

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	6
第3節	水と生態系	10
第4節	人工的な水循環	18
第5節	地下水の持続的な利用	22

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	27
第2節	社会と水循環	33

目次

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	41
第2節	水が育む風景と文化	45

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	53
第2節	地形と水害	59
第3節	防災・減災	62
第4節	流域治水の展開	70

目次

第5章 世界と日本の水循環

第1節	世界の水の様相	83
第2節	日本の川と流域の特徴	87
第3節	持続可能な社会と水循環（SDGs）	92

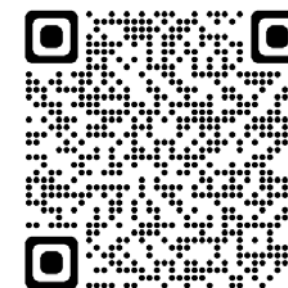
第6章 水循環の課題と取組

第1節	水循環の現状と課題	107
第2節	水循環の課題解決のための取り組み	112
第3節	水循環の課題解決の方法を考える	118

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^{たんすい}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。



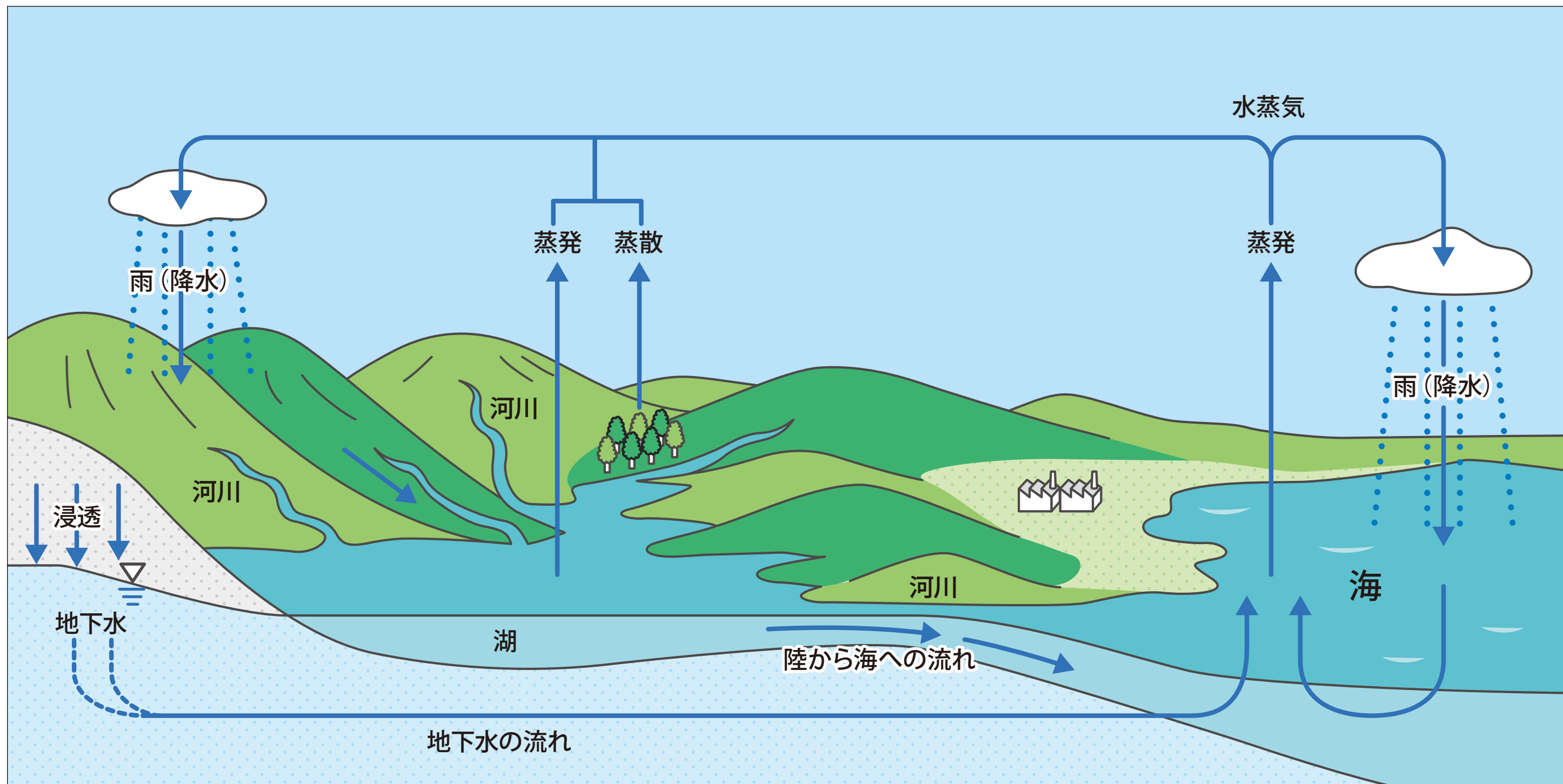
1 地球の水循環

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^{こうすい}）。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繋がっています。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。



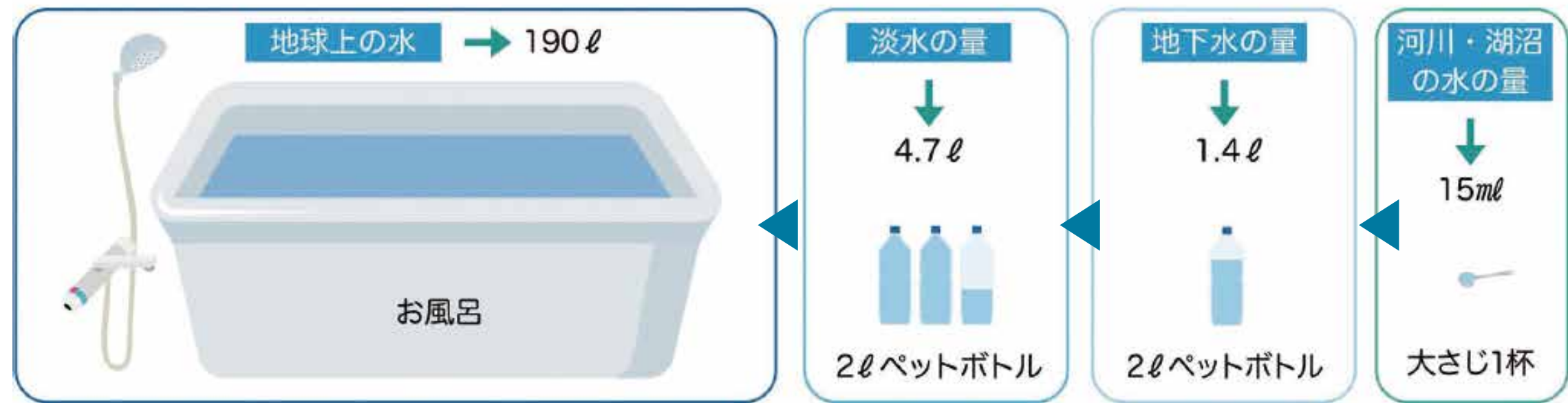
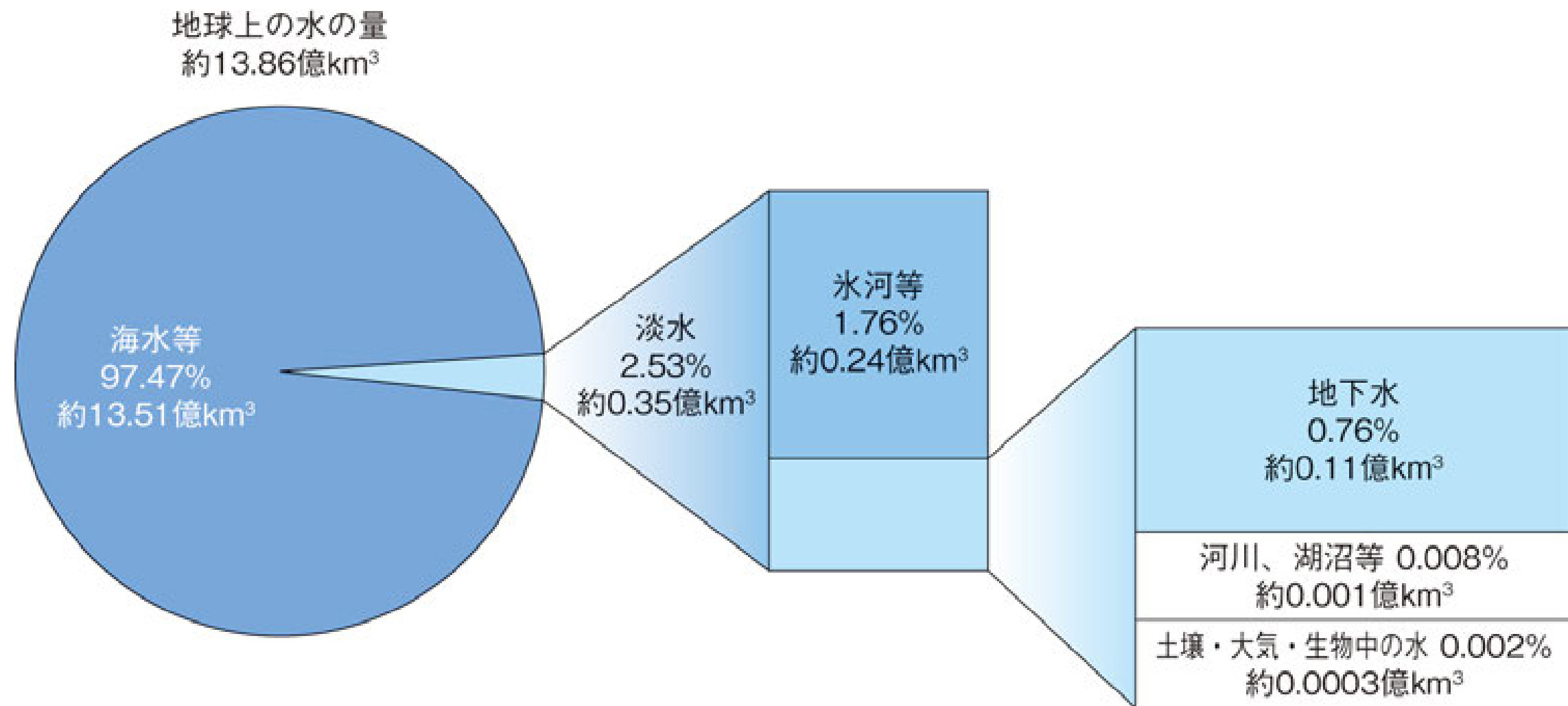
地球



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な存在していません。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さじ1杯分（15ml）なのです。



