

# 中学校副読本 水循環



この本は水循環に関する情報が掲載されています。学校での学習を踏まえ、さらに水循環について調べる際に使ってみましょう。

## 目次

### 第1章 流域と水循環の仕組み

第1節	水の循環	1
第2節	流域と水循環	2
第3節	水と生態系	4
第4節	人工的な水循環	7
第5節	地下水の持続的な利用	9

### 第2章 生活、産業と水循環のつながり

第1節	生活と水循環	11
第2節	社会と水循環	13

### 第3章 水循環が育む文化と歴史

第1節	日本の歴史と利水、治水	16
第2節	水が育む風景と文化	18

### 第4章 水循環と災害と防災

第1節	水害と土砂災害と渇水	21
第2節	地形と水害	23
第3節	防災・減災	24
第4節	流域治水の展開	27

### 第5章 世界と日本の水循環

第1節	世界の水の様相	32
第2節	日本の川と流域の特徴	33
第3節	持続可能な社会と水循環（SDGs）	35

### 第6章 水循環の課題と取組

第1節	水循環の現状と課題	41
第2節	水循環の課題解決のための取り組み	43
第3節	水循環の課題解決の方法を考える	45



## 第1節 水の循環

**Keyword** 水循環／地球上の水／淡水／降水／地下水

地球上の水は約97.5%が海水です。私たちの周りの河川、湖沼、地下水などは淡水<sup>たんすい</sup>ですが、これらは地球上の水の約2.5%に過ぎません。水は絶えず循環し、海や川などの水は太陽のエネルギーによって蒸発し、雲となり、雨や雪として大地に降ってきます。私たちの地域でも、降った雨が川や湖の水になったり、地面に浸透して地下水となり、時間をかけて再び海へと流れ注いでいきます。このように、水は姿を変えながら地球上を循環しているのです。



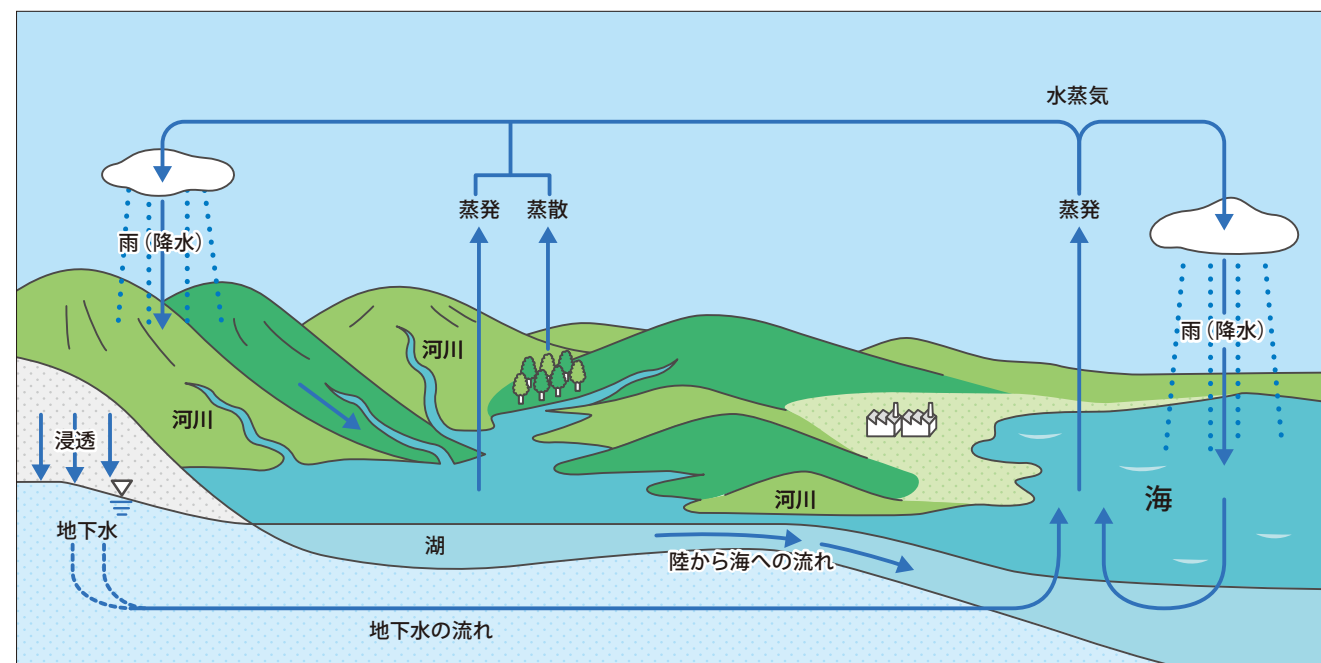
### 1 地球の水循環

地球の水は絶えず姿を変えて動いています。陸地や海洋の水は太陽熱によって蒸発し、水蒸気になり、大気中で凝結して雲となったあと、雨や雪として地表に降ってきます（降水<sup>こうすい</sup>）。そして、その一部が地下に浸透して地下水となったり、地表を河川として流れながら海に戻ってきます。このように水がその姿を変えながら動くことを水循環と言います。

