ と少し違った値です。実際の体積は $9.4645 - 9.3391 = 0.1254(cc)$ だけ縮んでいます。一般に物の体積は温度がかわっても変化するものですが、まぜ合わせても変化するものです。それに対し質量は、そのものが姿を変えても、また、ほかのものとまじり合っても変わらないものであります。

11 温度が変わると水の体積はどう変わるか

水は温度が上がればその体積を増し、比重が小さくなることは湯を下の方からわかしていても上の方が先に熱くなることでわかります。これは普通の液体に共通な性質ですが、水にはまた特別な性質があります。それは 4° よりも温度が低くなっても体積がふえることです。

* 食塩は小さな結晶の集まった物であるから、そのまま体積を測るとすきまがあるが、そのすきまをないようにして測った体積を実体積といいます。

温度(°C)	1gの水の体積(cc)
0	1.0001352
1	1.0000763
2	1.0000350
3	1.0000106
4	1.0000028*
5	1.0000109
6	1.0000345
7	1.0000731
8	1.0001263
9	1.0001936
10	1.0002748

さらに高い温度になると、100° では 1g は 1.04343cc です。また 100° で水蒸気になると 1 気圧で 1650cc となり、また凍る時は 0° で 1.0908cc となります。

それで池の水などが冬、表面から冷えてくる時、表面が 4° になるまでは温度の低い水が底の方へ沈んでいきますが、底の水が 4° になると、もはや新しい水が沈んで来ません。4° より冷たい水の方が軽いので、それがいつも上の方にいることになります。それがさらに冷えて 0° になると凍ります。その氷は、また水よりも比重が小さいので水の表面に浮いていて、池は表面から凍るようになるものです。

純粋な水 1g の持つ体積は非常にくわしく調べられています。その値は上の表に示

したとおりです。これをグラフにかいてみなさい。

水をビーカーまたはフラスコなど、上の開いた器に入れて下の方から熱している時、水が 70~80° ぐらいになると、小さなあわが出て来ます。それは前に述べたように、水に溶けていた空気などが出て行くためです。水の温度がさらに上がるとあわもあまり出なくなりますが、100° になると器の底の方から大きなあわが盛んにわきあがるのが見られます。そして水のある間じゅう 100° 以上には上がりません。この現象を沸騰といいます。水の沸騰は 1 気圧のもとでは 100° で起りますが、圧力が小さい時は低い温度でも沸騰します。すなわち 80° ぐらいに冷えた湯のはいったフラスコにせんをほどこし、さかさにし

* 4° の水は普通 1g が 1cc と考えられていますが、厳密にはこの値をとるものです。

て上から冷たい水をかけると、中の湯は沸騰するのが見られます(図8)。このことは実際にも起るのです。たとえば3,800mの高さの富士山頂では気圧は490mmぐらいで88°で湯がわき、そしてそれ以上温度が上がりにません。それでそこで物を煮る時は温度が上がらないので、物はじゅうぶんに煮えません。これに反してじゅうぶな入れ物で、きちんとふたのできる入れ物で水をわかす時は100°でもわきません。120°になると、中の水蒸気は2気圧になり、140°では20気圧、200°では60気圧以上にもなります。その入れ物が、こういう大きな圧力に耐えなければ爆発をおこします。その力をうまく利用すれば物を動かすこともできます。蒸気機関・蒸気ター

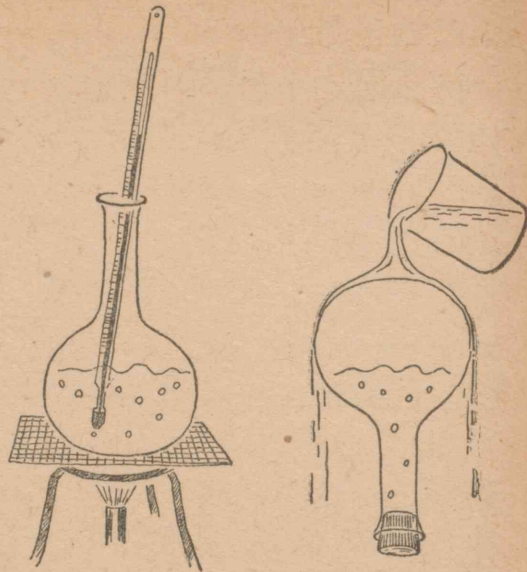


図 8

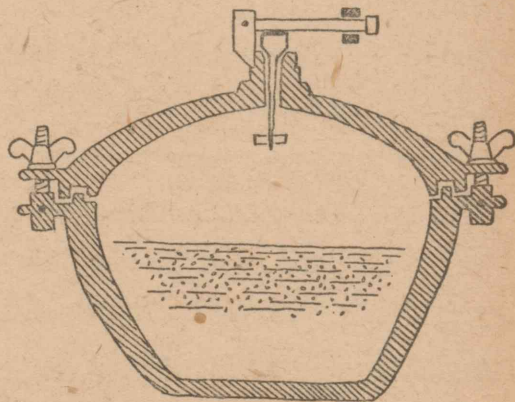


図9 圧力がま

ピンは、これを利用したものです。家庭で使われる圧力がまでは、ある圧力以上になると自然に余分の蒸気が逃げ出すようなしかけ(安全弁)がつけてあります。それで100°より少し高い温度で料理をすることができます。100°では煮えにくいものも短時間で煮えるので、圧力がまはちょうどよいのです。

研究 ビーカーに土または砂をいっぱい詰めて、それに水を加えても、見かけの体積がふえないのはなぜですか。してみると、水に塩を溶かした時、その体積が両方の体積の和より小さいことは、同じように考えたらどういうことになるのでしょうか。

復習

- (1) 純粋な水はどのようにしてとられますか。
- (2) 私たちの飲んでいる水は、純粋の水とどう違いますか。
- (3) 水を熱すると普通は100°以上に上がらないのはなぜでしょうか。
- (4) くりなどを焼く時、表の皮の一部を削り取っておくと、はぜないのはなぜでしょうか。
- (5) どうもろこしその他の皮の堅い穀類を少し高い圧力に耐えるかまに入れて熱すると、圧力がかかってくる。その圧力を急にゆるめると、その穀類の表の皮が破れ、中の身がふくらむ。この圧力はどのようにして起ったものですか。
- (6) 物を100°の温度に保っておこうとするにはどうすればよいのでしょうか。また0°に保っておくにはどうすればよいのでしょうか。

次のことは正しいですか。

- (1) 雨水はじょうりゅう水と同じですから純粋です。
- (2) 水に塩を溶かすともとの水より体積が減ります。

IV 飲む水はどんな水がよいか

12 私たちは水をどのようにして飲んでいるか

前に、飲む水はきれいでないといけないということを述べました。もちろん無色透明で、においがいいことが必要です。味も特別の強い味があつてはなりません。普通これだけの条件があれば飲んでもよいことが多いのです。これをわかれば、それにまじっているバクテリアも死ぬのでいっそう安全です。その湯は、暖かいうちは味もはっきりわかりませんが、冷えるとあまりよい味ではなくなります。そういう時に私たちは普通番茶を入れて飲むことがあります。それは味をよくする役をするものです。ところが、よい茶を入れて飲む人は、わざわざ特別の泉や川などの水をくんで来て、その水をよく沸騰させ、それをまた 80° ぐらいにさましてから、それで茶をせんじて飲みます。水を選ぶことはとにかくとしても、一度 100° に熱したものをまた 80° にさましてから茶を入れるのはなぜでしょう。いわゆる科学的な教養ある人なら、はじめから 80° ぐらいに熱して、それで茶を入れたらよいというでしょう。しかし、そうして入れた茶はやはり味がよくありません。それはその水からじゅうぶん空気が追い出されていないためです。茶を入れる水にまた、雨水を使うことがあります。それは雨水には、ほとんど何も溶けていないからです。特に悪い水には、鉄分が溶けていて茶を入れると色も味も悪くなって困るのです。

13 鉄分のある水

鉄を含んでいる水は、茶に対して悪いばかりでなく、そのまゝでも味が悪いものです。それはいわゆるかなげのある水であつて気持の悪い味を持っています。はじめは透明に見えても、長い間空気にさらしておくと赤い膜が張ったり、熱するとかっ色のもやもやしたちんどん^{*}ができたります。この鉄分を含む水は、一般に酸素を含んでいないので、バクテリアやモが繁殖しやすい傾向があります。こういう水で布などを洗うと、みな黄色からかっ色になってしまいます。こういう水を通す管は、かっ色のさびのようなもので、だんだんつまってくるのを見た人があるでしょう。こういう水の流れている川の石はかっ色です。そしてそのバクテリアやモのために、いっそう不愉快な味やおいがします。