地球上にある水の量の全体

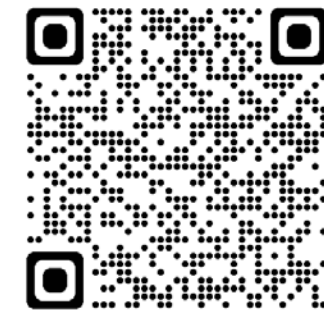
第2節 流域と水循環

Keyword

流域／地形／分水界（分水嶺）／流域マネジメント

りゅういき

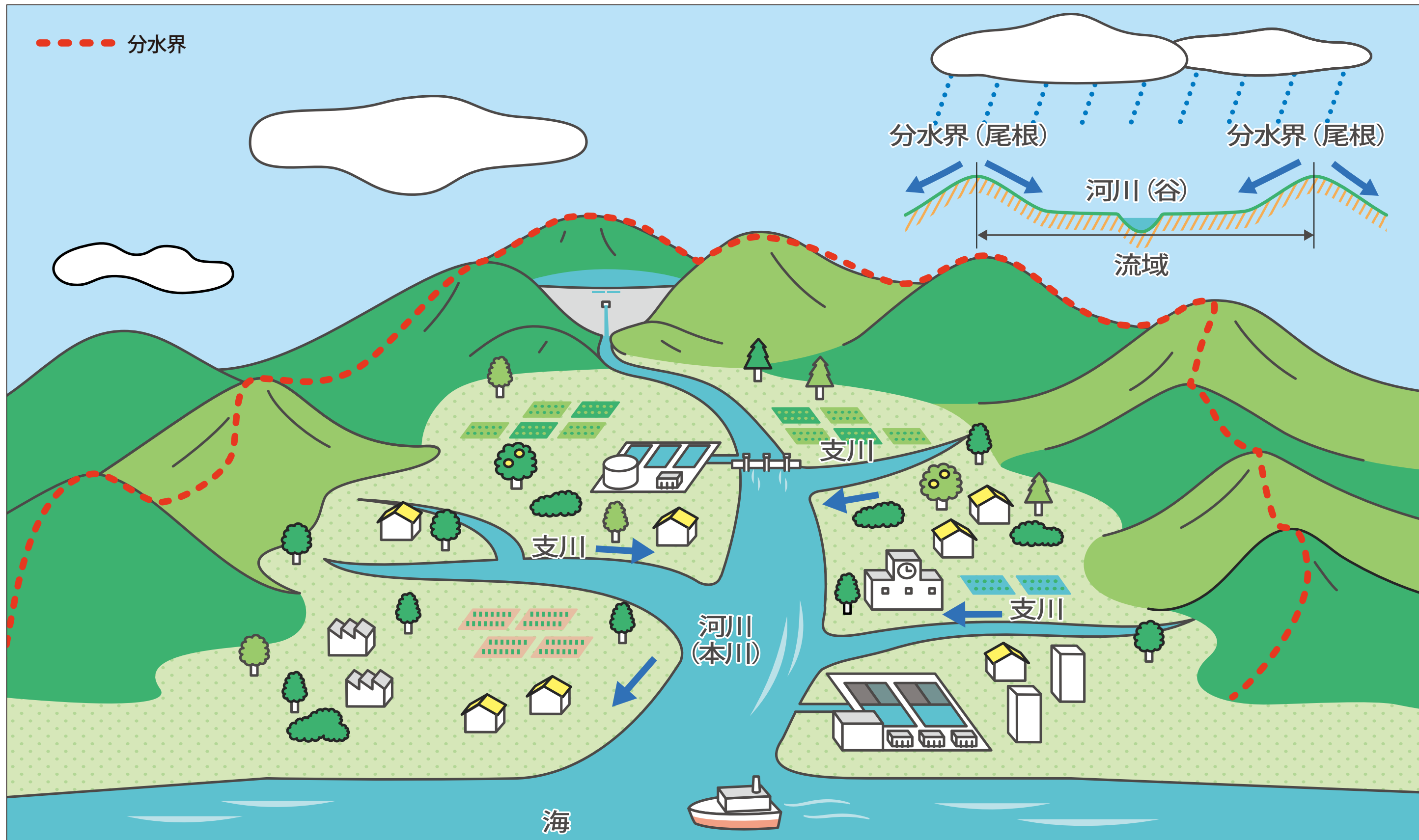
流域は、水循環と人や社会の関わりを考える時に重要です。流域とは、雨が地表面に流れて、ある川に流れでる範囲のことです。「流域」は、重要な水循環の単位です。流域の大きさや地形などは様々で、その流域によって水の利用の方法が異なったり、洪水の様子にも違いがみられます。また、その流域の特性に応じて様々な生態系がみられます。身近な川の流域に出かけて、川の様子や生き物の種類などを見てみましょう。



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）」^{ぶんすいかい}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。



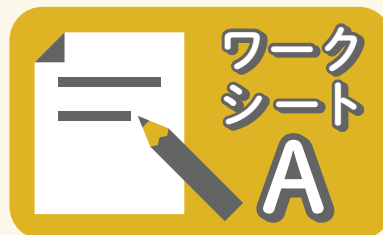
川の流域

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^{きょうどうたい}」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。

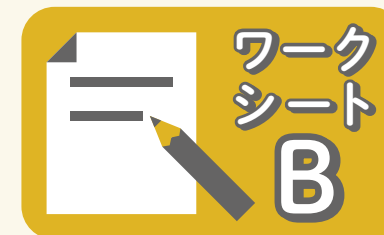
私たちが住む流域を知る

- ▶ 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、川的环境を調べたり、大雨が降った時の川の状況をイメージしてみよう。



第3節 水と生態系

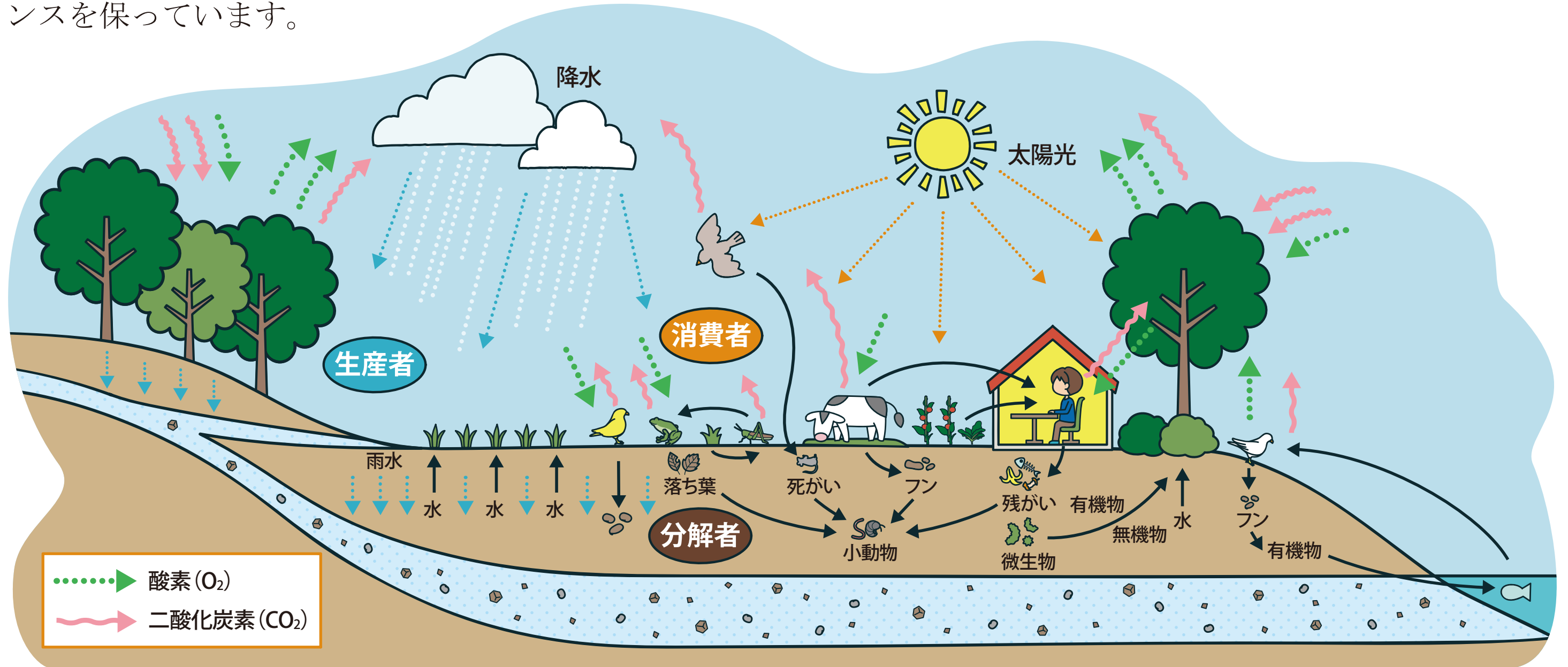
Keyword 生態系／土壌／食物連鎖／自浄作用

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生き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。

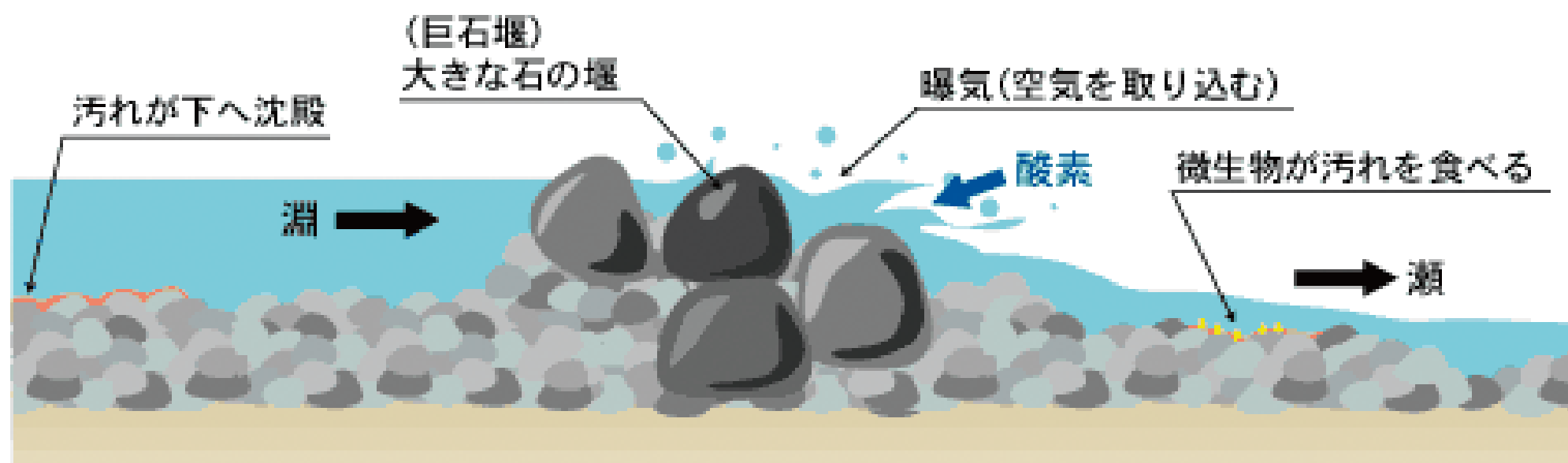
植物は、光合成によって二酸化炭素を取りこんで酸素をだします。植物の葉や実を消費者である昆虫や草食動物が食べ、その昆虫や草食動物は肉食動物や大型の鳥などに食べられます。このことから、植物は食物連鎖を支えているといえます。植物の落ち葉や動物の死がいなどの有機物は、土壌の中で小動物や微生物などによって分解されて無機物となり、植物の栄養となります。このような水循環を含む生態系は、全体としてバランスを保っています。



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^{じょうか}れは、生き物の生息・生育環境^{ちんでん}の提供という機能があるとともに、水質を浄化^{じょうか}する働きがあります。水の汚れが川の中の砂利にふれて沈^{ちん}殿し、石のあいだを流^{じょう}れ下るときに空気を取りこみ^{さよう}（曝^{ばっ}気）、微生物が汚れを食^ばべるなど、自然の浄化の働き（自浄作用）があるのです。