水循環には、地球の気温の変化を和らげる効果があります。水が水蒸気となると周りから熱を奪い、水蒸気が水になるとときには熱を放出します。また、水は、陸上の岩石や土などよりも熱を蓄えます。このような水の性質は、地球全体の気候を和らげることにつながっています。日中に水が蒸発するときには周りから熱を奪い、夜に気温が下がれば水蒸気が水に戻り熱を放出するため、極端な温度の上下が少ないのです。また、暖まりにくく冷えにくい海があるため、昼夜や季節による気温が変化も小さいのです。さらに、海流や空気中の水蒸気が、地球の中で熱を有効に運搬しているのです。



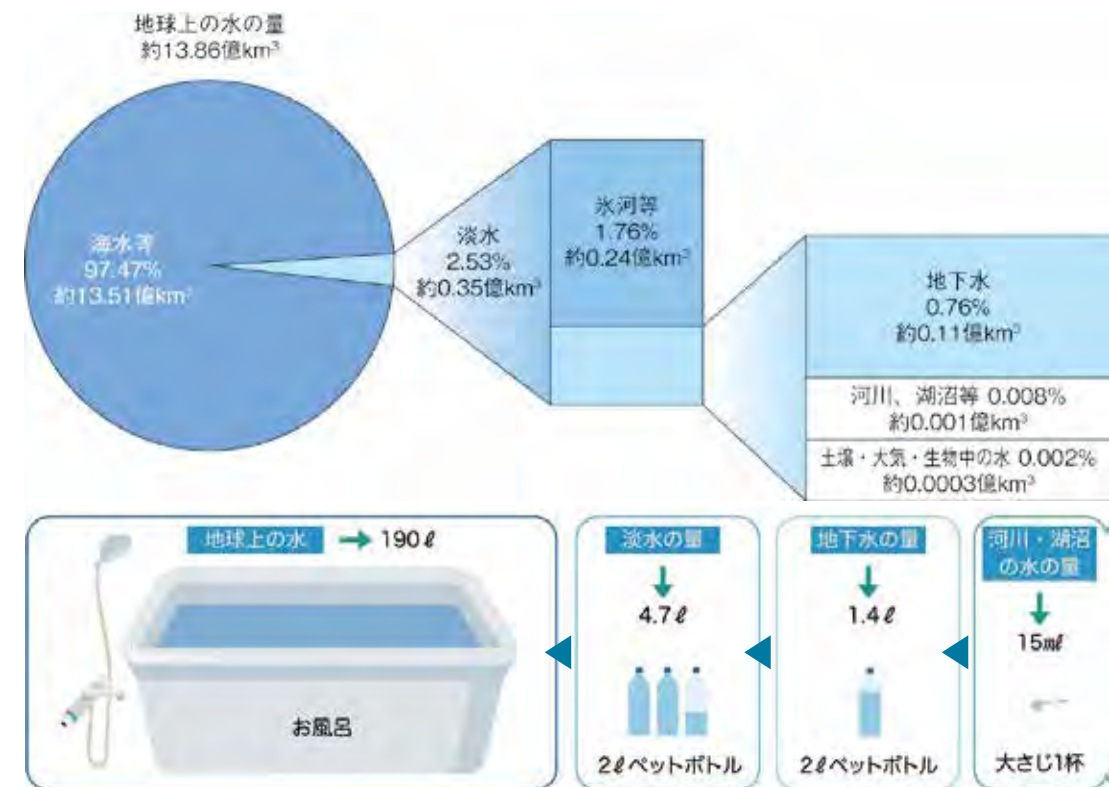
地球



地球の水循環

## 2 地球上の水

「水の惑星」と呼ばれる地球ですが、私たちの生活で利用できる淡水はごくわずかしか存在していません。しかも、その多くは北極や南極の氷河や地下水として存在しています。河川や湖沼等の淡水は、地球上の水のわずか0.008%なのです。そのため、地球上のすべての水の量を風呂1杯分（約190ℓ）に例えると、暮らしの中で容易に利用できる河川や湖沼などの水の量は大きじ1杯分（15ml）なのです。