鉄分を含んだ水は、飲料としても、料理としても、また、せんたく用・薬品製造用としてもよくないのです。そういう水は小川を流れているだけでもなんとなく荒れはてたような感じを与えて不愉快なものです。どうしてもこういう水しか得られず、こういう水を使わなければならない場合には、その鉄分を除かなければなりません。

井戸にわいたばかりの水の中の鉄分は、だいたいの酸性炭酸第一鉄 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ として溶けています。これは酸素にあうと水酸化第二鉄にかかります。この物は沸騰させたり、ごく少しみよばんを入れたりすると、こし分けやすいちんどんになります。実際にそういう水をきれいにして使うには、その水によく空気を吹きこんだり、またその水

* 水酸化第二鉄は $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、又は $\text{FeO}(\text{OH})$ です。記号の説明はこゝでは略します。

を噴水にしたりして、よく空気にふれさせ、それに少しみよろばんを加えて、砂を入れたたるなどでこすのです。

実験 いわゆるかなげのある水をくんで来て、これをすぐこし紙でこしてごらん下さい。きれいな水が得られますが、その水もしばらくすると、また濁ってきます。この水に空気を吹きこんでやると、その濁りははっきりしてきます。そしてこしやすくなります。

実験 みよろばん 1g を 100cc のきれいな水に溶かしたものを用意下さい。それを 1cc だけとり、少し濁った川・井戸などの水 500cc に加えてよくまぜ、放置して、どんなことが起るか調べてごらん下さい。この時加えたみよろばんの量は全体の水の何分の一に当たっているかを計算してごらん下さい。

上の実験によって見られることは、もやもやしたちんでん物が固まって底の方に沈んで来て、上の方の水はきれいに澄んでくることです。これはみよろばんを加えない時は起らないことです。みよろばんのために水の中にあった濁ったものが集まってちんでんした*ものです。みよろばんを水に溶かすと、そのみよろばんの成分は、離れ離れになって水に溶けます。そのうちのアルミニウムイオンというアルミニウムからできるイオンが水の中に浮かんでいる小さなごみを集めて、大きくし、ちんでんしやすくと考えられています。

そのわけはどうしてでしょうか。小さな粒の表面は、陽または陰の電気をおびているのが普通です。そして水の中に浮かんでいる粘土な

* みよろばんはカリウム・アルミニウム・硫酸根・水からできています。

どの小さな粒は陰電気をおびています*。ところが、みよろばんを溶かしてできるいろいろのイオンは、粘土の粒に比べれば、さらに小さな**粒で、しかも電気をおびています。そのうちカリウムイオン・アルミニウムイオンは陽電気を、硫酸イオンは陰電気をおびています。

水の中に浮かんでいる粒が小さい間は沈まずにいるが、その小さな粒が集まって大きな粒になると、沈みやすくなります。ところが、先にも述べたように、小さな粒はめいめい同じ電気をおびているので、互にしりぞけあって大きくなれない。それで小さな粒はいつまでも水の中に浮かんでいられるのです。しかし、アルミニウムイオンのように

一粒でたくさんの陽電気を持っているイオンがはいつてくると、それは陰電気をおびた粘土粒のまわりに集まって来て、

しかも二つ以上の陰電気をおびた粘土粒の橋わたしをして、互に結合させることができる。こうして陰電気をおびた粒の

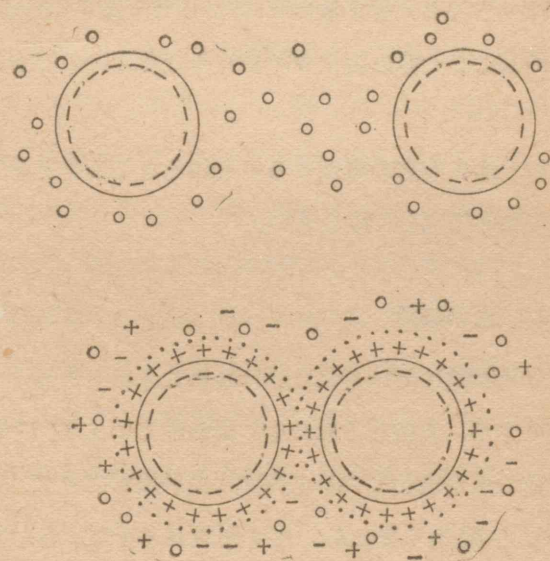


図 10

* このことの証明は実験によってできています。

** これは顕微鏡をもってしても見えないくらい小さい粒で、1億分の1センチメートルぐらいの大きさのものです。沈みにくい粘土の粒の大きさは、1万分の1センチメートル以下です。

浮かんだ水の中にアルミニウムイオンを入れると、それらの粒は集まって大きな粒になり、そしてそれがもはや浮かんでいられなくなるものです。

これと同じことがとろろの製造の時にも起ります。すなわち、豆をすりつぶして煮た、乳のようなしるに塩やみよろばんのようなものを加えると、豆のたんぱくが集まってくる。この時に、集まった物をよくしぼり取った物がとろろです。ところが、その時入れるものは、塩だと塩からなくなるまで入れないときかないので、塩を煮つめて作る時、かまに残ったものから得られるにがり(塩化マグネシウムが主成分)ならば少しでよく固まるので、昔からとろろを作るのに使われています。にがりによく似た塩化カルシウムでもよいのです。

研究 有志の者はとろろを作るところを見学したり、またそれを実験・研究してみなさい。

14 水の試験

毒物が溶けている水はいけないことはもちろんです。鉛もたいへん毒ですが、水道などにはよく使われています。それは水道の鉛管は、水道の水を通して内面に白い皮ができて、普通は溶けなくなるので心配ありません。たゞ炭酸ガスをたくさん溶かしたような水が来るとその白い皮が溶けて水の中に鉛がはいって来て毒になります。次に飲み水として何よりもたいせつなことは、その中に病気のもとになる細菌を含んでいないことです。水の中に細菌がどれくらいいるかを調べる方法は、培養して見ることです。この培養試験

には一定の規約があって、そのとおりにしないと行けません、だいたいのしかたを説明すると次のようです。

培養試験：20gのゼラチンをフラスコの中に入れ、200ccのじょろりゅろ水を入れ、しばらくおいてゼラチンがよくふくらんでから湯せんなべの上であたゝめて溶かします。これに卵のしるみを水にとかしたもの10ccほど加えます。これをよくあたゝめて卵のしるみを固まらせます。それを何度もこし紙でこし分けます。こすのに少し時間がかかります。これに少しかせいソーダを赤色リトマス試験紙が少し青くなる程度まで加えます。一方150°ぐらいに1時間熱して殺菌した直径10cmぐらいのペトリざらまたは結晶ざらに、先のゼラチン(40°ぐらいになったもの)を流し、また調べようとする水の一定体積0.02~0.5ccを入れ、よくまぜておたをして、20°ぐらいの温度に2日ほどおきます。そのさちの中に細菌が群をなして生長します。その群の数がもとの細菌の数に当たるわけです。その数があまり多すぎる時があるので、調べる水を0.2ccぐらいしか入れないものも作って調べなければなりません。そして調べる水1ccについて100以上の細菌があつてはならないのです。特に大腸菌はあつてはならないとされています。大腸菌でなくても細菌が多いことはその中に病原菌のあるおそれがあるので、飲み水としてはよくありません。

以上のように細菌の試験は手数がかかりますが、別の方面から細菌がありそうかどうかを知る手がかりが得られればそれにこしたことはありません。いったい細菌は、どういう所にふえるのでしょうか。細菌も植物の一種で動物の排出物によってふ

えるおそれがあります。動物の排出物、死がい、朽ちた植物のあるところは、バクテリアも多いはずで、それらには食塩・アンモニア・硝酸塩を伴うものですから、これらがあることがわかると、バクテリアも多いものと考えてよいでしょう。また、こういう動植物のからだを作っていたもの(これを有機物という)があると、過マンガン酸カリを分解して色を消すので、これによって水のよしあしを決めることができます。

しかし、食塩があるからといって悪い水とはかぎりません。たとえば温泉とか、海水のまじった井戸水で食塩の多いこともあります。こういうように原因のはっきりした食塩の時は心配はありませんが、そうでない時は、その井戸の中には台所の下水、便所の汚物などがしみこんでいっているとみなければなりません。

実験 井戸ばたのきたない水たまり、または近くの便所が井戸水に通じているかどうかを調べる方法の一つとして、その水たまりまたは便所の中に、天然にはない特別に見分けやすい色素たとえばフルオレッシンを入れて、数時間もして井戸水をくみとって試験管に入れ、その試験管の上の方からながめて、緑色が少しでも見えたら、その水たまりまたは便所と、井戸とがつながっている証拠ですから、水たまりはよく流れて行くようにし、便所か井戸かどちらかは移転させなければなりません。さもなければ、そういう井戸には毎日時間を決めて 1g くらいのさらし粉を投げこんで殺菌してもよいでしょう。