川の自浄作用

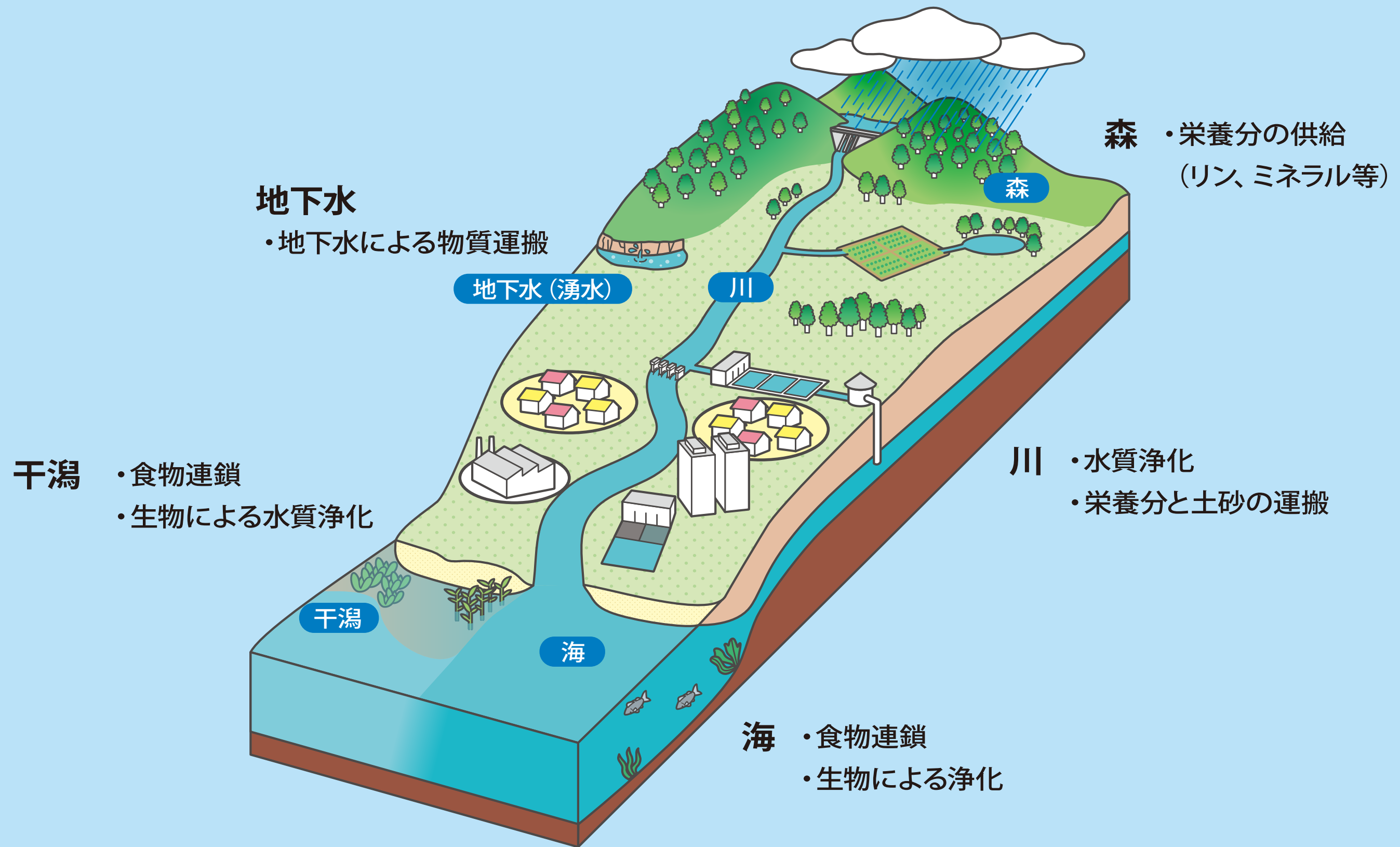
3 物質循環

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があります。

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。

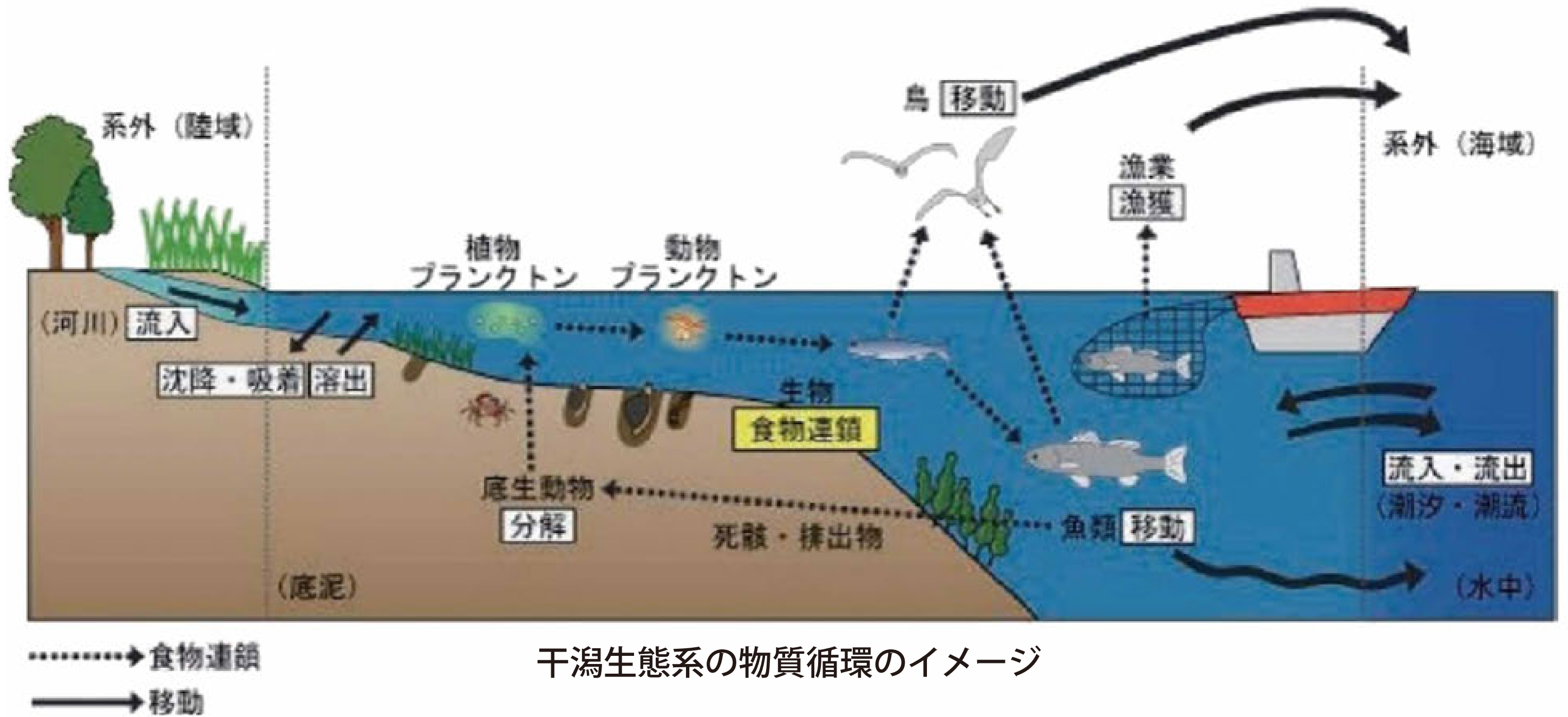


物質循環のイメージ

●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、藻類そうるいによる窒素、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。



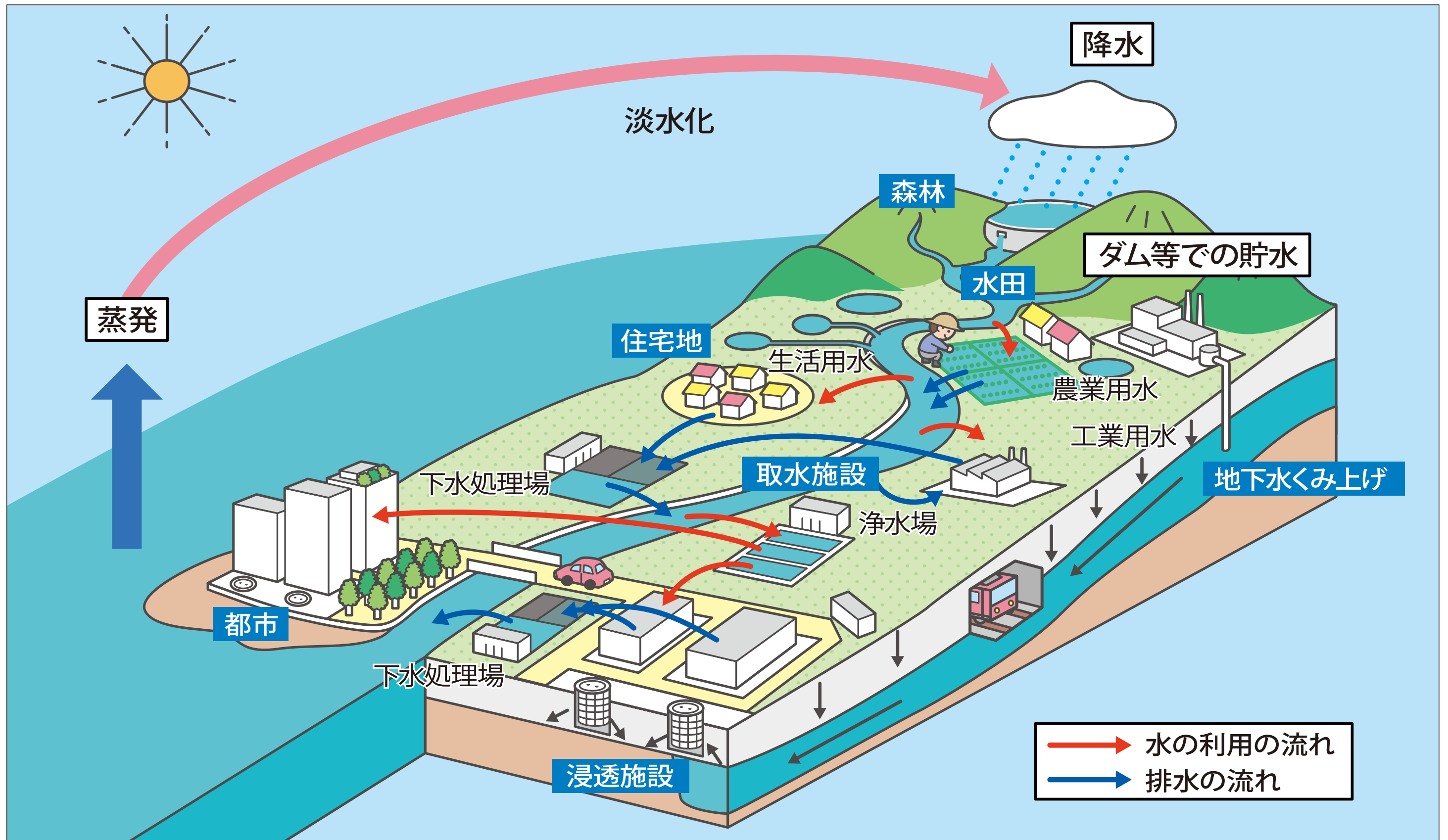
干潟生態系の物質循環のイメージ

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って不安定です。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、水を運ぶ用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。

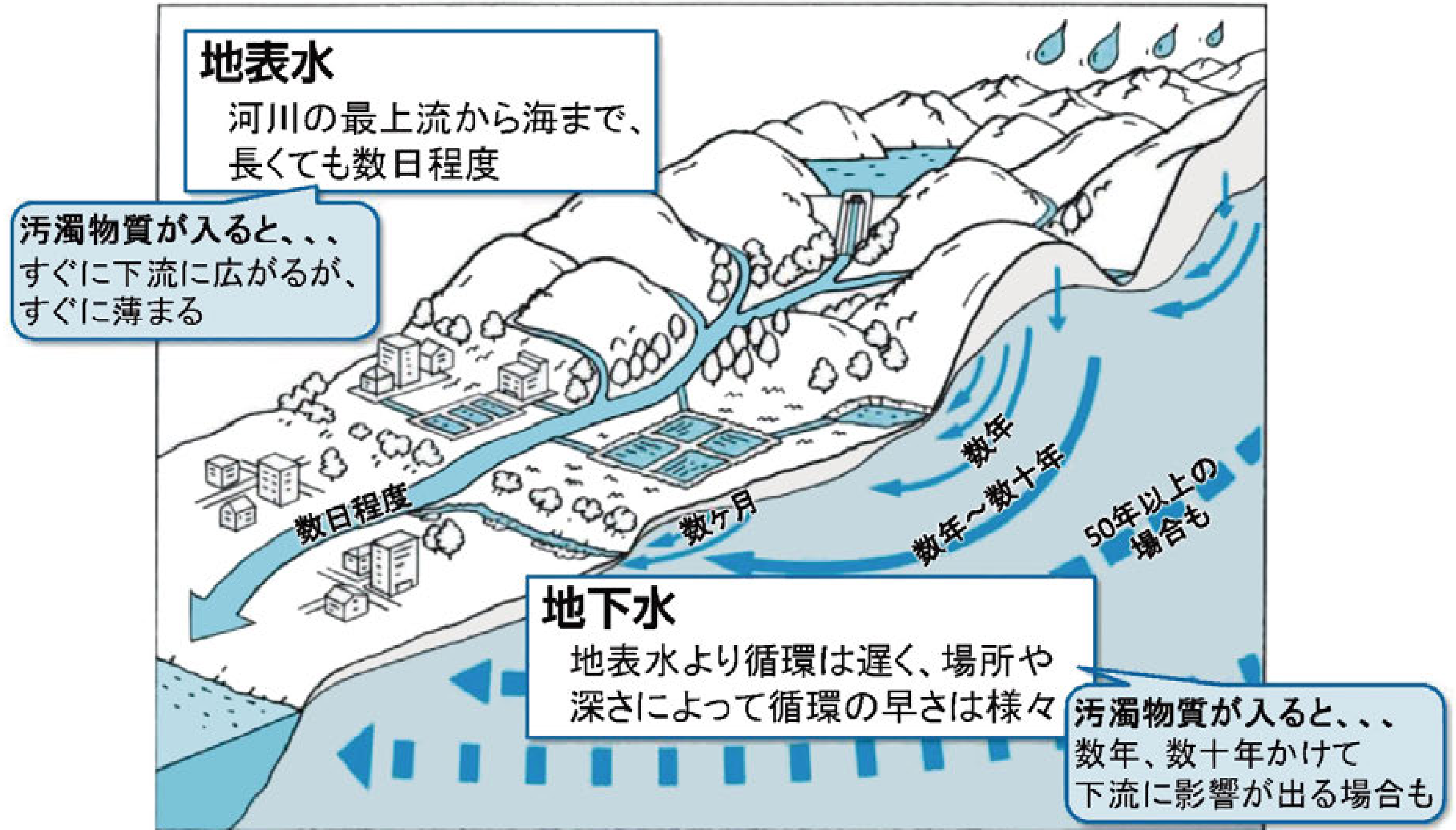
第5節 地下水の持続的な利用

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^{ゆうすい}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で、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^{ゆうすい}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