地球上にある水の量の全体

## 第2節 流域と水循環

**Keyword** 流域／地形／分水界（分水嶺）／流域マネジメント

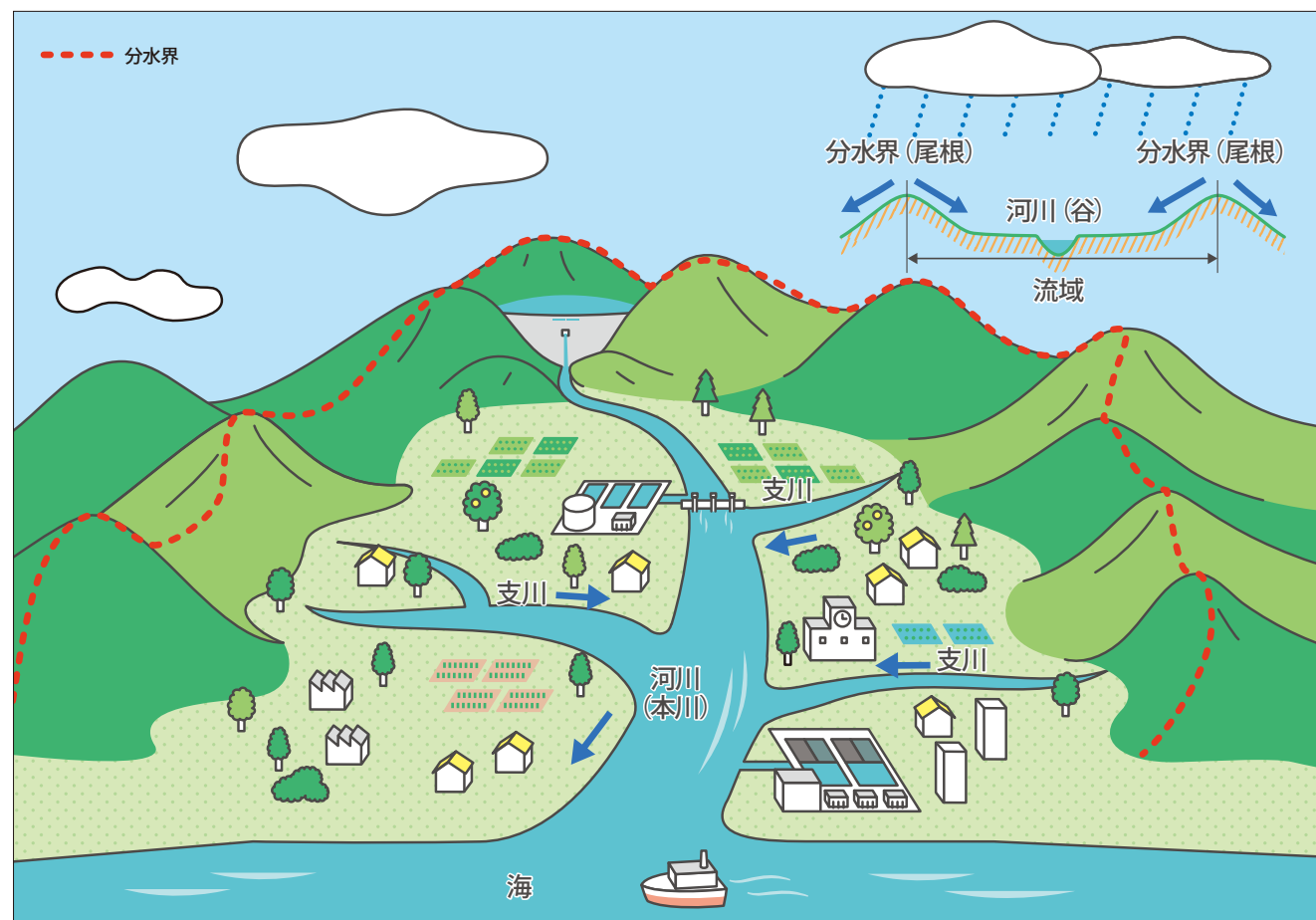
流域<sup>りゅういき</sup>は、水循環と人や社会の関わりを考える時に重要です。流域とは、雨が地表面に流れて、ある川に流れ込む範囲のことです。「流域」は、重要な水循環の単位です。流域の大きさや地形などは様々で、その流域によって水の利用の方法が異なったり、洪水の様子にも違いがみられます。また、その流域の特性に応じて様々な生態系がみられます。身近な川の流域に出かけて、川の様子や生き物の種類などを見てみましょう。



## 1 流域は水の器

地上に降った雨や雪は、山などの地形によって川に流れ出る方向が決まります。山の尾根など、その境目を「分水界（分水嶺）」といいます。分水界で囲まれている山から海への一体的な範囲を「流域」と言います。または、水が集まる範囲として「集水域」とも呼んでいます。流域は、降った雨が集まる「水の器」のようなものです。雨が降る場所はどこでも流域の一部です。そして、流域は支川が合流すると次第に大きくなっていきます。大きな川の流域は、流れ込むいくつもの支川の流域の集まりです。