実験 水の中に1%以上の食塩が溶けていると塩からさがわかり

ますが、それよりはるかに少ないと、味では塩分があるかどうかわかりません。0.05%、0.1%、0.5%、0.8%、1%、3%などいろいろの濃さの食塩水はどのようにして作ればよいでしょうか。それを作ってそのおのおのの食塩水の味をためしてごらん下さい。

実験 じょろりゅろ水でよくゆすいだ試験管に5gぐらいの硝酸銀の結晶を入れ、それにじょろりゅろ水を入れて溶かしなさい。他方、数本の試験管を用意し、それに(1)0.05%食塩水(2)0.1%食塩水(3)じょろりゅろ水(4)試験される水(5)雨水をそれぞれ20ccほど入れて並べなさい。それらに0.5ccずつ先に作った硝酸銀水溶液を加えて、どんなことが起るかを調べてごらん下さい。

この時の白いちんでは食塩の中の塩素と硝酸銀の銀とが作用してできた塩化銀です。この白いちんでは、日光に当たると黒い色になるので、それによって確かめることができます。そして硝酸銀を加えて塩化銀ができることは、そこに塩素があったことを示すもので、普通水の中に塩素があることは、食塩、すなわち、塩化ナトリウムがあったことにしてさしつかえありません。実験で白いちんが多いか少ないかはだいたい決められますから、その水の中に食塩は0.05%または0.1%より多いか少ないかを決めることができるでしょう。

実験 アンモニアはガスとして存在する時は、特別のにおいがあるのですぐわかりますが、1ℓ中に1mg以下しか含まれていない時などは、薬品を使って調べます。その薬品はネスラー試薬と呼ば

* ネスラー試薬は、^二沃化第二水銀 10g を水 50cc で作り、それに^二沃化カリ 5g を加えて溶かし、それにかせいソーダ 20g を水 50cc に溶かしたものを加え、暗い所に 2~3 日放置するとちんでは生じ、黄色透明のネスラー試薬が得られます。

れるものです。試験管に水を入れ、ガラス棒の先にアンモニア水をつけてかきまぜてから、1cc ぐらいのネスラー試薬を少しずつ加えると、水は黄かっ色を呈します。井戸水・雨水・じょろりゅろ水など、この方法で調べます。

実験 水の中に腐った植物などが溶けている時は、過マンガン酸カリの色を消します。米粒ぐらいの過マンガン酸カリの結晶を試験管に入れ、それに水を 20cc ほど加え、それに 1cc ほどの硫酸を加える。この溶液は美しい赤い色をしています。この過マンガン酸カリをスポイトか細いガラス管で一滴ずつ次のようないろいろな水に加えてみます。そして暖めても赤い色が消えなくなるのは何滴目であるかを、いろいろの水について調べてごらんください。有機質の少ない水ほど、過マンガン酸カリ溶液の滴数が少ないのです。

(1) 池の水 (2) 井戸水 (3) 水道の水 (4) じょろりゅろ水 (5) 雨水。

復習

- (1) 飲み水に必要な条件をあげなさい。
- (2) 井戸水に食塩が含まれている場合は、どんなことが想像されますか。
- (3) アンモニアが 0.1% ぐらい水にまじっていても毒ではないが、アンモニアが少しでもまじっている井戸水はよくないと言われるのはなぜですか。
- (4) 大きな都会はたいいてい川のそばにあって、水などに不自由しそうなものに、どうして水道などを作るのでしょうか。

次のことは正しいですか。

- (1) 水道の水は鉛の管を使ってあるから有毒です。
- (2) 鉄分のある水は滋養になるから、まずくてもがまんして飲みなさい。
- (3) 普通の井戸に塩分がたくさんあっても、別に心配するには及びません。
- (4) 台所や便所からきたくない水がしみこんでいる井戸水は○や□□□□が多いのでわかります。

V 井戸と水道

15 井戸の位置

昔の人は方角ということをやかましく言って、どちらの方角には、きたない物を捨ててはならないとか、どちらに井戸を掘ってはならないとか言ったのは、みな何かの理由に基づくので、その理由を考えず、これをめくらめっぽうに、その言葉だけを守っていかうとするのが迷信なのです。

研究 家の造り方、井戸や便所を造る場所の選び方についての言い伝え、または老人の話を聞いた人があったら、それを研究して、その理由がどこにあるかを調べてごらんください。

狭い地面にたくさんの人が住まなければならない都会では、いくら正しい方角にあうように家を建てても、すなわち、たとえば、自分の家だけではごみ捨て場と井戸とが遠くに離れるようにしても、自分の家の井戸と隣の家の便所とが、遠くに離れているとはかぎりません。隣どうしが相談しても、地面が狭くなると、どうしても理想どおりにできません。そこで都会をつくるためにはいろいろの特別な設備の必要であることがわかるでしょう。それよりも、お互に家はあまり近づけて建てないようにすること、すなわち家のこんな都会はつくらないようにするというのも一つの考えでしょう。しかし現に今たくさん

都会がある以上そういう考えは実行できないことです。

16 水道

井戸に代わるものとして都会には水道が必要です。そこで水を得るための水道を上水道と言うこともあります。これは都会では捨てる水をしまつする下水道が必要ですからそれに対して呼ばれる名です。普通たゞ水道と言うと、上水道のことです。

上水道の水源には、その都会の山地のきれいな川の水、泉の水、さもなければ近くの川の川底からとれる水をとる方法などがあります。その水を特別の水路をつくって引いて来ています。日本では水源まであまり遠くないのが普通ですが、外国では数百キロメートルも先から水を引いている所もあります。その水は普通の小さな川の水のように、時によって、多くなったり少なくなったりしては困るので、絶えず一定になっているように、あらかじめ、大きな貯水池にためて、それから引いてきます。その水は各家庭に届く前に、きれいにするため浄水場の池でこします。大雨のあとなど水源から来る水があまりひどく濁っている時には浄水場の池に入れる前に、別の池に静かにしておいて濁りを沈ませます。だいたいきれいに澄んだ水は浄水場の池でこされます。そのこす池は数百メートル平方もあります。池の底には穴があり、その上に小石、砂を置き、砂の層の厚さは 1m 以上にもします。その上にたまる水は 1m ぐらいにきめておくのがよいのです。こうしてこすとバクテリアの数は 99% 除かれます。また砂の方も 1 か月もするとこしにくくなるので、水をのけて表面 1cm ばかりの砂はかきあつめて洗ってからまた使います。

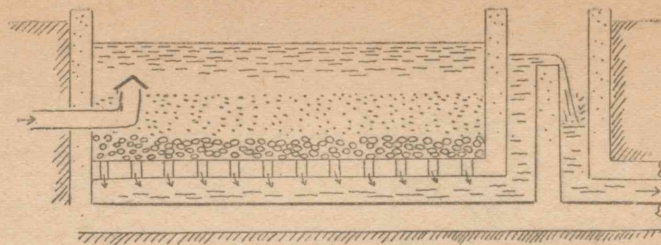


図 11

こされた水はさらに、さらし粉か塩素をまぜて殺菌を確かにすることがあります。またオゾンや紫外線で殺菌することもあります。

都会の人は水道の水が特別のにおいを持っていることに気づいたでしょう。あれは、さらし粉や塩素を少しよけいに加えたためでしょうが、あの程度では人体には無害です。井戸水を使っている人も飲料とするためには、さらし粉を使うのが便利です。さらし粉は水に溶けにくい白い粉ですが、その 50g を 1l の水に溶かしたものを用意しておくとい^{*}。それを 100cc^{**} くらいずつ井戸の中に入れて、2時間もすれば殺菌の役が果たされていますから、朝夕 2 回きめて井戸に入れていけば安全と言えましょう。特に何かの原因で井戸がよごされた時は、その 20 倍くらいのさらし粉を入れて、12 時間以上おたをしておかなければなりません。