第1節 生活と水循環

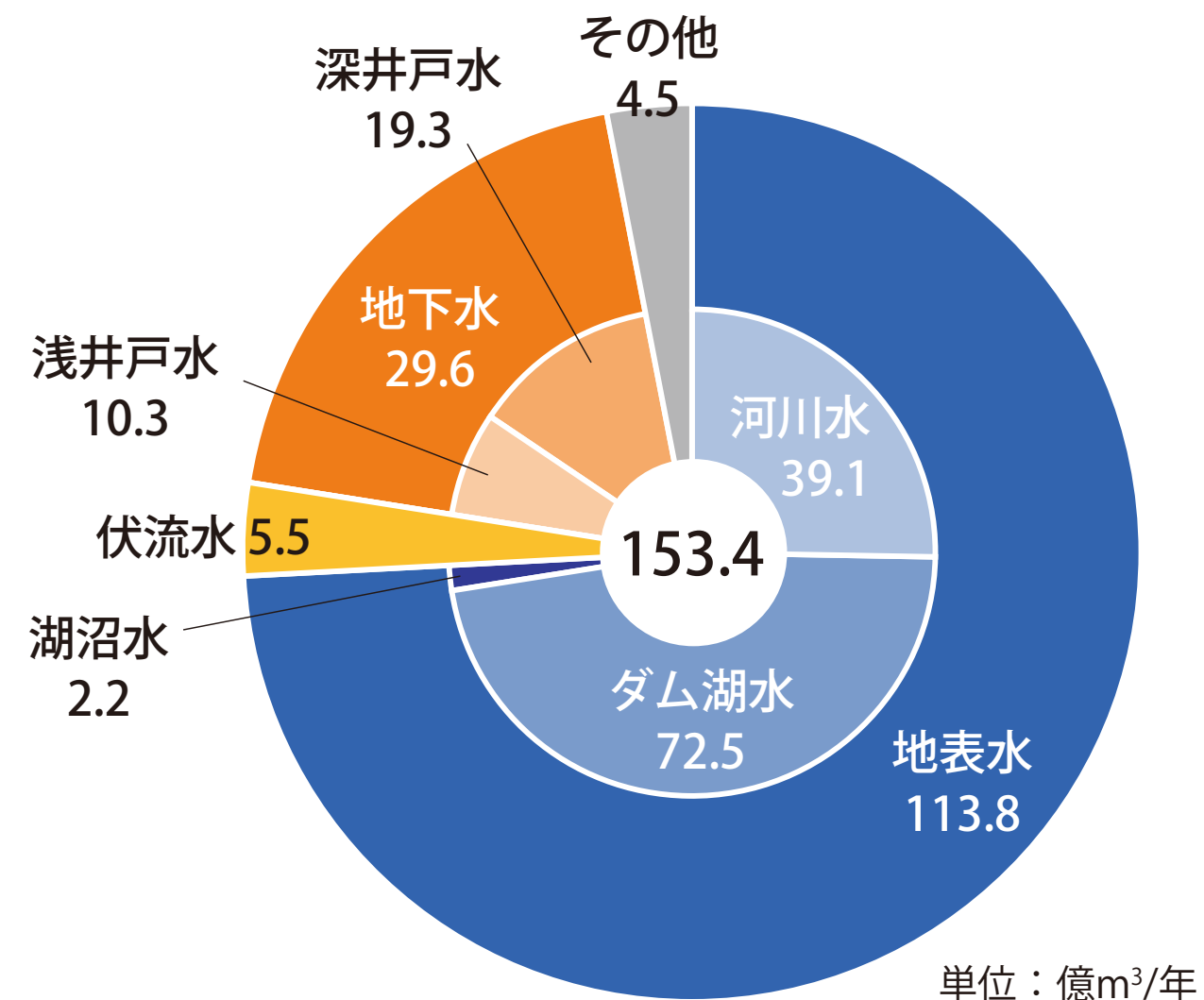
Keyword 生活用水／水源／安全な水／ダム／生活用水／下水道

人の暮らしは、川や湧水^{ゆうすい}のそばなど、水を得やすい場所で始まりました。以来、私たちは長い歴史の中で、生活や産業に欠かせない水を得るため、協力して大切に水を使うための仕組みや施設などをつくってきました。生活に必要な生活用水の水源は、河川やダムに貯水された地表水や地下水です。近代になってダムや上水道の施設（取水施設、浄水場、水道管など）が整備されて水道が普及してきました。そして、高度成長期になって経済発展と人口の増加が生じるとともに、水を多く消費する生活をするようになり、生活用水の使用量は増大しました。水を生活に利用したり排水するのに一定の費用がかかっています。



1 生活で利用している水の水源

飲む、食べる、洗う、流す、私たちは毎日の生活の様々な場面で水を利用しています。このような生活で利用している水はどこからくるのでしょうか。水道の水源の7割は、河川やダム湖に貯水された地表水です。残りの3割は、川底の下や川に沿って存在する伏流水と地下水です。私たちは、水を貯水するダムや上水道の施設などを通して、自然の水循環に働きかけ、生活に必要な水を得ているのです。



水道水源の内訳

2 生活用水がくるまで

安心して水が飲める、いつでも水が使える、これは私たちの生活の基盤です。1950年代半ばから高度経済成長を遂げた日本では都市部の人口が急増しました。これにともない、ダム整備などによる水資源の確保や、上水道の施設の整備が進められ、安全な水を確保してきたのです。

水源に整備されたダムなどで貯水されたのちに、一定の流量が下流の河川に流されます。そして、その河川から堰^{せき}などの取水施設で取水され浄水場まで送られ、そこで安全な水に処理されます。そして、水道管を通して私たちの家庭の水道に水がくるのです。

ダムや堰では段差があるため、魚の上下流の行き来を止めてしまうため、魚道を付けています。



ダム 中筋川ダム（高知県）



取水設備（堰） 長良川河口堰（三重県）



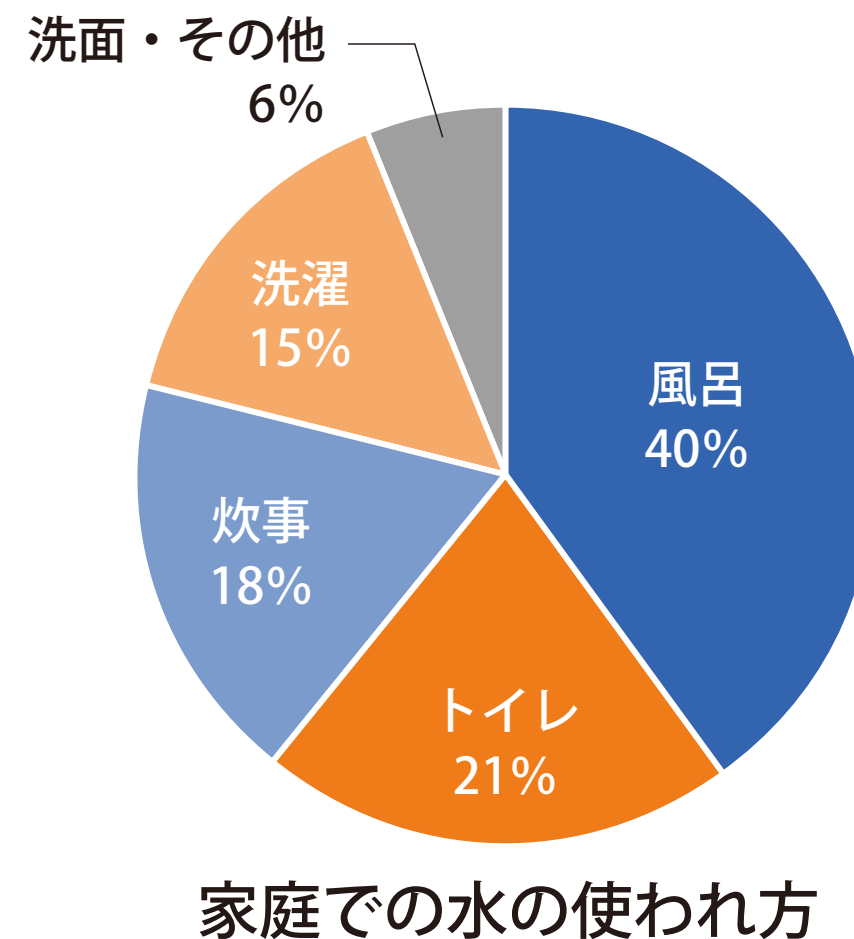
上水道 水管橋（北海道）

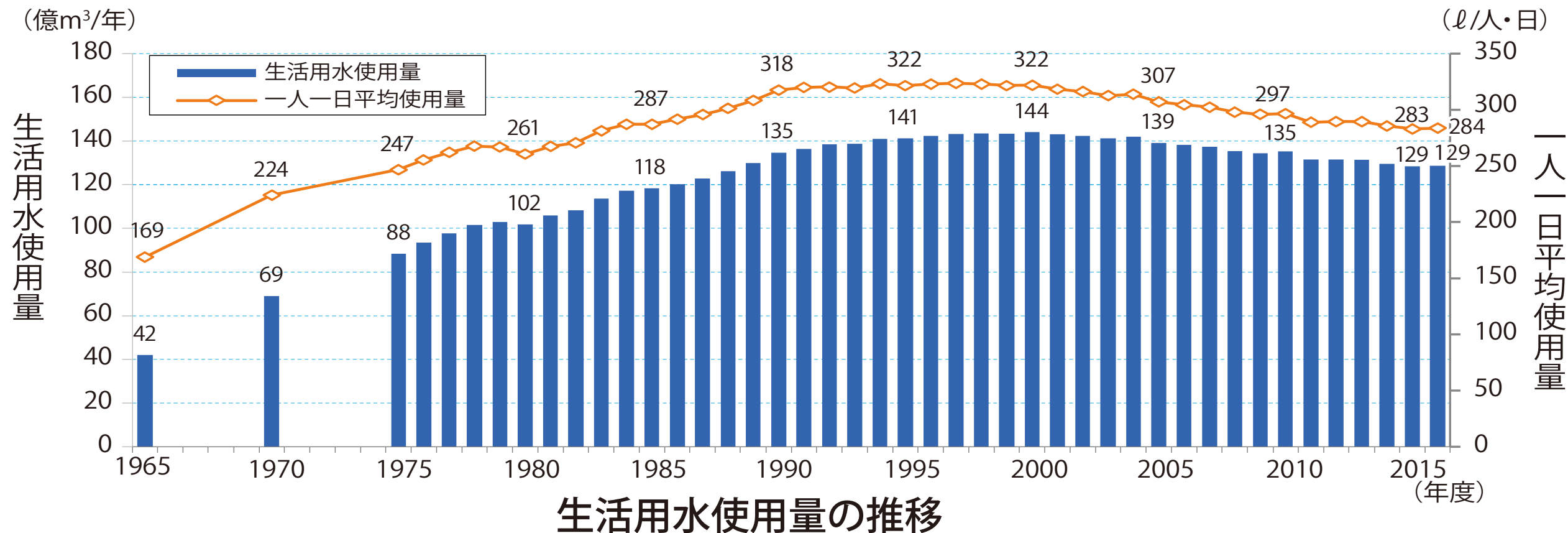


浄水場 市之井浄水場（愛媛県）

3 生活用水の利用状況

家庭では、風呂、トイレ、炊事、洗濯などで、私たちは水を利用しています。このような生活用水の日本人一人当たりの平均使用量は1965年には169ℓ/日でした。そのときの全体の生活用水使用量は42億m³/年でした。生活用水の使用量が最も多かったのは1995年で、一人当たり322ℓ/日と約2倍に増えました。上水道の普及に伴って、水洗トイレや風呂、シャワー、洗濯機などが普及し、水を大量に消費する生活のスタイルに変化したのです。ただ、2000年以降は少し減ってきています。これは、水が効率的に利用されたり、節水できるトイレが普及したことなどによると考えられます。今後は、人口減少で使用量がさらに減っていくと考えられています。





- (注)
1. 国土交通省水資源部作成
 2. 1975年以降は国土交通省水資源部調べ
 3. 1965年及び1970年の値については、公益社団法人日本水道協会「水道統計」による。
 4. 有効水量ベースである。