国を守る上で重要な水系で国が指定したもののうち、大きな川を一級河川と言います。全国で一級河川は109水系あります。



川の流域

## 2 流域で考える水循環

雨や雪などの降水が、地表から川へ流れ出る状況は、流域の大きさ、地形、地質、土地利用などの条件により、違いがあります。流域とは、水循環からみた地域のまとまりであり、その中で生活をする人々や、生息・生育する生物が水でつながる「水の共同体」とも言えるでしょう。これは、都道府県や市町村などの「行政区分」とは異なる単位です。水と自分の生活や住んでいる地域との関わりを考えると、流域を意識することは水循環を理解する手がかりとなります。このように流域を関係者と一緒に考えて活動することを流域マネジメントといいます。

### 私たちが住む流域を知る

- ▶ 私たちがどんな流域に住んでいるか知っていますか。
- ▶ ここでは、私たちが住んでいる流域を見つけて、調べてみよう。



### 学校の近くの川や湧水を知ろう

- ▶ 私たちの学校にはどんな川があるのでしょうか。
- ▶ ここでは、川の状態を調べたり、大雨が降った時の川の状態をイメージしてみよう。



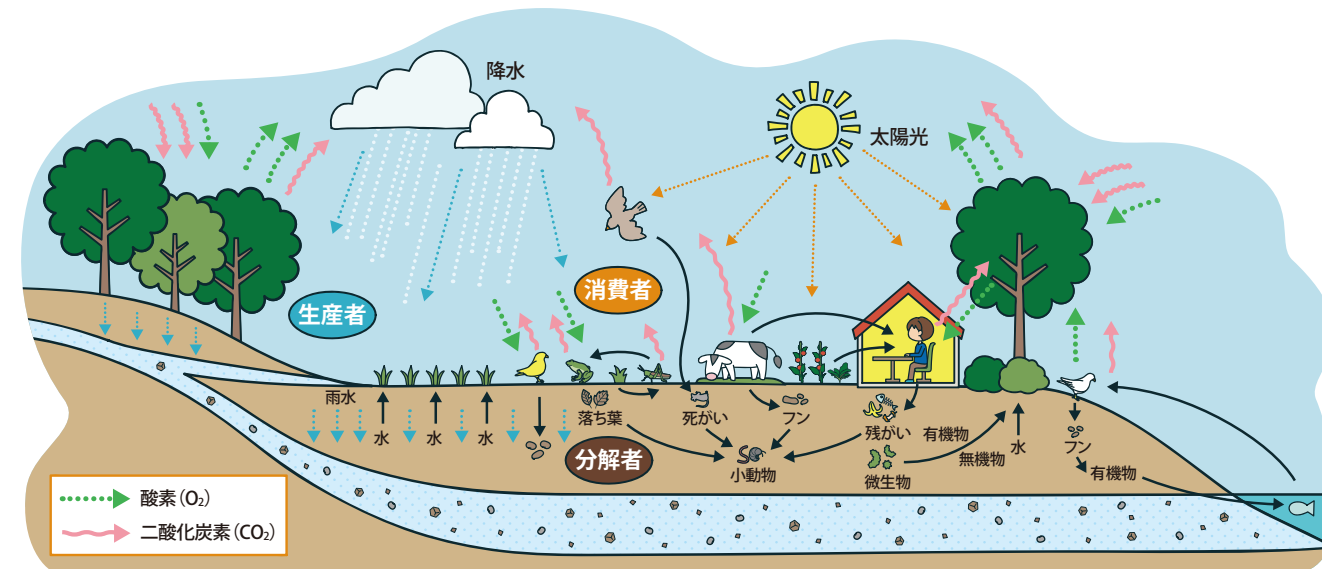
## 第3節 水と生態系

Keyword 生態系／土壌／食物連鎖／自浄作用

水は生命の源といわれます。地球が誕生して、海ができ、河川や湖沼ができて、水が地球上を絶えず循環することで、生命を育んできたからです。生態系とは、私たち人間を含めて、互いに関わりあっているすべての生き物と、それを支える水や土壌、大気などの環境の全体を言います。水循環は生命を支えており、流域の森林が減少したり、土地の利用が変わったりすると、水循環にも変化が生じ生態系にも影響します。私たち人間や生物は、水循環によって支えられているのです。