実験 井戸水を使っている人で、その水に濁りがある時は、図 12

* これは 20 倍のさらし粉の液といえます。一般にさらし粉 1 に対して水を加え全体が 20 の時を 20 倍といえます。

** 井戸の水はだいたい 1m³ あるとして、そこに 5g のさらし粉がはいるように計算したもので、井戸水の量がこれとたいへん違う時は、この割合になるように計算しなおした方がよい。

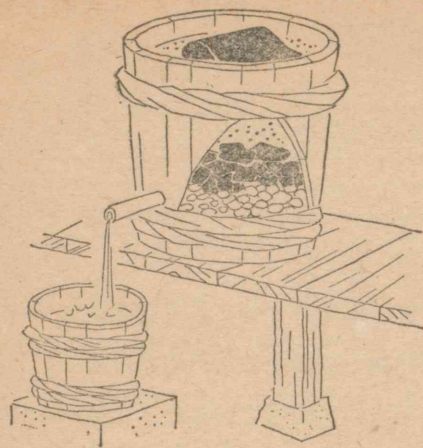


図 12

のようにして、こす装置をつくってみるとよい。砂と小石の間に木炭をたくさん入れたのは、木炭がいろいろなものを吸い取ってくれるからです。時々、二、三週間もして、水の通り方がわるくなった時は砂や木炭を取り出して水で洗い、板の上などにひろげて日光にさらし、組み立てなおすとよい。

井戸自身が一種の水こしのようなものです。水は地中の水を通しにくい粘土層の上にある砂や砂利の間にたまっています。井戸を掘る時は、そういう水のたまっている層の所まで掘り下げていかねばなりません。その水の出る所は 2m 以上あるのが普通で、それより浅いと、井戸水の温度は気温に伴って変化するので、よい井戸とはいえません。しかも、浅い井戸は地表に流れていた気温と同じ温度の水が流れこんだ疑いも少なくないので、きらわれています。

17 下水道

一度使った水はたいてい捨てられます。時々植木にかけたり、かわきすぎた路にまいたりすることもあります。絶えず水を使う時は捨てる所をきめておかなければ、そこらあたりが絶えずぬれたりぬ

かるみになったりしているばかりでなく、そのため、かが繁殖したり、伝染病のもとになったりする。それで、使った水はきちんとかたづけするようにしなければなりません。いなかではゐたのできる少し深い穴を掘っておいて、そこに水がたまり、次第に吸いこまれていくようにしている所があります。また、物を洗ったりする川とは別に小さなどろをつくってそれに流すこともしています。しかし、よごれた水があけばなしになって、流れもせずつままっていることは不衛生です。

いなかの小川の水は、このよごれた水がまじることが多いので気持が悪いが、勢いよく速く流れている水は、その表面がいつもはげしく空気中の酸素にふれ、また、日光にもあたるので、水中にバクテリアが繁殖しにくく、たまった水よりはきれいです。

都会では、ことに使った水を捨てることに注意しないと、伝染病がひろがるおそれが多い。また、雨の水なども、うまく流れ去るようにしておかないと道が悪くなります。都会では、ゐたをしてみぞをつくり、それに、きたない水、雨の水が流れこみ、だんだんにまとめられて太い下水管に入り、それが直接大きな川や海にながれこむようにしてあります。また、たくさんこのきたない水を集めて処分することもあります。それには、まず大きなぞみをこして取り除いて、大きな池にため小さなぞみなどを沈ませ、上ずみの水を砂・砂利の層でこして、きれいな水にして川や海に流したりします。またこの水で養魚場などを作ることもできます。しかしこの水は直接飲んでもよいくらいきれいにもなっています。この時、この水を水車のようなものでかきまぜたり、池の下から空気のを吹きこんだり、または、たくさんの噴水にしたりして空気によくふれさせるようにして、悪いバクテリアを

分解させることも行われます。

一方残ったゴミやごりのようなものはアンモニアやりん酸を割合にたくさん含んでいて肥料にもなります。

18 水 庄

水道の水でも、掘りぬき井戸の水でも、自然にふき出してくるが、普通の井戸の水は、くみあげなければなりません。掘りぬき井戸の構造は、図14によって考えてみなさい。水道では給水場が高い所に造られていますから、普通の家ではよく水が出ます。しかし、大きな都会で大きな建築物が造られるようになると、その高い所では、水道の水の出方がよくないので、屋上に水ためを作って一度水道の水をそこにため、あらためて各へやへやへ分配するようにしています。

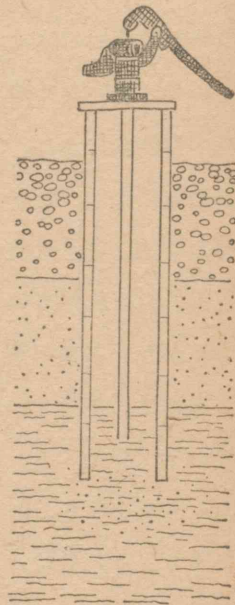


図 13

実 験 水面が高い所にあるほど水のふき出す勢いが強いことを、図15のような装置を作って調べてごらんください。細いガラス管を水面まで上げると、そのガラス管の中の水面はびんの水面と同じ高さになることもわかるでしょう。

研 究 家を立てるため土台を置く時、この実験に似たことをすることがあるが、それは何のためですか。

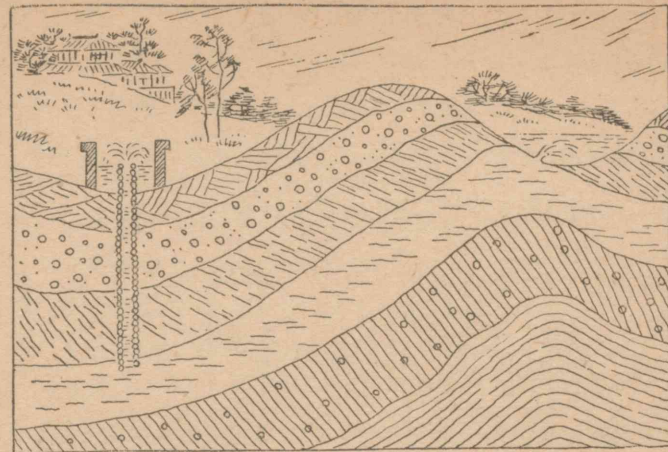


図 14

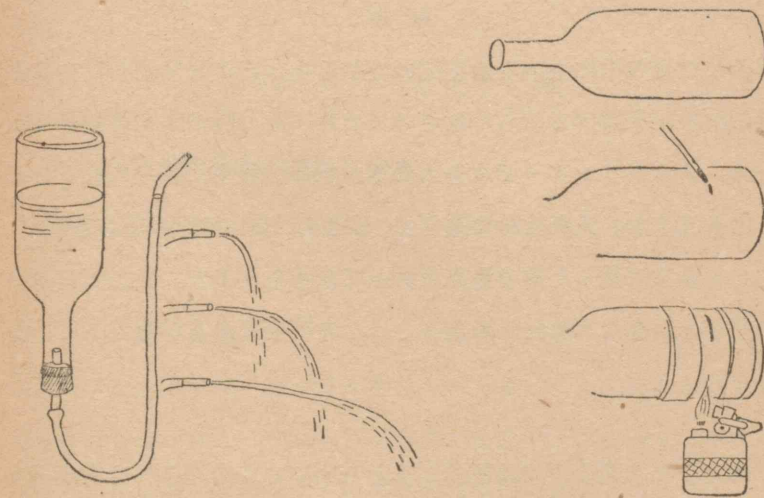


図 15

実験 図16のようにビーカーに水を入れ、名刺のような少しじょうぶな紙と、切り口を平らにしたガラス管とを用意する。名刺の紙を水に浮かべ、上からガラス管をうまくあてて押していくと、図のように紙は沈まないで、ガラス管に押しつけられています。これは水がこの紙の所で下から押し上げているためです。

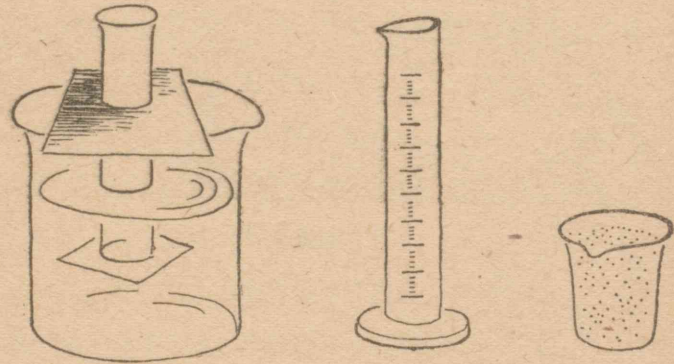


図 16

今この管の中に上から水を注いでやると、どこまで水がはいると紙が沈むかを調べてごらんください。また、その時の水の体積を知るため、メスシリンダーで水を入れる。水の代わりに砂を入れるとどうなりますか。入れた砂の重さは、はじめ、全体の砂の重さを測り、次に実験後に残った砂の重さを測って求められます。そしてこの砂の重さと、先に入れた水の重さとどんな関係にあるかを調べてみるとよい。

このように水面の下では圧力がはたらいています。それは実は上方に向かうものばかりでなく、あらゆる方向に向かっています。その圧力の強さは、水面から深いほど大きいのです。