4 下水道の役割

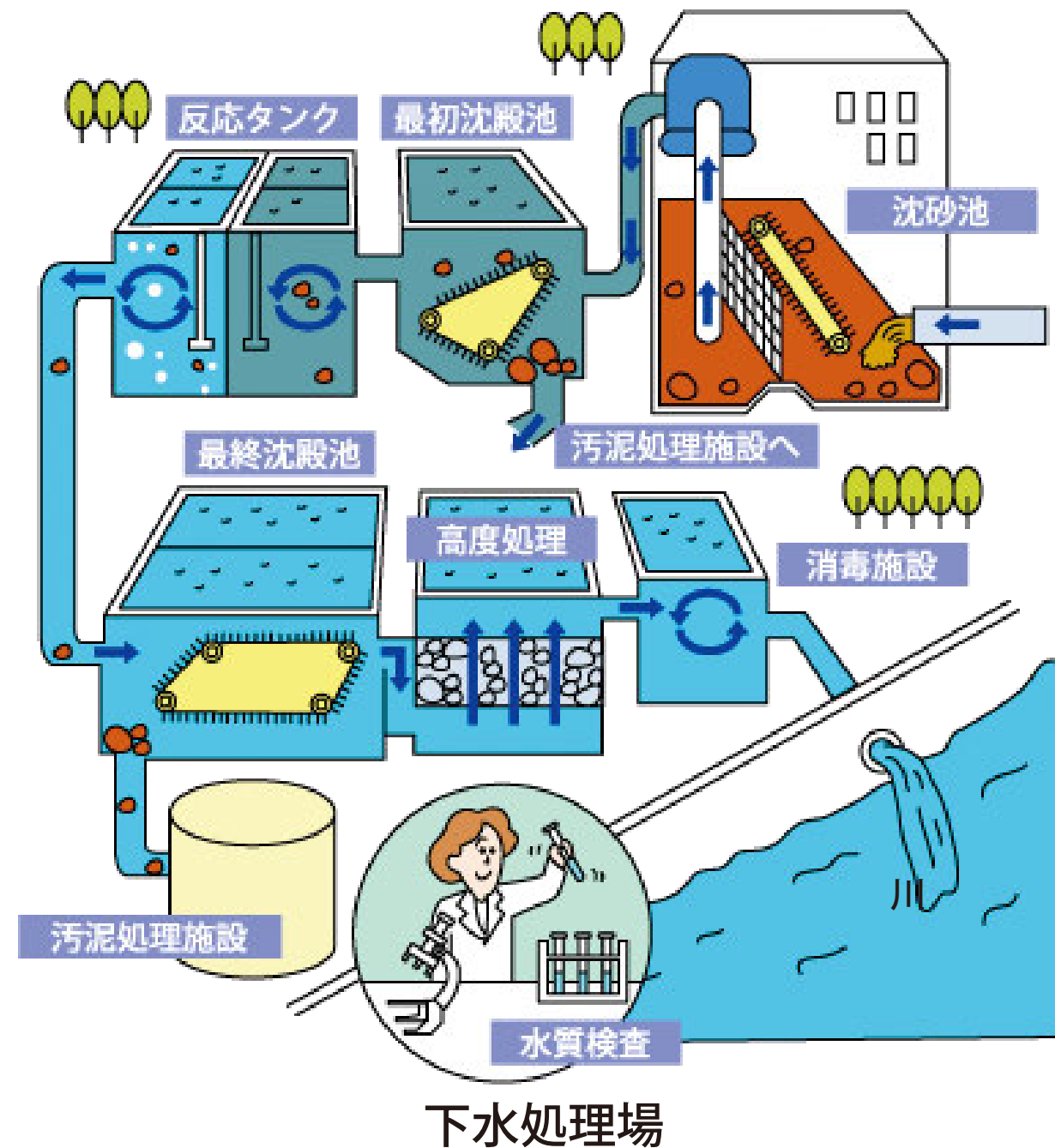
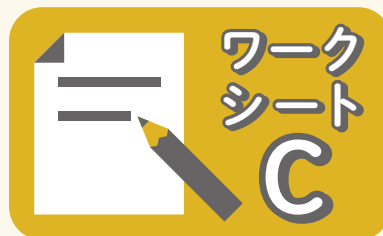
生活や産業で使用された水は、汚水として下水道に排除されます。下水道に排水された汚水は下水管を流れて下水処理場に運ばれます。処理された下水は、川や海などに排水され、自然の水循環に戻っていきます。

下水道管で流す方法には、2つの方法があります。1つの方法は、汚水は污水管に、雨水は雨水管に、それぞれ別の下水道管に流す分流式と呼ばれる方法です。もう一つの方法は、汚水と雨水を一緒の下水道管で流す合流式と呼ばれる方法です。この合流式の下水道では、豪雨などで大量の雨水が下水道管に流入すると、汚水が処理しきれなくなり、処理が不十分なまま川に排水されてしまうことがあります。

下水道管で集められた下水処理場では、図に示すような処理が行われます。砂を沈めて除去する沈砂池、泥などを沈めて除去する最初沈殿池があります。ここまでの処理を一次処理と呼びます。次に、バクテリアなどの微生物によって下水中に含まれる有機物を沈める反応タンク、その有機物を食べた微生物が沈められ、きれいな水となる最終沈殿池があります。これら2つの処理を二次処理といいます。通常の下水处理場はここまでの工程です。さらに、窒素やリンなどの栄養分を除去する高度処理を持つ処理場もあります。

生活と水循環のつながりを探ろう

- 》 私たちの生活と水循環はどうつながっているのでしょうか。
- 》 ここでは、私たち、そして私たちの生活と水循環がどうつながっているのかを探ってみよう。



第2節 社会と水循環

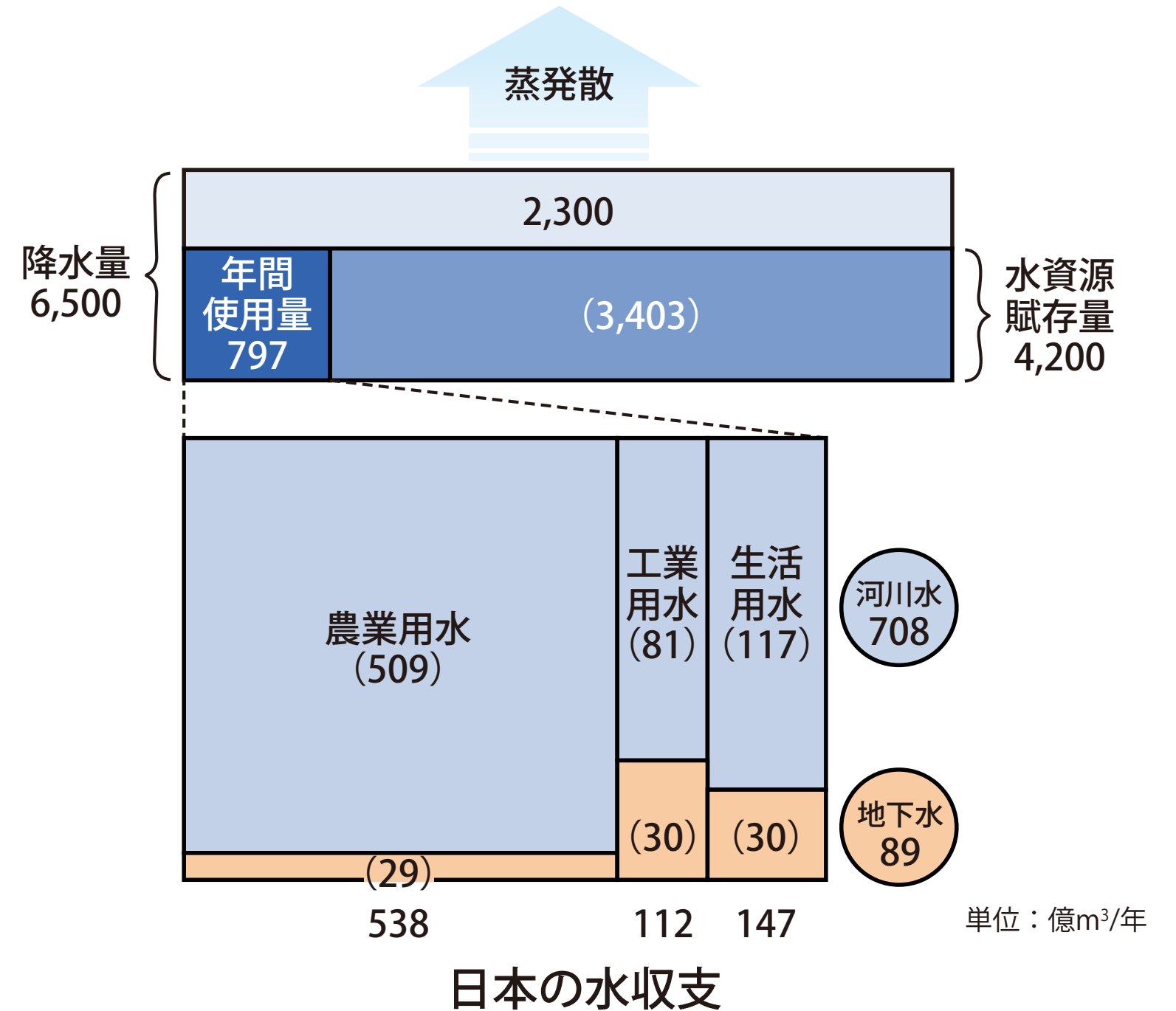
Keyword

水資源／水源／農業用水／工業用水／水力発電／都市化／維持・管理／有効利用

日本では、限りある水資源を巧みに利用して発展してきました。利用可能な水資源を必要な時に必要な分だけ得ること、それを支える技術が社会や経済の発展の原動力になってきました。ダム、水道、農業用のかんがい施設など、水を利用するための利水施設の整備によって、農業や工業などの産業に必要な安定的な水を確保してきました。また、水力発電による電力の供給も行われてきました。このような水資源の大半は、地表水や地下水ですが、最近では雨水や下水処理水（再生水）の有効活用もされています。健全な水循環を持続していくためには、このような水の供給のための利水施設を適切に管理することが必要です。さらには、産業や生活などから出る排水や下水も含めた管理が求められます。

1 日本の水資源と水利用

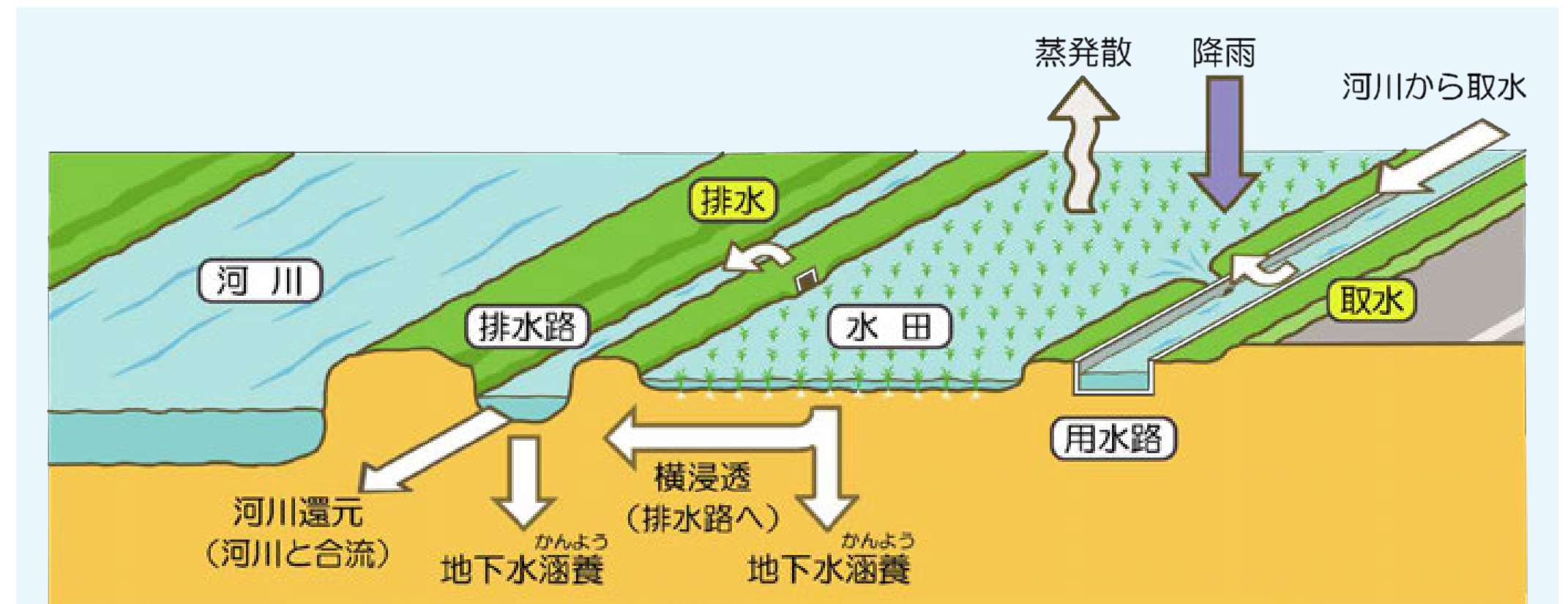
日本の年間の平均降水量は約6,500億 m^3 で、そのうち約35%は蒸発散しています。残りの約4,200億 m^3 が利用することができる水資源（水資源賦存量）ですが、例えば、2016年の1年間で実際に使用された水の使用量は、そのうちの797億 m^3 でした（琵琶湖の約3杯分の水量に相当します）。水の使用量が最も多いのは、農業用水で約7割を占めます。次いで、生活用水、工業用水で、それぞれ2割、1割程度となっています。



2 農業用水

農業用水は、河川やダム、ため池などから取水され、用水路と呼ばれる管路を経て水田や畑地に供給されます。このような農業用水を供給する施設をかんがい施設と呼んでいます。また、水田の水はその下に位置する水田に導かれて繰り返し利用されます（^{はんぷく}反復利用）。