## 1 水と生態系

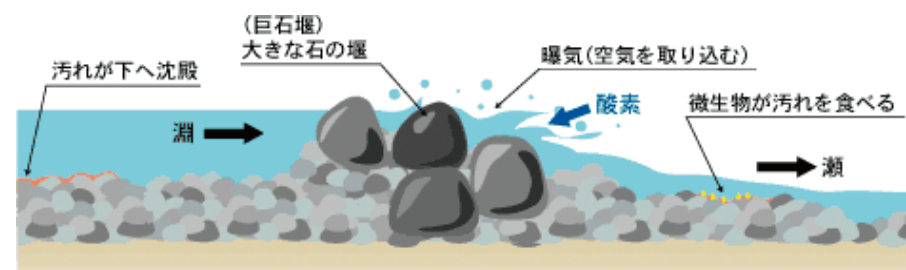
水は循環する過程で、人間を含めた地球上の生命を育んでいます。私たちの身の回りの水や太陽光、酸素( $O_2$ )や二酸化炭素( $CO_2$ )などの大気、土壌といった物質と生物の食物連鎖は、一つのまとまりである生態系を構成しています。地表に降り注いだ雨や雪などの降水は、地表を流れて川に注いだり、浸透して地下水になる他、土壌をうるおして植物にも吸収されます。植物は、光合成によって二酸化炭素を取りこんで酸素をだします。植物の葉や実を消費者である昆虫や草食動物が食べ、その昆虫や草食動物は肉食動物や大型の鳥などに食べられます。このことから、植物は食物連鎖を支えているといえます。植物の落ち葉や動物の死がいなどの有機物は、土壌の中で小動物や微生物などによって分解されて無機物となり、植物の栄養となります。このような水循環を含む生態系は、全体としてバランスを保っています。



水循環を含む生態系

## 2 水循環と生態系のバランス

流域の中の森林、里山、河川、湿地、干潟といった環境のまとまりも生態系の要素ととらえることができます。これらは、それぞれ生態系のバランス（平衡、つり合い）を保つ働きがあります。例えば、水循環の一つの過程である川の流れは、生き物の生息・生育環境の提供という機能があるとともに、水質を浄化する働きがあります。



川の自浄作用

水の汚れが川の中の砂利にふれて沈殿し、石のあいだを流れ下るときに空気を取りこみ（曝気）、微生物が汚れを食べて分解されるなど、自然の浄化の働き（自浄作用）があるのです。



### 3 物質循環

水循環とともに、水を介在した様々な物質の循環があり、森林が蓄えた水や地下水を通じて海へとつながっていきます。「豊かな森林は豊かな海を育む」と言われており、森林に降った雨は、枯れ葉等の腐葉層を通して土の中にしみ込む過程で、土壌層で汚濁物質のろ過などにより浄化されるとともに、リンやミネラル等の栄養分が溶け込み、土壌内に蓄積されてゆっくりと川に流れたり、さらに地下深くしみこんで地下水ともなります。川や地下水から流れてきた栄養分は、やがて海に流れ込みます。そして、海のプランクトンや海藻がそれらを取り込んで育つとされています。

地下水の流れの中でも物質の運搬が行われています。地下水の中に溶け込んだ物質が移動していく時間は、地下水の経路や地下の地質の状態などによって異なります。数年から数十年かけて徐々に下流に伝わっていきます。上流域の山で深く潜った地下水が海岸付近まで達するには、早くても20年から30年、あるいは50年以上の長い期間を要する場合もあります。

川の流れの中には、自ら水質をきれいにする「自浄作用」という働きがあります。この自浄作用は、主に「接触沈殿」、「吸着」、「酸化分解」の3つのステップからなります。「接触沈殿」は、川の中の礫の隙間を水が通るとき、水中に浮いている汚れが礫に触れて沈殿します。「吸着」は、水中の汚れと礫の中で生じる電気的の+と-の関係から発生する粘りで汚れを吸い寄せる作用です。「酸化分解」は、礫の表面の生物が水の汚れをエサとして食べることで分解する作用です。

海では、海の中に流れて溶け込んだ栄養が植物プランクトン、海藻などに利用されます。そして、「食べる」、「食べられる」の関係で生き物たちがつながっている食物連鎖により動物プランクトン、魚類などへとつながります。魚類は、漁による捕獲や、川を泳いで上る遡上、陸上の動物によって食べられ、糞が排せつされることで、再び陸地に戻ります。このような循環も物質循環です。森、川、地下水、海のバランスにより、健全な物質循環が行われています。