復習

- (1) 井戸の水は季節によって温度の変わらないものがよいと言われるのはどういうわけですか。
- (2) 冬に井戸から湯げが立っていることがあるが、どういうわけですか。
- (3) 砂で水がきれいにこせるわけを説明してごらんください。
- (4) 谷川の砕けて流れている水と、平地に静かにたまっている水とどちらが飲んでよい水か。そのわけを言いなさい。
- (5) さらに粉はどんな役をし、どんなところに使われますか。
- (6) 水道の水が不足する原因に、どんなことがありますか。

次のことは正しいですか。

- (1) 井戸の水が夏つめたく、冬あたたかいのは、気候の影響を受けているためです。
- (2) 井戸の位置や便所の位置について心配するのは、おろかなことです。
- (3) 下水などという設備にかねをかけることは、今日すべきことではありません。

VI せんたくによい水

19 せっけんのあわの立たない水

水の使いみちでたいせつなものにせんたくがあります。しかもそのせんたくには、水のよしあしが問題になります。そのよしあしというのは、前に述べた飲めるかどうかというのとは違った意味でのよしあしなのです。それは、せっけんをたくさん使っても、あわが立ちにくくせんたくもできない水があるからで、そういう水は硬水と呼ばれ、せんたくには悪い水なのです。その原因は何にあるのでしょうか。水に溶けているカルシウム Ca のイオンやマグネシウム Mg のイオンなどです。

実験 油のついた手にせっけんをつけて洗ってごらん下さい。次に石灰水でよごれた手にいきなりせっけんをつけて洗ってごらん下さい。どんなことが起るでしょうか。

せっけんは普通の水に溶けるものです。そのせっけん水でしゃぼん玉を作ることができます。しかし、石灰・塩化カルシウム・せっけん^{*}などを溶かした水でせっけんをとかそうとすると、さびのかすのようなものができて、せっけん水はできません。すなわち、その水でしゃぼん玉を作ることができないのです。これは石灰・塩化カルシウム・せっけんなどは水に溶けると、どれも水の中にカルシウムイオン Ca^{++} ができ、それがせっけんにあうとカルシウムせっけんという、水に溶けない物になるからです。そして普通のせっけんは、ナトリウムの化合物であるが、それは水に溶ける性質があるのです。マグネシウムの化合物で、水に溶けてマグネシウムイオン Mg^{++} ができるものでも、同じくせっけんにあうと水に溶けないマグネシウムせっけんになります。

ところが、みよろばんとせっけんがいっしょになると、やはり水に溶けないアルミニウムせっけんとなります。しかし、それは水に溶けず、水にぬれません。それで布などをみよろばん水にひたしてよくしぼり、次にせっけんにひたすと、布の目の面にこのアルミニウムせっけんができてつまるので、その布は水を通さなくなります。これは布を防水する一つの方法です。

さて前に水をきれいにするためにみよろばんを入れたり、さらし粉

^{*} 少ししか溶けません。

を加えたりすることを述べました。ところが、これにはアルミニウムやカルシウムが含まれているので、飲むために水はよくなっても、せんたくのためには悪くなるのではないのでしょうか。しかし、その時加えるみよろばんやさらし粉の量を思い出してみれば、その答はたやすいです。実際にせっけんのはたらきをさまたげるカルシウムの量は、水 100 cc に 20 mg 以上の酸化カルシウム CaO^* が含まれている時です。100 cc 中に 10 mg 以下の CaO が含まれている時は、せっけんのおわの立ち方の悪さはあまりめだちません。

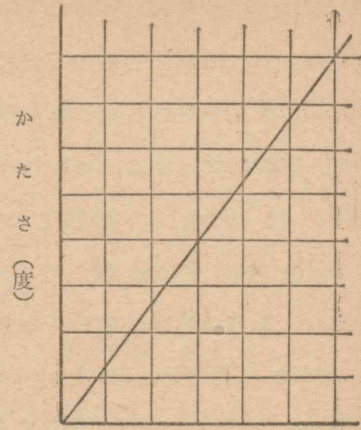
水 100 cc 中に CaO が 1 mg 溶けている時の水のかたさを 1 度とし、20 mg とけている時のかたさを 20 度というようにして、水のかたさを表わしています。この言い表わし方によると、10 度までのかたさの水はせんたくにもよい水で、軟水と呼ばれ、20 度以上のかたさの水は硬水と呼ばれています。 CaO の代わりにマグネシウムがあってもかたくなるが、水をかたくする能力はマグネシウムは CaO の 1.4 倍です。

水のかたさを測る方法は、実用上は、いちいちカルシウムやマグネシウムを測らずに次のような方法で行います。

実験 20 g の質のよいせっけんを 1 l のじょろりゅう水に溶かしたせっけん水を用意する。試験する水 100 cc を 150 cc ぐらいいるびんに取り、それに用意したせっけん水を 5 cc 加えて、よく振りまわすとあわができます。そのあわは試験する水のかたさが 1 度以

^{*} 石灰のこと。実際にはカルシウムイオン Ca^{++} として水中に溶けていても、分析の都合で CaO として計算して表わします。

上ならば数分以内に消えます*。消えればまた 5cc のせっけん水を加えて振りまわし、あわを立てて5分後に消えるかどうかを調べます。これをくり返して、5分後であわの消えなくなった時のせっけん水の体積(cc)から水のかたさを求めることができます。それには図 17 の図表によるとよい。



せっけん水 (cc)
図 17

実験 いろいろの水、たとえば雨の水、井戸の水、川・沼などの水のかたさを測ってごらん下さい。そしてその水をせんとくに使った人の経験を聞きあわせてみなさい。

石灰岩の出る山の近くの水には、かなりかたいものが多い。川の水、水道の水はかたさは2度内外のもので前に述べたくらいのさらし粉を加えたくらいでは、かたさは違っていません。飲む水や酒を造る水には10度内外の方がよい。しかし、豆を煮る時の水はかたい水だと柔らかく煮えません。

水道水を使いなれた人には、地方の少しかたい井戸水で顔などを洗うとせっけんをたくさん使うので、顔があれることがあります。そういう人は顔を洗う水に一つまみくらいほうしゃ(硼砂)**を溶かすと、水

* 長い間にはたいいのあわは消えるから、比べるためには、いつも5分間まって消えるかどうかを調べるとよい。 ** 47 ページの脚注を見なさい。

がやわらかくなってよい。

酒などを造る時に、川の水よりも少しかたい井戸水の方がよいというのは、酒が小さな生物のはたらきによって造られるもので、水の中に溶けているカルシウムなどが、その生長・繁殖の養分となるためなのです。

20 ゆあか

使いふるした鉄びんの内側、またはその出口のまわりを調べてみると、そこに、ぶあつかっ色のゆあかの固まったようなものがあることに気がつくでしょう。このような鉄びんで湯をわかすと時間もかゝるが一度わくといくらか冷え方がおそい。それは、このゆあかが熱を伝えにくいからです。

研究 同じ大きさの鉄びんの古いものと新しいもの、またそれと同じ大きさのアルミニウムのやかんを持っている人は、それぞれに同じ室温で、同じ温度の水を入れて500ワットの電熱器にかけ、たとえば、80°になるまでの時間を測って比べてごらん下さい。また、それが80°から40°まで冷えるのにどれくらいの時間がかゝるかを調べてごらん下さい。

こういうことは、大じかけで湯をわかし、水蒸気を作る蒸気機関車や工場のボイラーで起きます。そのボイラーの内側にできるこのゆあ

** ほうしゃは、結晶した炭酸ソーダのような透明な結晶で、これをたくさん水に溶かすとアルカリ性を示します。しかし、かせいソーダのようにアルカリ性が強くありません。

かは、かん石と呼ばれています。かん石のついていないボイラーの外側だと 150° ぐらいに熱すれば目的の湯がわくような時でも、1cm ぐらいのかん石がついてると、ボイラーの外側を 400° にも熱しないとけません。このために燃料がたくさんいるうえ、ボイラーも早くいただきます。そればかりでなく、400° 以上にも熱せられた時、急に内側のかん石がはげると、ボイラーの中の水は急に温度が上がり、爆発することさえあります。管だとかのかん石のためにつまることもあります。

かん石というのは、カルシウムの化合物で、硬水中に溶けていたカルシウムの化合物が、熱せられて、水に溶けない化合物^{*}に変わり、鉄びんやボイラーの底にこびりついてかん石ができるのです。それで、ボイラーや機関車に使う水には硬水は特にいけません。また、工場を建てる時なども軟水の出る地方に造るものです。