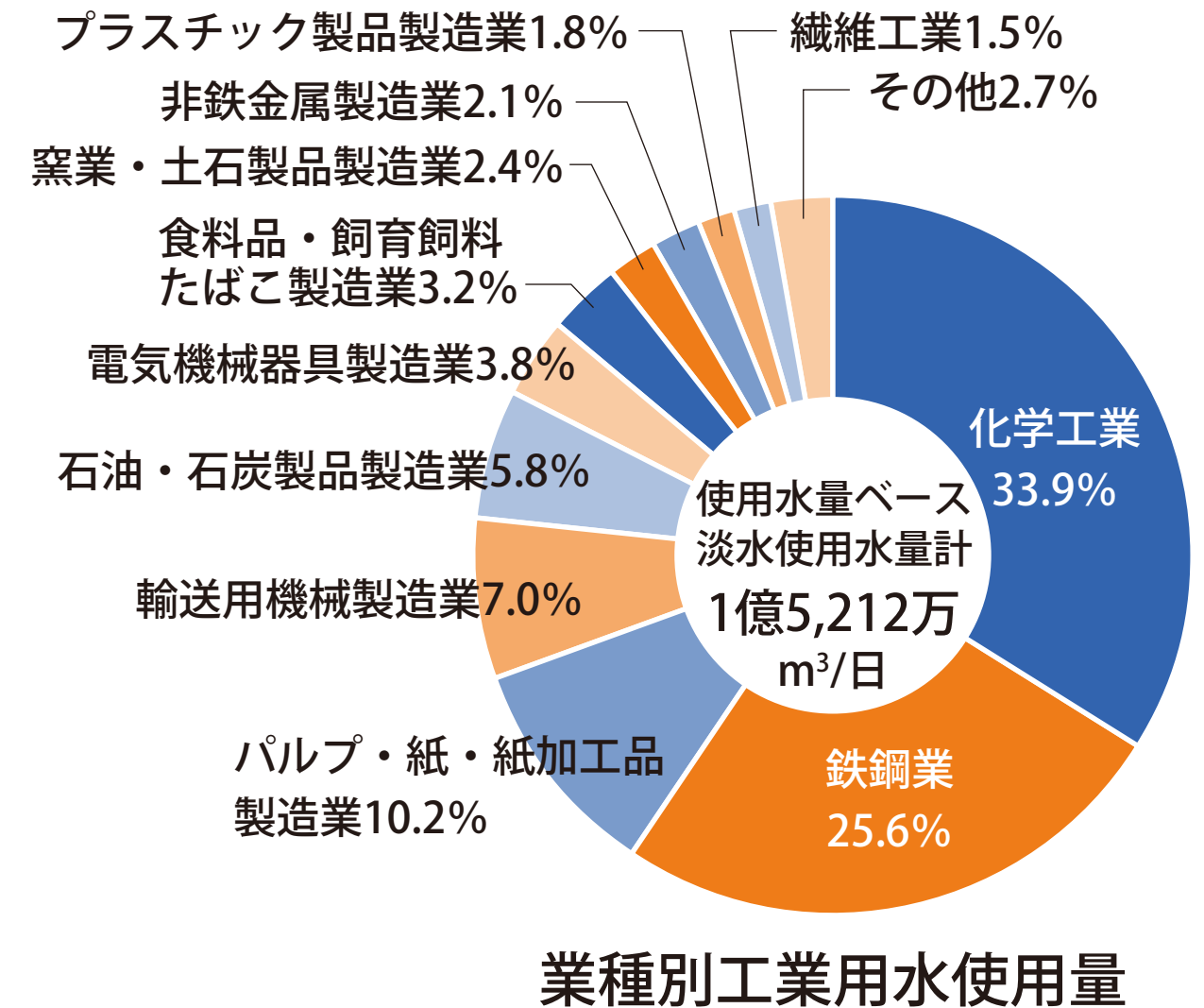
河川から取水された水は用水路に流され、水田に取水されます。水田をかんがいた用水は排水路に流出したり、土中に浸透して地下水をかん養したり、排水路によって河川に戻され、その下流の水田で利用されます。また、水田には雨を貯める役割もあります。



農業用水における水循環の概念図

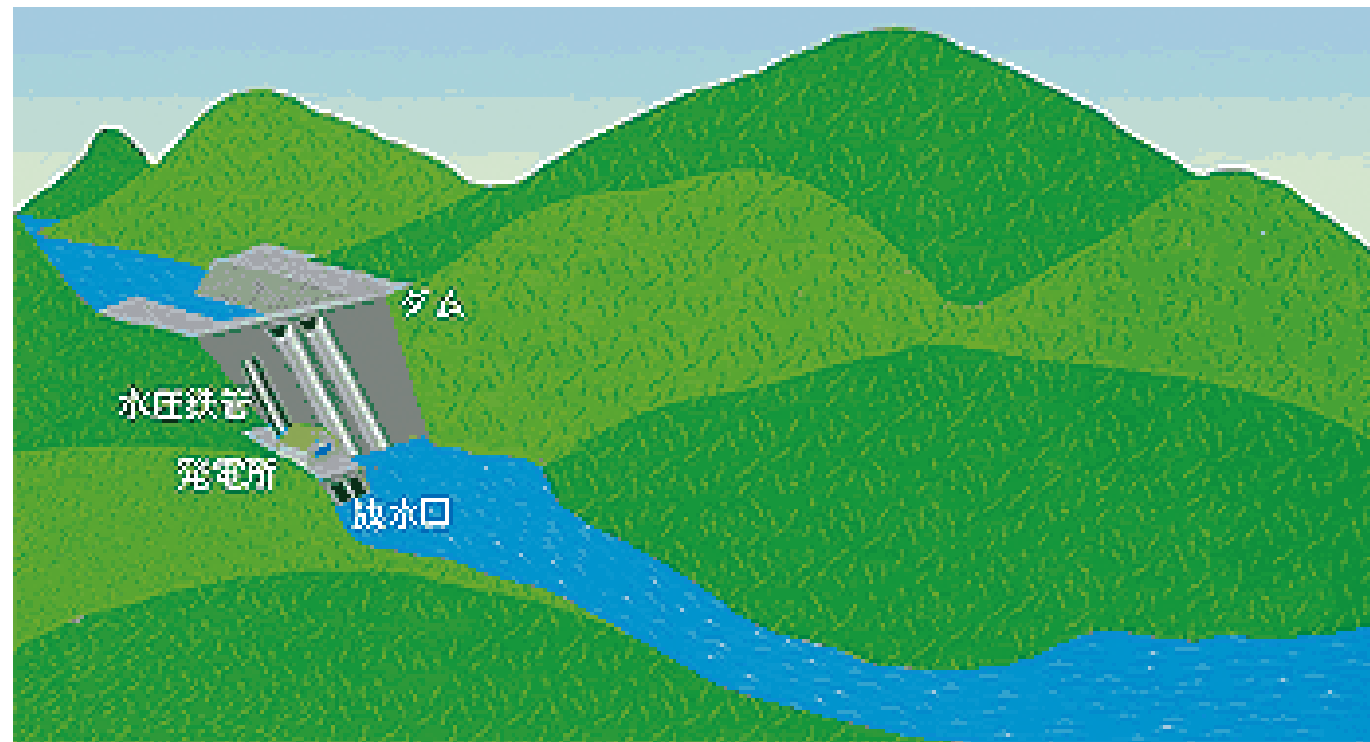
3 工業用水

工場では、製品を製造する過程で、冷却や洗浄等のために、多くの水を使用します。とくに、化学工業、鉄鋼業、パルプ・紙・紙加工品の製造での使用量が多い傾向があります。このような工業用水は、地下水をくみ上げて利用すること多いのですが、多くの地下水をくみ上げると、地盤の沈下や地下水位の低下という問題が生じることがあります。そのため、ダムや河川から取水した水を処理し、工業用水として供給されてきています。

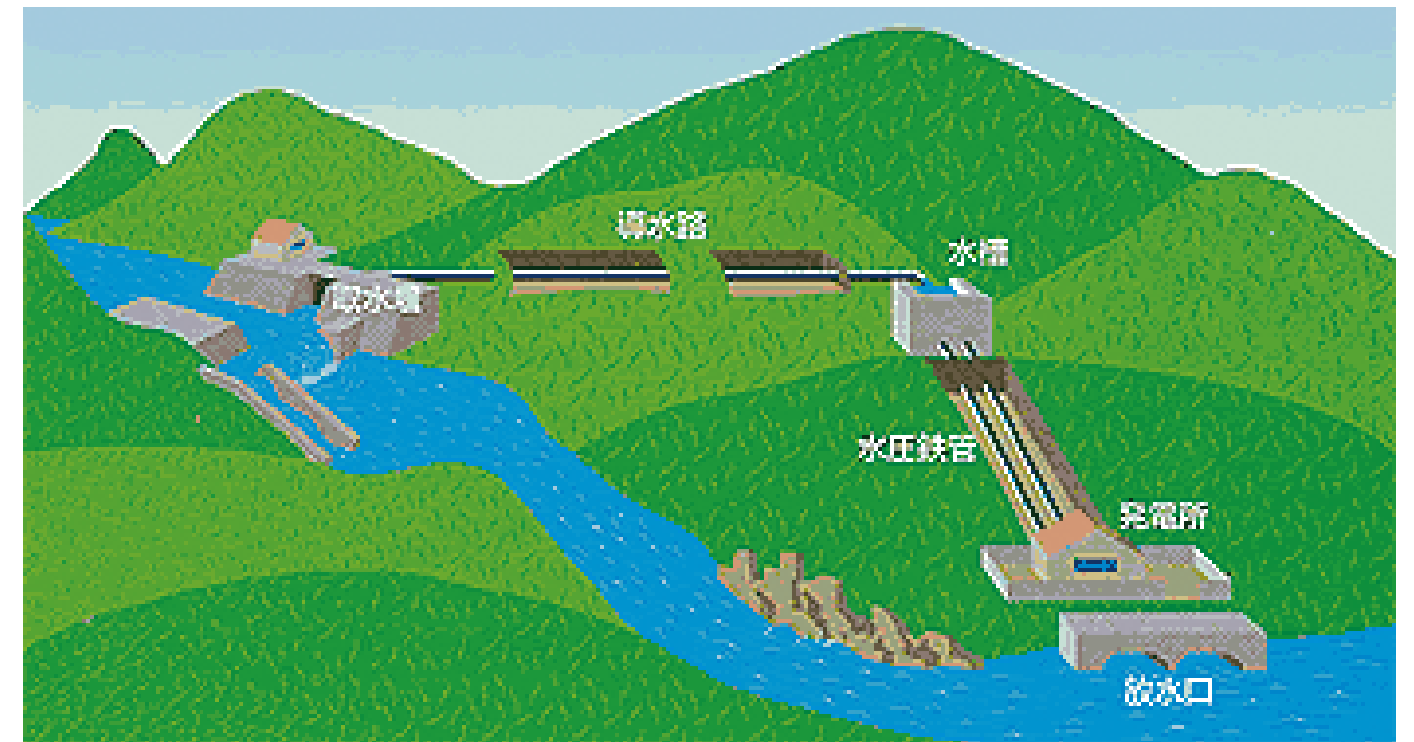


4 水力発電

水力発電は、水が高いところから低いところへ落ちる流れを利用して水車を回転させ、発電を行う仕組みです。ダムなどで貯水した水を流して落差を利用して発電するダム式と呼ばれるタイプや、河川などから取水した水を流して発電する水路式などのタイプがあります。また、電力消費の少ない夜間に上の池に水をくみ揚げ、昼間に流して発電する揚水式ようすいしきというタイプもあります。このような水力発電は、化石燃料を使用しない自然の再生可能エネルギーとして注目されています。



発電所形式（ダム式）



発電所形式（水路式）

5 流域の変化と水循環

1950年代半ばから始まった高度経済成長期に、日本では都市化と人口増加によって水需要が急増しました。市街化に伴ってコンクリートやアスファルトなどで土地が覆われ、降水がゆっくりと川に流れでる保水機能や、地下に浸透する浸透機能が低下しました。また、豪雨があると水が浸透しないで、雨水が街にあふれたり、川に多くの水が流れ込んで洪水を起こすなど、水害による被害が増大してきています。このような都市化によって生じる水害を「都市型水害」と呼んでいます。

鶴見川流域（神奈川県）では、1960年代に入ると、住宅が急増し、鉄道や幹線道路網が流域全体を横断して交通が便利になり市街化が進展しました。1958年に10%にすぎなかった流域の市街地は、2003年には約85%にまでになりました。つまり、雨が地下に浸透しにくい流域になったのです。

1958年（昭和33年）：市街地率10%



1966年（昭和41年）：市街地率20%



1975年（昭和50年）：市街地率60%



2003年（平成15年）：市街地率85%



鶴見川流域の市街化の変遷

6 水資源の維持・管理と有効利用

私たちは生活、社会で水を利用し、排水するなかで、水循環に働きかけ、自然資源である水資源を有効に利用するしくみや施設を進展させてきました。しかしながら、このような施設は次第に老朽化してくるので、維持と管理が必要です。今後は、このような施設の維持と管理を適切に行っていく必要があります。

一方、水資源を有効に利用する方法の一つとして、1960年代半ばよりトイレの水や散水などでの雨水の利用や、下水処理水の再利用が始まりました。降水量の多い日本では雨水を「貯める」、「かえす」、「育む」といった雨水利用も取り組まれています。例えば、雨水を雨水タンクにためて、草木の水やり、打ち水、洗車などの生活に利用したり、災害時の水源とすることができます。