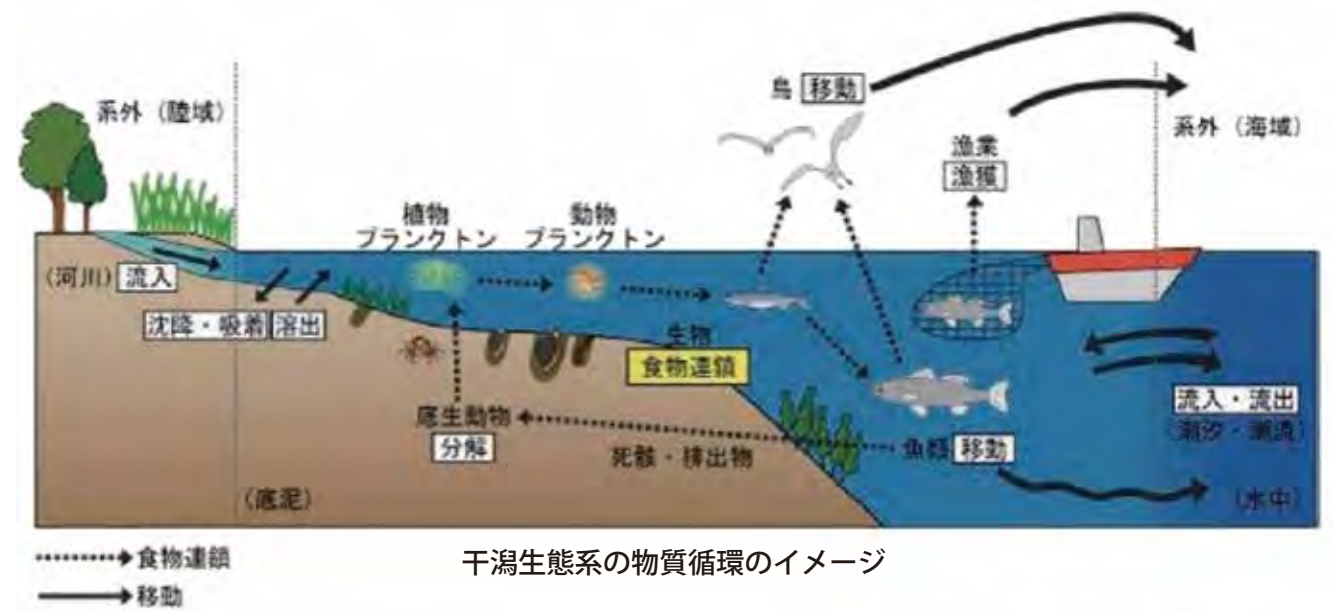


物質循環のイメージ

### ●干潟の物質循環

川の河口付近には砂や泥でできた干潟ができます。干潟とは、潮の満ち引きによって水に浸ったり、干上がったたりするのを繰り返す場所のことを言います。そして、干潟は波浪の影響を受けにくい穏やかな入り江や湾内に川が流入して砂や泥を堆積して発達します。

干潟は多様な生物が生息・生育しています。そこでは、バクテリアや底生生物による有機物の分解、貝類によるろ過、藻類による窒素、リンの吸収が盛んにおこなわれます。また、鳥類や魚類がその底生生物や貝類などを採って食べることを通じて有機物やリンなどが除去されます。このような干潟の物質循環は、水質浄化や多様な生物が生息・生育する場を提供するなど、良好な水環境を構成する役割を果たしています。