21 硬水を軟水に変える

硬水を軟水にすることはできます。それについては、すでに述べたこともあります。その一つは、水にほうしゃを入れることです。

一般に炭酸ソーダでもよい。少しアルカリを加えるとカルシウムでもマグネシウムでも溶けていられなくなってちんでんするものです。普通はそのちんでんは少しですから、こし分けずに使うが、ちんでんのまゝでも、水の中に溶けてさえいなければ硬水のはたらきを失くしたるものです。

^{*} その一例は重炭酸カルシウム $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ は水に溶けるが、この水をわかすと炭酸カルシウム CaCO_3 になってちんでんします。

ゆあかのことを説明した時、ゆあかは水に溶けないカルシウムの化合物であることを述べました。それでそのわかした水の中ではカルシウムが減るか、なくなるかしているわけで、軟水に変わっているはずで、それで、わかせば硬水は軟水になることがあるわけになります。

ところが、実際わかしても軟水にならない硬水があります。これは硫酸カルシウム CaSO_4 や硫酸マグネシウム MgSO_4 を溶かした水で、永久硬水と呼ばれています。わかして軟水になるものを一時的硬水といひます。しかし、一時的の硬水でも永久硬水でも、少しアルカリを加えると、カルシウムやマグネシウムがちんでんして軟水に変えることができます。しかし、この時どれぐらいのアルカリを加えるかとい

うことは、分析をして調べないといけません。

もう一つたいせつな硬水を軟水にする方法に、沸石という鉱物の粒をつめたものでこす方法があります。この沸石の成分のナトリウムなどは、水に溶けているカルシウムと交換して、ナトリウムが水に溶け、カルシウムが鉱石の成分に変わり、水中のカルシウムがなくなる。この沸石という鉱物は、砂・ソーダ・粘土などを熱して、人工的にたくさんつくれます。パームチット^{*}と呼ばれているものが

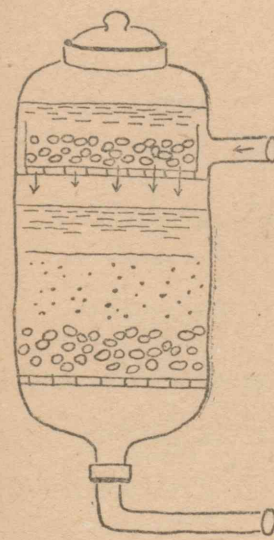


図 18

^{*} ベークライトのような人造樹脂の一種で、パームチットと同じはたらきをする物も作られています。

その一種です。使いふるしたパームチットは、濃い食塩水を通してやると、カルシウムがもとのようなナトリウムにかわって、もとのパームチットになるもので、何度でも使えます。図 18 はパームチットをつめた軟水をつくる装置です。

復習

- (1) 雨水がせんたくによいというのはどういうわけですか。
- (2) どういう目的に硬水はいけないのでしょうか。
- (3) 硬水を軟水にするにはどうしたらよいのでしょうか。

次のことは正しいですか。

- (1) きんぎょを飼う水、酒を造る水、これらはすべてできるだけ純粋な水でないといけません。
- (2) 川の水は一般に井戸の水よりかたい。
- (3) ゆあかはかびの一種です。
- (4) 硬水を飲むと腹がいたくなる。

VII 水の成分

22 水は分解することができる

何もとけてない純粋な水をつくることを前に述べました。それは 0° にすると凍り、 100° にすると沸騰して蒸気になるものです。さらに私たちは水を違った物に変えることもできます。それは次のような実験でわかります。

実験 図 19 のような装置で湯をわかして出て来た水蒸気を水

槽(水槽)で試験管に集める時、しばらくして装置の中にあつた空気が追い出されてしまうと、もはや試験管の中にはガスは何も集まらなくなります。ところが途中にあるかたガラス(硬質ガラス)でできたしょうぶな管の中にある鉄のやすりくずを強く熱すると、鉄くずは赤く変わってきて、出て来たガスを水槽で試験管に集めると、水蒸気でない水にとけないガスがたまります。そのガスのたまつた試験管の口を火に近づけると、にぶい音を立てて、うす紫のほのおを出して燃えることがわかります。^{*}

この実験で鉄が高温で水蒸気にふれるとさびることがわかるでしょう。このさびは空気中で鉄が熱せられてできるものと同じであります。

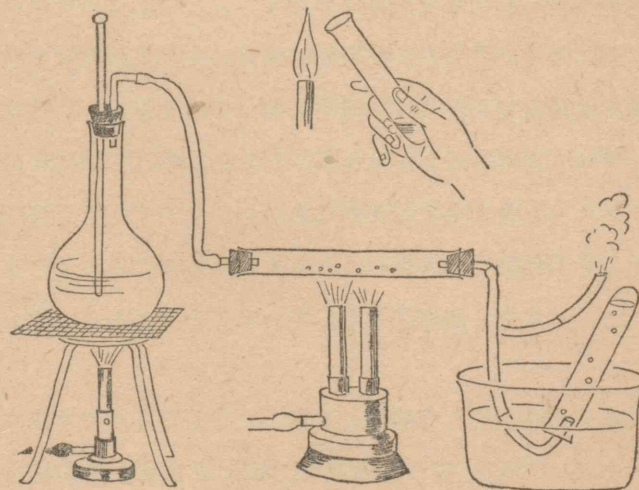


図 19

* この実験には、高温に熱しても柔らかになりにくい特別のかたガラスを使わなければならないので、それが入手できない時は実験しにくい。

す。鉄が空気中で熱せられてさびるのは、鉄が空気中の酸素と化合して鉄とは違った物になるためなのです。このことについてはだいたいは知っている人が多いが、もう少し詳しいことは私たちの科学 3「火をどのように使ったらよいか」で学びます。とにかく、空気をなくした水蒸気の中で空気中と同じことが起っているのです、水蒸気中にも酸素のあることが考えられます。

一方、試験管にたまったガスは水素という燃えるガスであります。

この実験で水蒸気と鉄からさびと水素ができたということが言えます。さびは鉄と酸素からできたものと説明しましたが、実はこれも問題なのです。昔、さびの方がもとの、それに何か加わると鉄になると考えた人もありました。さびというのは土の一種で、万物のものであるという考えがあったためなのです。ところがこの実験においても調べられることであるが、あらかじめ管の中に入れた鉄の重さを測っておき、実験後できたさびの重さを測ってみるとよい。さびの重さの方が大きいことがすぐわかります。これから考えて鉄に何か加わってさびになったとする方がよいことがわかります。そしてそこで加わったものが酸素であるということも確かめることができます*。

それで水は水素と酸素とを含んでいることがわかります。

実験 水を分解して酸素と水素とにすることもできます。その一つの方法は電気を使う方法です。純粋な水は電気を導きにくいので、5% ぐらいのかせ

* 酸素を空気・水その他のいろいろの物から取り出して、それと鉄とからさびを作っても同じものができます。その時、鉄の重さと加わった酸素の重さの和がさびの重さになっていることも証明できます。これは質量不変の法則と呼ばれるたいせつな法則です(20 ページを見なさい)。

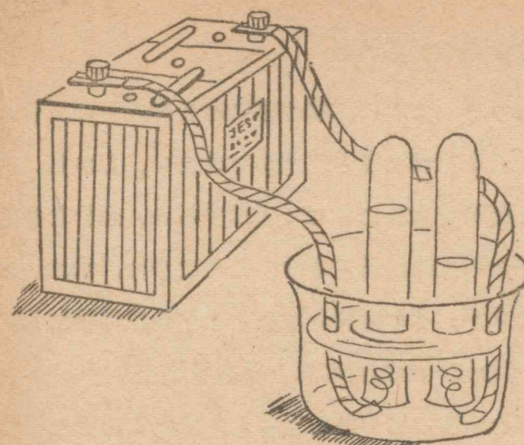


図 20

いソーダ*を溶かした水を使うことにします(図 20)。

電極としては、鉄線を巻いたものでよい。それにかせいソーダを満たした試験管をかぶせ、これに 6~12 ボルトの蓄電池をつなぐ

と、試験管にガスがたまってきます。そして陽極にたまるガスは陰極にたまるガスの体積の半分であることがわかります。水素のはいつている試験管を火に近づけると、音を立てて燃えます。また酸素の方は吹き消したマッチの燃えさしを入れると、ほのおをあげて燃えます(図 21)。