貯める



かえす



育む

第1節 日本の歴史と利水、治水

Keyword 治水／利水／かんがい施設／堰／分水工／堤防／輪中堤／霞堤

日本では、古来より水を得やすい場所に集落をつくり、湧水^{ゆうすい}や川の水を利用して、水田稲作による農耕を基盤とした社会経済が発展してきました。地下水や湧水が豊富な地域では、日常の生活用水や防火用水としても使われてきました。また、近代以降は、各地でダム等の整備によって安定的な水資源が開発され、生活用水や農業用水、工業用水などの施設が整備されるとともに、水力発電によって電力も供給され、社会、経済の発展が促されてきました。また、水は日本の国土や私たちの暮らしを支えてきたのです。

1 地域社会と利水、治水

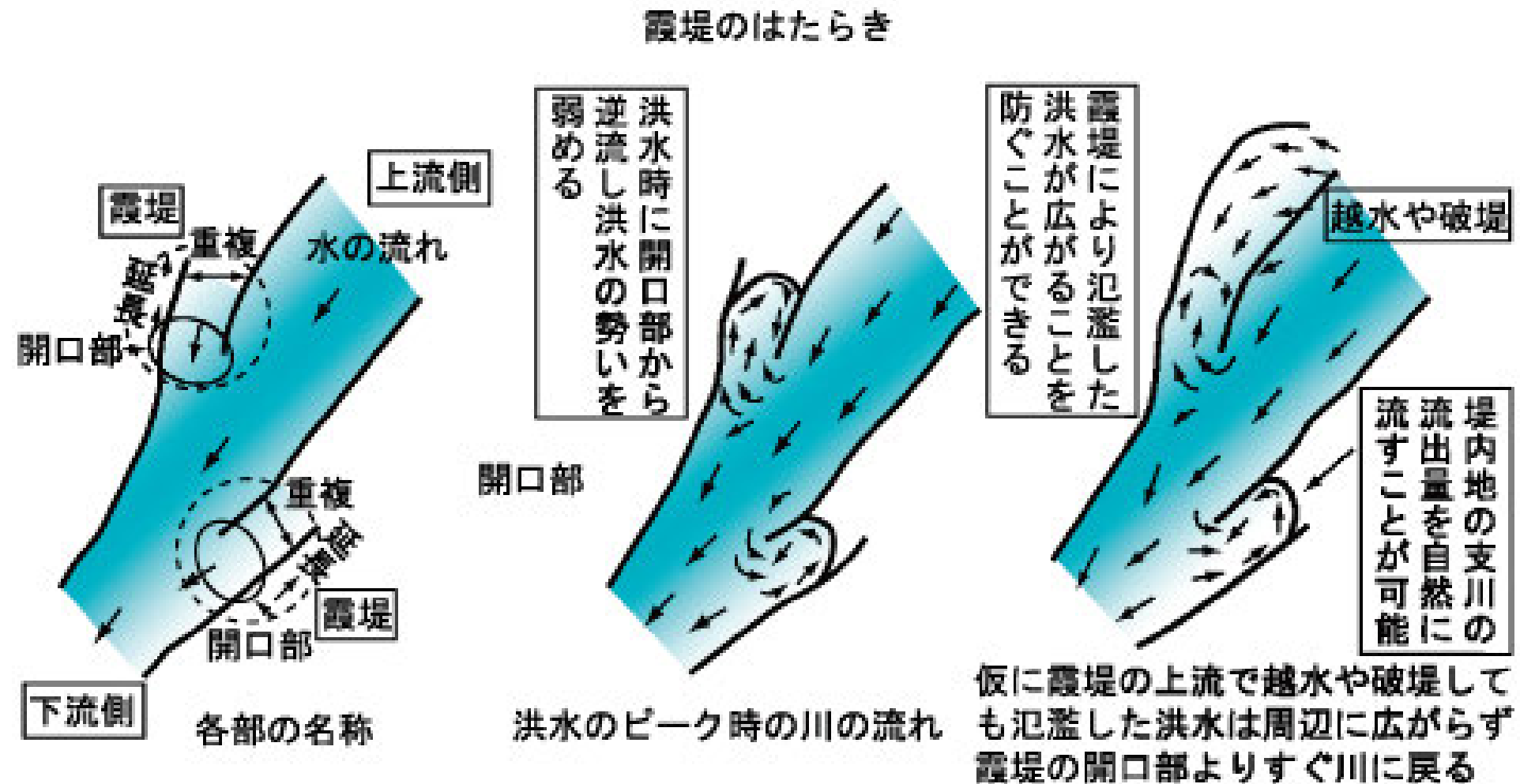
私たちの暮らしは川や湧水など水が入手しやすい場所で始まりました。水との関わりは、その土地によってさまざまですが、多くは共同で水の恵みを得ながら（利水）、ときに起こる水の災害から命や暮らしを守り（治水）、その土地にあった水との付き合い方、しくみや技術を育みながら地域社会をつくりあげてきました。



輪中堤

水田稲作を基盤とする農村社会では、川の水を取水する堰^{せき}、地下水をくみ上げる井戸、そしてそれらの水をためるため池、水を分配する分水工、水田に水をみちびく用水路などのかんがい施設を整備し、維持管理を共同で行ってきました。そして、気候や地形など地域の風土、水循環にそった土地利用や、水の管理システムを発展させてきました。また、ときには、洪水を引き起こす河川を治めるため、堤防をつくったり、洪水の勢いを弱める水制^{すいせい}を配置する、川の流れを付け替えるなどの治水を行ってきました。また、洪水を一時的にあふれさせて下流の被害を少なくする遊水地^{ゆうすいち}もつくられてきました。

特定の集落の周囲を堤防で囲む輪中堤^{わじゅうてい}、洪水を堤防の切れ目からあふれさせて下流の浸水を防ぐ霞堤^{かすみてい}なども伝統的な治水の施設です。このような利水と治水の土木技術によって地域社会は支えられてきました。



霞堤



輪中堤（長野県中野市古牧地区、千曲川）



円筒分水工（岩手県）



霞堤（信玄堤）



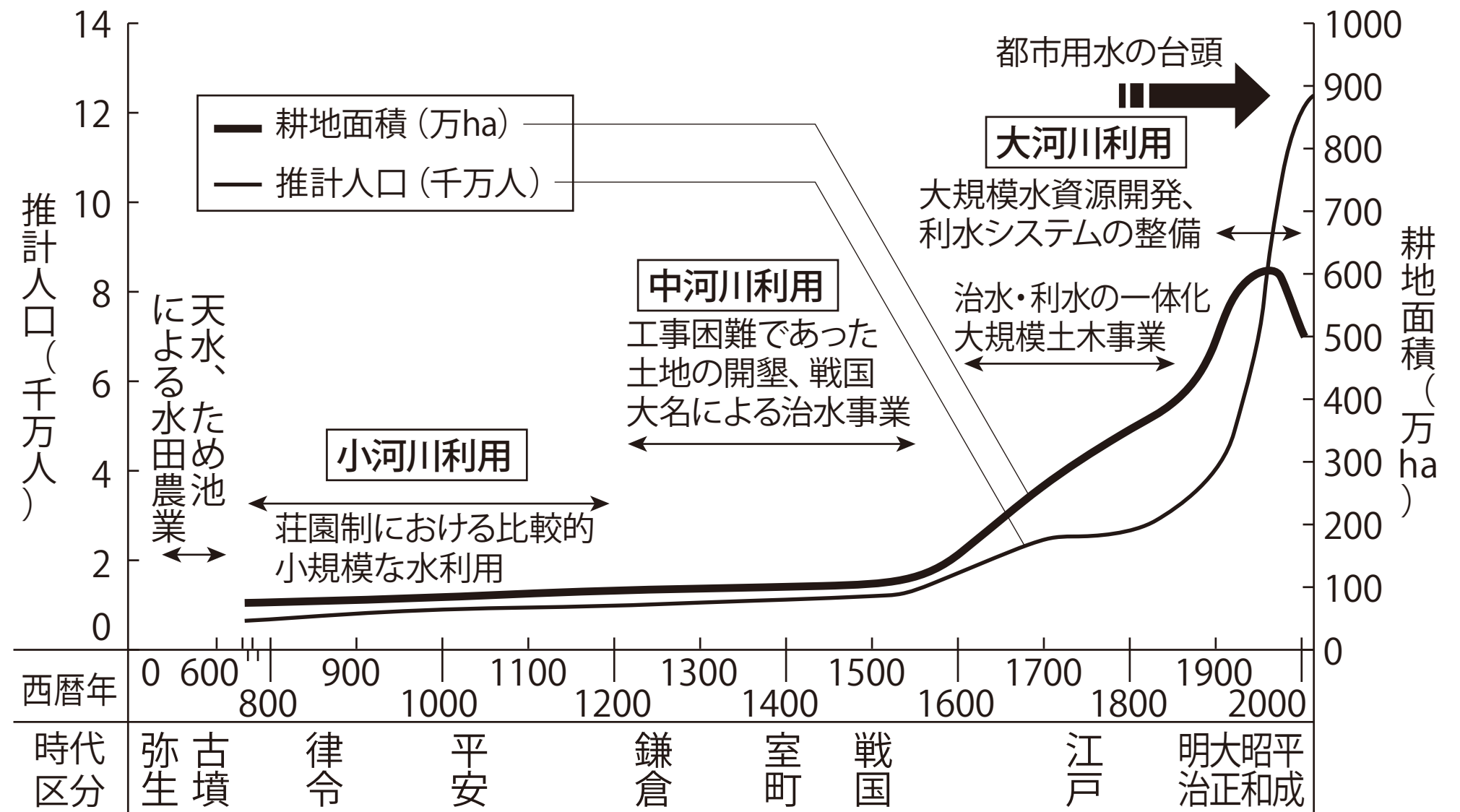
聖牛（水制工の一種、富士川）



蓼川・三連水車（長野県）

2 日本の国土と水利用の歴史

日本の国土と水利用の歴史をみると、耕地面積と人口の増大にともない、利水、治水のための社会の仕組みを整えながら、小河川利用から中河川利用、そして、大河川利用というように、働きかける川の規模を拡大させてきたことが分かります。日本の水利用の多くを占める農業用水、生活用水、工業用水の需要の増大に合わせて水資源開発が進められてきました。水源に整備されるダムは、利水だけでなく治水や水力発電にも使用されています。



日本の水利用の歴史

第2節 水が育む風景と文化

Keyword

農村集落／舟運／水神／桜堤／水田稲作文化／食文化

川や湧水、地下水などの水の恵みは多岐にわたり、それを巧みに利用することで地域ならではの風土や文化が形成されてきました。湧水や川の水を利用した稲作は、日本の原風景と言われる農村集落の景観と文化を形成してきました。水の恵みを活かした様々な産業が営まれ、舟運^{しゅううん}が上流と下流の地域をつないできました。水にちなんだ行事や風物も日本各地に見られます。また、洪水から集落や街を守るため、川には堤防も築かれてきました。このように水を巧みに使う知恵と技術で、水の恵みを受け、災いを避け、水を敬う日本の風土や文化が育まれてきました。このように、水循環は深く地域社会に関わり、私たちの暮らしに息づいています。



1 水との関わりが育む文化、風景

地域社会と水の深い関わりの歴史は、地域の風土とともに生活や産業、文化を育んできました。湧水や川、海、湖がもたらす名水や食材に加え、和紙や染め物といった伝統的な産業などは地域の住民によって引き継がれた地域の資源です。水を信仰する祭や風習、水路がめぐる伝統的な街並み、水祭り、水神さまをまつる神社なども日本各地に見られます。、川の水を家の中へ引き込んだ水場、堤防を強くするために桜を植えた桜堤^{さくらづつみ}なども暮らしの風景の中に息づいています。また、川には物資を運ぶ舟運が行き交って上流と下流の地域をつないでしました。



湧水（日野市七生中学校自噴井戸）



越前和紙の紙漉き（福井県越前市）



鴨川の友禅流し（京都府京都市）



水路のある街並み（郡上八幡）



秩父川瀬祭り（埼玉県秩父市）



舟運（近江八幡）



カバタの風景（滋賀県）



熊谷桜堤で花見

地域の水文化を調べる

- 》 私たちの住む地域にはどんな水文化があるのでしょうか。
- 》 ここでは、地域の水文化を調べて考えてみよう。



2 水田稲作文化

弥生時代以降、水田稲作が本格的に始まり、日本各地へと急速に広がりました。そして、稲作文化が定着していく中で、人々は低地・氾濫原を中心に暮らし始め、水田開発の中で、時には発生する洪水にも配慮しながら生活してきました。

水との関わりの歴史のなかで、日本人の生活習慣や特有の文化、地域社会の仕組みを形成してきた大きな要素として「水田稲作文化」があります。多くの水を使う水田稲作を通じて、共同で水を得るためのかんがい施設の整備と維持・管理によって、日本の原風景である水田稲作の農村集落の風景が受け継がれてきました。