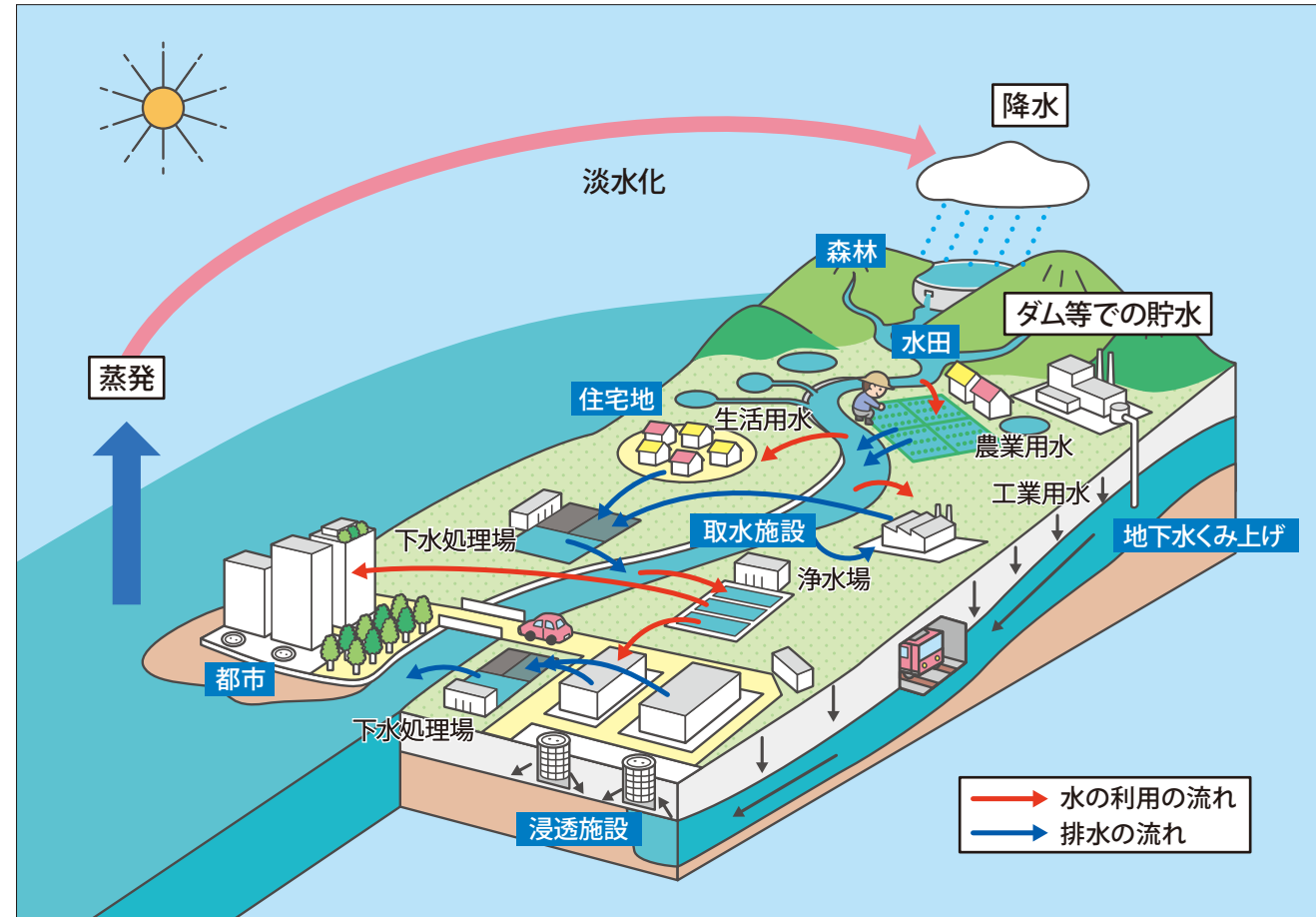


干潟生態系の物質循環のイメージ

## 第4節 人工的な水循環

**Keyword** 水の利用／排水／ダム／取水施設／浄水場／上水道／下水道／下水処理場

人間が使うことができる水資源を私たちの生活や産業で利用するためには、ダム、取水施設、浄水場、上水道などの人工的な施設が必要です。また、利用した水は、下水道などで集めて、下水処理場で処理をしたのちに川や海に排水されます。農業用水やため池、水田なども人工的な水循環の要素であり、これらは水辺の生き物を育んできました。このような人工的な水循環を健全に維持していくことが必要です。



健全な水循環のイメージ

### 1 水の利用

塩分を含む海水は、蒸発する際に淡水化され、水蒸気が雲となって降水をもたらします。その降水は流域に降り注ぎ、森林や土壌をうるおして川に流れるとともに、地下水になります。川の水はダム等によって貯水されたのちに取水施設で取水され、地下水はポンプなどでくみ上げられ、生活用水、農業用水、工業用水として利用されます。私たちが利用できる水は、このような人工的な水循環によって提供されているのです。

### 2 水利用のための施設

川を流れる淡水はその流量が多いときもあれば、流量が少ない時もある不安定です。森林は水をたくわえる役割がありますが、生活や農業、工業などの産業活動で淡水を安定的に利用するためには、水を貯水しておくダムや貯水池などが必要となる場合があります。また、貯水した水を取水するための取水施設、水を運ぶ水路やパイプラインなどの導水施設、地下水をくみ上げる施設、そして、安全な水に浄化する浄水場、その水を届ける上水道といった水道施設も必要です。これらの施設の多くは、作られてから長い年月が経ち、老朽化が進んでいるものもあります。

### 3 水質の変化

生活に必要な水が多くなり、上水や工業用水などが多く利用されると排水も多く発生します。そして、川に流入する排水の量が多くなると、川の水質が悪化します。

### 4 利用した水の処理と排水

私たちは利用して汚れた水、不要になった水を下水道に集めて下水処理場で処理してから川や海に排水しています。また、都市に降った雨を集めて、管で川まで運んでいくことも下水道の役割です。