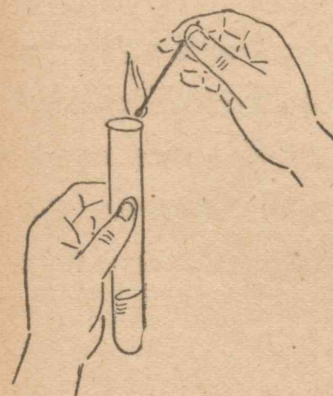


図 21

この実験で、水から酸素 1 体積に対して水素 2 体積ができることがわかります。

* このかせいソーダは、実験後でも水の中に残っていて、これから酸素や水素が出たのではないことも証明できるが、今は省いておきます。

23 水は酸素と水素とからつくられる

酸素と水素とを、ちょうど 1:2 の体積の割合にまぜたものを管の中に入れ、それに電気火花を飛ばせると、水ができます*。しかし、その割合が、これと違って酸素を余分にまぜて実験すると、余分な酸素は残ります。水素が余分なら水素が残ります。このように、水は酸素と水素とからつくられますが、その酸素と水素との割合は体積にして 1:2 の割合であって、それ以外の割合のことはありません。

前の実験で、水が酸素と水素とに分解した時も、酸素 1 体積に対して水素 2 体積が得られたことと思わせると、水は酸素 1 体積と水素 2 体積とからできるものであるということにはまちがいが無いように思います。

ところが酸素や水素は、どちらも他の物からつくることができない物です。水素が水からつくられるというのも実は水の中にある水素が取り出されたにすぎません。これを重さで調べると、1g の水素から 9g の割合で水ができることがわかります。しかし、水素から水が得られたのではなくて、水素 1g と酸素 8g とが化合して 9g の水ができたのです。

24 元 素

以上のことが鉄とさびとの場合にもあることは、前に述べました。このように調べていくと、水素・酸素・鉄などは簡単な物で、他の物

* この実験は水銀などをたくさん必要とするので、実験になれてからやることにして、今はやらない。

からつくることができないものです。今日このような他の物からつくることができないものを元素というが、このような元素は約 90 種ほど知られています。私たちのまわりには非常にたくさんの物がありますが、それらはどれも結局はこの 90 種ほどの元素のどれかからできています。私たちのからだを作っている元素は炭素・水素・酸素・窒素・りんなどです。普通の岩石を作っている元素、これは岩石の種類にもよります。酸素・けい素のほかアルミニウム・カルシウム・鉄・マグネシウムなどです。銅・銀・金も元素なのです。そして、たゞ一種の元素からできている物、たとえば酸素ガス・水素ガス・鉄・金・銀・銅・いおうなどのような物もあり、酸素と水素からできている水、炭素と酸素とからできている炭酸ガス・一酸化炭素、炭素と水素とから

元 素 の 表

名	記 号	名	記 号
アルミニウム	Al	タングステン	W
亜鉛	Zn	炭素	C
いおう	S	窒素	N
ウラニウム	U	鉄	Fe
塩素	Cl	銅	Cu
カリウム	K	ナトリウム	Na
カルシウム	Ca	鉛	Pb
金	Au	ニッケル	Ni
銀	Ag	ネオン	Ne
けい素	Si	白金	Pt
コバルト	Co	ヘリウム	He
酸素	O	マグネシウム	Mg
水銀	Hg	よいう素	I
水素	H	ラジウム	Ra
すず	Sn	りん	P

できている石油などもあります。

25 分子と原子

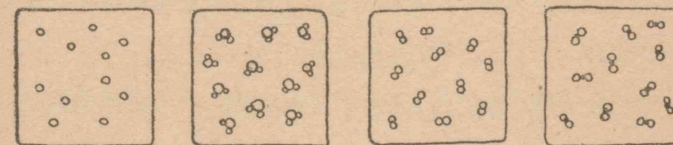
水が蒸発して水蒸気になり、凍って氷となる。特に水蒸気になる時に激しい体積の変化を伴います。また、水蒸気になると、圧力の変化で体積がたやすく変わるとことを考えてみると、水という実質が空間に一樣に満ちていると考えることは考えにくいことです。前に調べた水に物を溶かす時、溶けた物の体積が水とその物の体積の和にならないというようなことも、物の実質が空間に満ちひろがっているとしては解釈しにくいことなのです。それらをうまく説明するためには、物はすべて小さな粒からできているとするとよいことがわかってきた。18世紀の末ごろから、こゝでは説明をしないが、こうした、万物は小さな粒からできているとすることに都合のよい事実がたくさん知られるようになりました。

その小さな粒の間には、何もない空間があり、気体の時はその粒の間はたいへんひろいが、固体や液体になると、何もない空間は狭くなっています。温度によって物の体積が変わるのは粒の大きさには無関係で、この何もない空間が変わるためだとしています。違ったものをまぜる時、そのめいめいの小さな粒は互に入りくみあって、その両方がおのおの単独である時よりもすきまが少なくなるためと説明できます。しかし、もっと正しくいろいろのことを説明するためには、この小さな粒のことはもっとくわしく調べられなければなりません。

くわしい研究の結果わかったことで、おもしろいこともたくさんあ

ります。まずこの小さな粒の半径はほゞ 10^{-8} cm^{*} ぐらいです。0°, 1気圧の気体 1cc 中にあるこの粒の数は 2.7×10^{19} 個^{**}です。この時粒と粒との距離は粒の半径の 30 倍ぐらいです。粒の間をその半分にせばめるためには、体積は 2³ 分の 1 すなわち 8 分の 1 にしなければなりません。そのためには、圧力は 8 気圧にしなければならないのです。

液体になると、この粒は互にふれあうくらい近づいています。固体



ヘリウム・ネオンなどの分子

水の分子

水素・酸素・窒素などの分子

炭酸ガスの分子

図 22

の結晶ではこの粒は規則正しく並んでいるとされています。

一滴の水(ほゞ 0.02 cc) は 0.02g で、これが 100°, 1 気圧で水蒸気になると約 1650 倍の 33 cc の体積を占めるようになります。

気体をつくっている小さな粒は分子と呼ばれます。これは前に述べたように、小さな形で広い空間内でかっばつに運動しています。この分子はヘリウム・ネオン・アルゴンなどでは簡単な一つの粒ですが、水素・酸素・窒素などでは二つの粒の結合したものです。その一つ一つの粒は、強く結びついていて、たいいていの場合離れません。この分子をつくっている粒のことを原子といいます。それで水素・酸素・窒素の分子はそれぞれ 2 原子からできているものなのです。そして水

* 10^{-8} cm ということは $1/10^8$ cm のこと、すなわち 0.00000001 cm または $1/100000000$ cm のこと。

** 27000000000000000000 のこと、2.7 の小数点を 19 けた下までとった数。

素・酸素・窒素など元素の原子はみな各特有の大きさ・重さを持っています。私たちは分子でさえ直接には見ることはできないのですが、原子はなお見るわけにはいきません*。

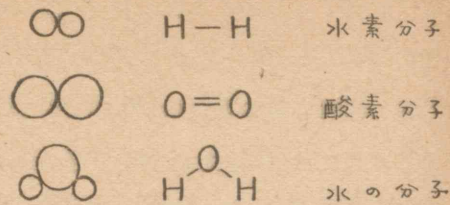


図 23

しかし、いろいろの方法で、その大きさ・重さなども今日ではよく測られています。

次に、水の分子はどうでしょうか。それは図のように酸素原子一つと水素原子二つとからできていること、そのつながり方も図 23 に示したような形になっているということが、今日考えられています。水のような違った元素が結びついてできたものは、その分子が違った種類の原子からできているのです。

酸素と水素とから水ができる反応は酸素や水素の分子がこわれて水の分子ができることなのです。水の分子は冷やすと互に接近して、体積が小さくなり、液体になりやすい。1 気圧では 100° 以上でないと気体になっていません。

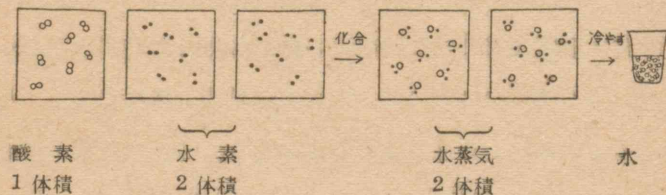
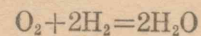


図 24

* 10 ページに説明した小さな粒の運動(これをブラウン運動という)のことを思い出してみなさい。

私たちはいろいろなものを表わす時、その分子の組み立てでこれを表わすことをする。たとえば水の分子は水素原子 2 個と酸素原子 1 個とからできているので、分子を表わす式として H_2O と書き、これで水を表わすことにしています。原子記号をその原子一つとして表わすから、酸素は O_2 、水素は H_2 、窒素は N_2 などとなります。

また酸素 1 分子と水素 2 分子とから水の分子 2 が二つできることを次のように書いています。



復習

- (1) 水素 2g と酸素 16g とからは水 18g ができますが、水素 2 体積と酸素 1 体積とからは水蒸気 2 体積できます。なぜ 3 体積にならないのでしょうか。
- (2) 炭酸ガスの分子は炭素 (C) 1 原子と酸素 (O) 2 原子とからできています。炭酸ガスを表わす分子式はどう書くといよいでしょうか。
- (3) 次の物を表わす分子からどんなことがわかりますか。