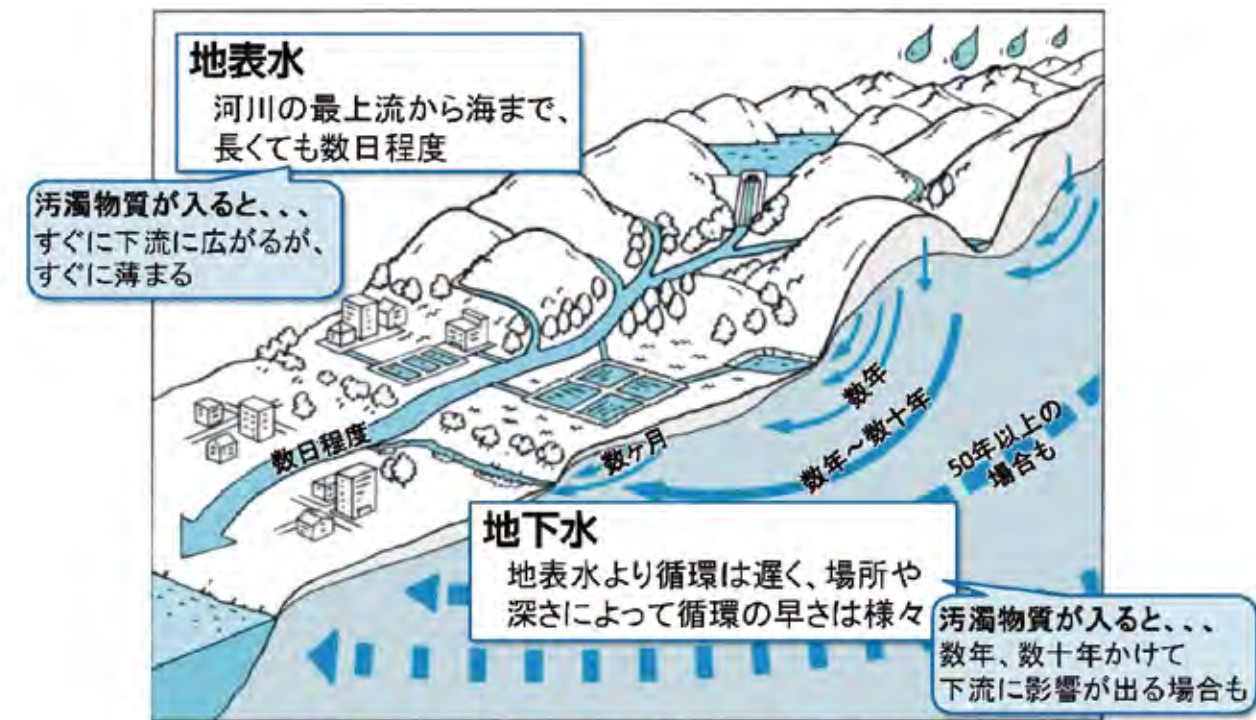
## 第5節 地下水の持続的な利用

Keyword 地下水／地下水マネジメント／水循環／物質循環／湧水

### 1 地下水の持続的な利用

地下水は、雨が地表面から地中に浸透して、土の中の隙間の部分に存在する水です。地球上で最も量の多い、液体の淡水の資源であり、地域の地形、地下の地質などの条件に応じて、地域により利用できる地下水の量や質は異なります。

地下水の流れる速さは、速くても毎秒0.01cm ～ 0.1cm（1日に10m ～ 100m程度）、土壌や地質の条件によっては、毎秒0.001cm未満（1日に1m未満）の場合もあります。



地下水の循環のイメージ

地下水は、古くから生活用水（飲料用、調理用、浴用など）、工業用水（飲食品製造業、原料用、洗浄用、冷却など）、農業用水（農作物の栽培用、温度の調節用）、養殖用の水などの様々な用途に利用されていますが、汚濁物質が土壌に入ると周辺の地下水が汚染される危険性もあります。

また、地下水は湧水として湧き出して地域の生物の生息・生育の場となったり、飲料水や産業に活かすなどとして利用されています。池や湖沼をつくり、地下水として流れ続けるものもあれば、地表に出てくるものもあります。そして、いずれは海に流れ出ること、海の生態系を育むこととなります。この地下水は重要な水循環、物質循環の要素です。このように地下水は貴重な水循環の要素であり、地域にとって大切な存在です。そのため、地域ごとに持続可能な地下水の利用と保全が必要になります。

まずは地域の地下水の実態を知って、地下水の効果的な保全の取り組みを進めることが重要です。各市町村などの自治体が流域というまとまりを考えながら総合的かつ一体的に管理したり、工業や農業などで水を利用する関係者との連携・調整を行いながら守ることも必要です。さらに、地下水を資源とした地域産業を継続するため、自主的な継承策や、学校などで湧水などの地域情報を子どもたち次世代に引き継いで育てていくことも必要です。このように、地下水の保全と利用のバランスを関係者と一緒に考えることを地下水マネジメントといいます。ここでいう自主的な継承策とは、会社や漁業、農業を行うものが、地下水の涵養策や森林保全などを行うことです。



地下水保全の取組 1（福井県大野市の湧水）



地下水保全の取組 2（長野県安曇野市の湧水）



地下水保全の取組 3（愛媛県西条市の自噴井）

地下水の保全管理の取り組み事例