アンモニア	NH_3
一酸化炭素	CO
メタン	CH_4
アルコール	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

次のことは正しいですか。正しくなければ理由を説明しなさい。

- (1) 水は万物のもとです。
- (2) 水素は元素であるから、それからもっと簡単な物質を取り出すことができません。
- (3) 水素は水からつくられるから元素ではありません。
- (4) 水は水素と酸素とからつくられるから元素ではありません。

索引

あ		かなげ	27	さ	
圧力がま	24	過マンガン酸カリ	34	細菌(バクテリア)	8, 27
雨水	1, 17, 34	カリウム	29	さらし粉	32, 37, 44
あられ	1	カルシウム	43	酸化カルシウム	45
アルコール	59	カルシウムせっけん	44	酸性炭酸第一鉄	27
アルゴン	57	かん石(ゆあか)	48	酸素	54
アルミニウム	27	乾燥器(デシケーター)	3	し	
アルミニウムせっけん	44	乾燥剤	4	紫外線	37
安全弁	24	き		試験管ばさみ	14
アンモニア	32, 33	気圧	23	実体積	22
い		気温	38	質量	20
イオン	29	きたない水	7	質量不変の法則	20, 52
泉	36	きれいな水	7	重炭酸カルシウム	48
一時的硬水	49	く		純粋な水	13
井戸の水	10, 18, 34, 35	空気の組成(水に溶けた)	19	硝酸銀	33
陰電気	28	雲	1	浄水場	36
え				上水道	36
永久硬水	49	けいそう(珪藻)	8	蒸発	11
塩化カルシウム	4, 30, 44	下水道	36, 38	蒸発ざら	11
塩化銀	33	結晶ざら	31	じょうりゅう	14
塩化マグネシウム		限外顕微鏡	10	じょうりゅう水	13
(にがり)	30	原子	56	じょうりゅう水製造機	16
塩素	37	原子記号	59	人造樹脂	49
お		元素	54	す	
オゾン	27	元素の表	55	水圧	40
温度計	16	顕微鏡	8	水位	6
か		こ		水酸化第二鉄	27
かせいソーダ	53	硬水	43, 48	水晶	19
かたガラス(硬質ガラス)	51	水	23	水素	54
かたさ	45	こし紙(濾紙)	7, 9	水道	35, 36
				素焼きの筒	8, 9

石灰	44	ネスラー試薬	33	水の分解	50
せっけん	44	濃硫酸	4	水のかたさ	45
せっこう	44	飲む水	12, 26, 30	水の試験	30
ゼラチン	31			水の分子	57
せんたく	27, 43			みょうばん	27, 44
		は		む	
		培養試験	31	無水亜硫酸ガス	17
大腸菌	31	バクテリア(細菌)	8, 27	め	
炭酸ガス	20, 30	パームチット	49	メスシリンダー	42
炭酸カルシウム	48	ひ		も	
炭酸ソーダ	48	比重	23	も(藻)	27
		ヒドラ	8	や	
		ピペット	21	やすり	15
		ち		ゆ	
ちんでん	27, 28, 33, 48	ふ		ゆあか(かん石)	47
		沸石	49	有機物	32, 34
津波	5	沸騰	23	雪	1, 17
露	14	ブラウン運動	58	湯せんなべ	11
		フルオレッシン	32	よ	
		分子	10, 57	陽電気	28
デシケーター(乾燥器)	3	分子を表わす式	59	り	
鉄	27, 54	へ		硫酸根	28
		ペトリざら	31	りょくそう(緑藻)	8
		ヘリウム	57	れ	
		と		冷却器	17
		とうふ	30	ろ	
		な		濾紙(こし紙)	7, 9
鉛	30	ほ			
軟水	45, 48	ほうしゃ(礫砂)	47		
		ほりぬき井戸	40		
		に			
にがり(塩化マグネシウム)	30	ま			
		マグネシウム	43		
		マグネシウムせっけん	43		
		ね			
ネオン	57	み			
		みじんこ	8		

私たちの科学 2
 水はどのようにたいせつか
 中学校第1学年用

昭和 25 年 2 月 1 日 初版印刷
 昭和 25 年 2 月 5 日 初版発行
 昭和 25 年 12 月 1 日 再版印刷
 昭和 25 年 12 月 5 日 再版発行

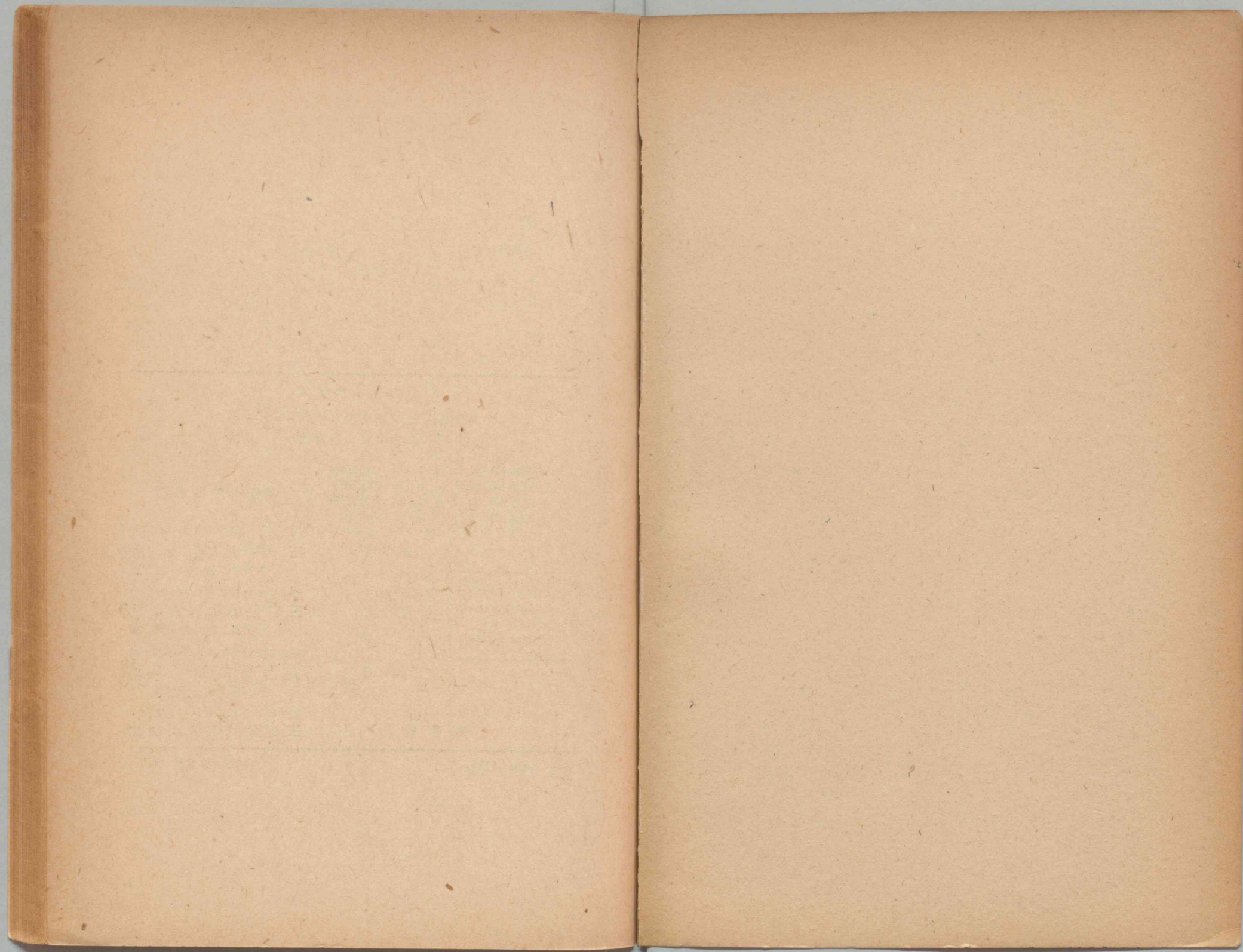
定価 18 円 50 銭

Approved by
 MINISTRY
 OF EDUCATION
 (Date Oct. 10, 1950)

著者 三省堂編修所
 代表者 亀井寅雄
 東京都千代田区神田神保町1の1
 発行者 三省堂出版株式会社
 代表者 亀井寅雄
 東京都千代田区神田三崎町2の44
 株式会社 三省堂神田工場
 代表者 今井直一
 東京都千代田区神田神保町1の1
 発行所 三省堂出版株式会社

(¹⁵/_{三省} 中理 718)

(略称 中理科 水)



広島大学図書

0130449872