棚田の風景

国の名勝に指定された白米の千枚田（石川県輪島市）



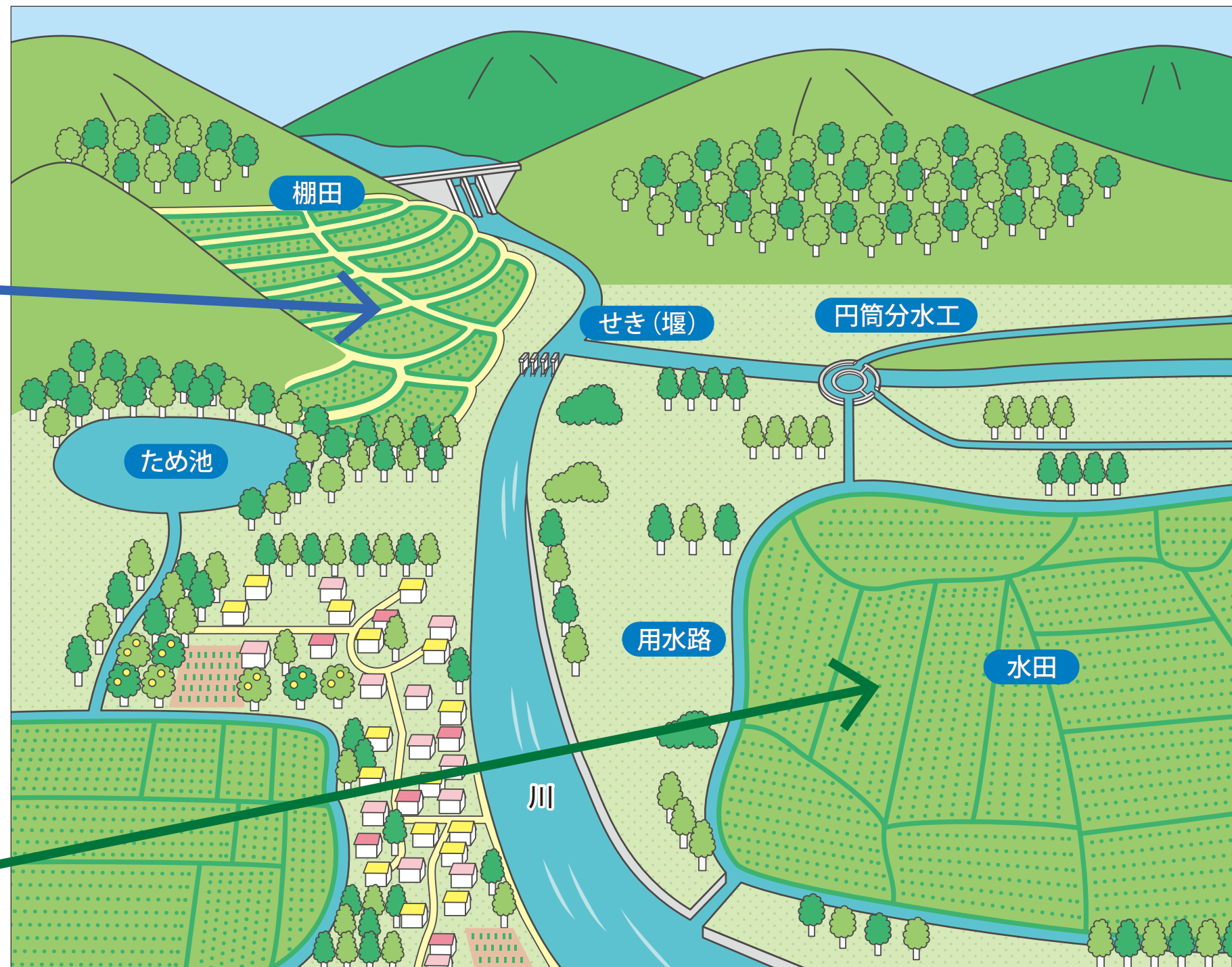
棚田の風景

東京よりいちばん近い千枚田（千葉県鴨川市大山）



伝統的な水田と集落の風景

本寺地区荘園遺跡内水田（岩手県一関市）



水田とかんがい施設

3 水と食文化

川や海、湖沼や湧水などの豊かな水と、地域の多様な気候、風土が相まって、日本各地にさまざまな食文化が育まれてきました。食文化は、伝統的な技術や生業、暮らし、産業や経済に密接に関わっています。

●日本の水の質と和食の関係

私たちが使う水は、主に地下水や川や湖などの淡水を水源としています。その土地の地質に含まれた成分が水に溶け込むため、水の質はその土地によって変わります。日本は、火山の活動が活発で、ミネラル成分が少ない火成岩が多く、また、雨が多く降る気候であり、川が短く急流であるため、地中にとどまる時間が短いことから、カルシウムやマグネシウムなどの成分が少ない軟水なんすいが多くなるといわれています。一般に、軟水はくせが無くて飲みやすく、素材の味を引き出す料理や「だし」のうま味を活かす和食に向いているとされています。

●地域の名水と食文化

日本では、主食である米をはじめ、豊富な水を活かして、気候や地形、その土地の土質に適した野菜や果物、茶などがつくられています。品種の改良や栽培、加工、保存、調理の工夫や技術の発展により、その地域特有の食材や食文化が育まれてきました。

全国各地に「名水」と言われてきた水があります。このような名水には豊富で清らかな湧水があり、日本の各地域で生み出されてきた、そばや豆腐、日本酒など、水の質と関係しています。名水そのものや名水を活かした食材や食文化は、地域のブランドにもなっています。



地域の食文化



生活用水のための洗い場（カバタの水）



大垣市八幡神社の自噴水（湧水）

●日本を代表する川魚（アユ）

アユは古くから食用とされてきた代表的な川魚です。川で生まれ海で育ち、また川に戻るという回遊魚かいゆうぎょです。その成魚は川底の石についた藻類を餌とし、スイカに似た独特の香りがすることから「香魚」かうぎょと呼ばれ、良いコケが育つ清流の象徴ともされています。アユを捕獲する「鵜飼」うかいや「やな漁」など、さまざまな伝統的な漁法は、岐阜県の長良川や木曽川、新潟県、長野県などで現在も受け継がれ、地域資源となっています。



アユ飯

●日本の食文化と今後の課題

日本の食文化は、気候や風土とともに健全な水循環による水の豊かさによって育まれてきました。地域で生産されたものを地域で消費するという地産地消なども含めて、伝統的な食文化を地域産業とともに受け継ぎ、活かしていく取り組みもみられます。一方で、食料の輸入による食料自給率の低下、バーチャルウォーター（p. 111参照）の問題など、ふだん当たり前に口にしている水や食べ物は、食文化とともに地球規模の水循環、環境問題にも関わっています。

第1節 水害と土砂災害と渇水

Keyword

洪水／水害／浸水／外水氾濫／内水氾濫／気候変動／土砂災害／渇水

水循環は、生活や産業に恵みの水をもたらす一方で、ときには、大雨によって洪水が起きたり、農地や都市が浸水して水害が生じることがあります。また、雨が長い期間降らずに水が枯れてしまうといった渇水をもたらすこともあります。近年では、気候変動の影響によって、豪雨による水害や渇水の被害が多くなり、その程度も激しくなっています。豪雨によって、川から水があふれる外水氾濫、市街地に降った雨が排水できずに地表にあふれる内水氾濫などの水害が日本各地で多発しています。また、崖崩れ、地すべり、土石流といった大きな土砂災害も多発しています。一方、降水量の少ない流域や大都市圏では渇水が生じて、水不足が深刻化する場合もあります。



1 洪水と水害

大量の降水によって、河川の流量が増えて堤防が壊れたり、堤防を越えてあふれることを一般的に「洪水^{こうずい}」と言います。日本では春の雪解けや、初夏の梅雨の大雨、夏や秋の台風の大雨などに起きます。このような洪水が起きると、人命が失われたり、田畑、道路、家屋などに被害をもたらします。このような洪水による被害を水害といいます。近年では、豪雨によって河川が急に増水し、洪水を起こすことが多くなってきています。



平成30年7月豪雨（高梁川水系小田川）



令和元年8月豪雨（六角川流域）



令和元年東日本台風（信濃川水系千曲川）

2 外水氾濫と内水氾濫

水があふれることを氾濫と言います。水害を引き起こす氾濫には、洪水によって川から水があふれ出す「外水氾濫」と、市街地に降った雨が排水できずに地表にあふれる「内水氾濫」があります。内水氾濫は、まちなかを流れる中小河川の水位が上昇したり、雨水の排水能力を超える雨が降ったときなどに起こるものです。市街地化が進んだ都市部では地下鉄の駅の浸水など、内水氾濫による水害が多くなっています。



外水氾濫の様子：千曲川の破堤による浸水状況



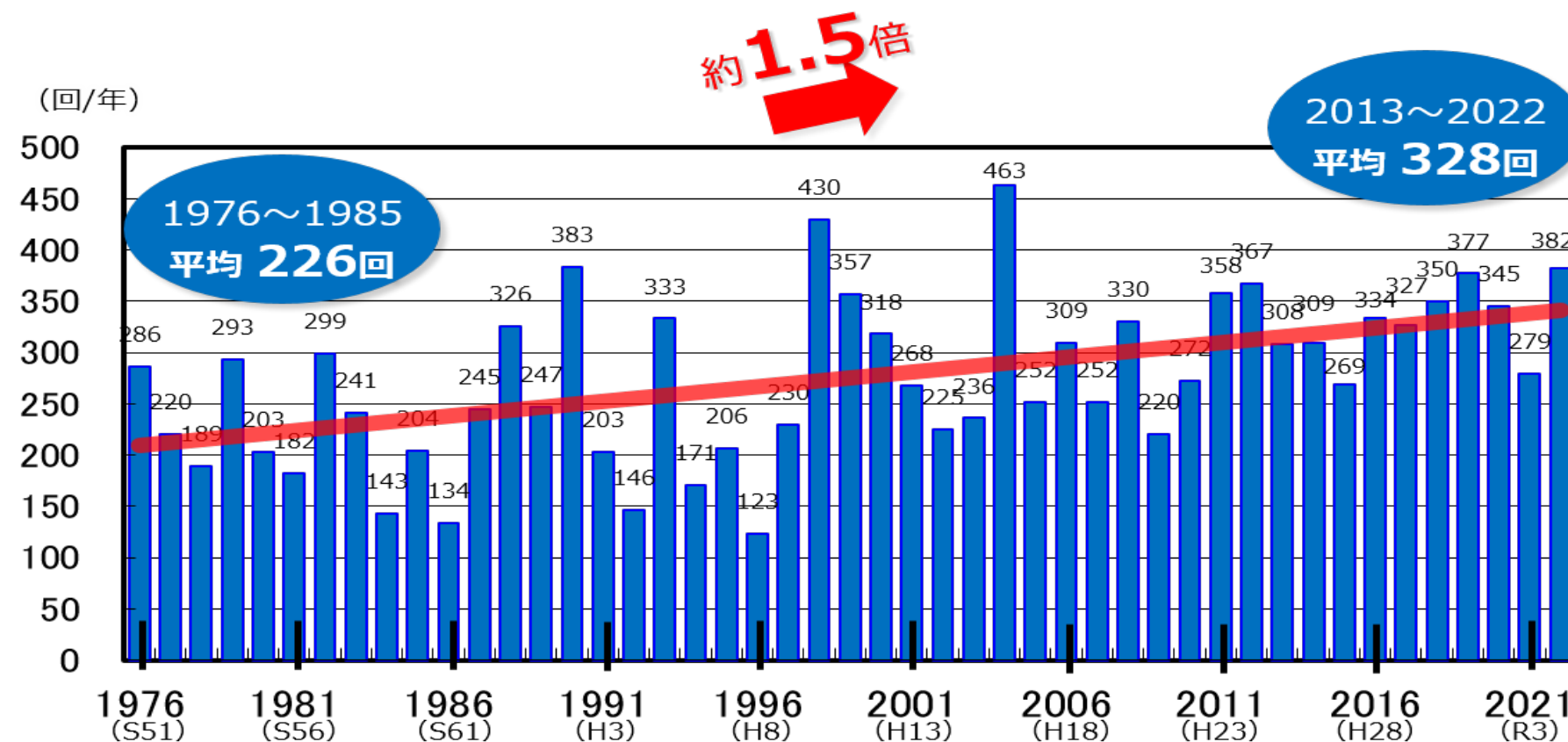
内水氾濫の様子：内水氾濫によるまちなかの浸水被害の状況

3 気候変動と水災害

短時間に集中して降る豪雨は、水害や崖崩れ、地すべり、土石流といった土砂災害の要因となります。近年、地球温暖化による気候変動の影響などにより短時間の豪雨（1時間降水量50mm以上）の発生回数が増加する傾向にあります。このような豪雨が増えている原因として、地球温暖化によって大気中の水蒸気が増えることなどが影響していると考えられています。この気候変動による災害は、今までなかった地域でも起こるという特徴があります。

短い時間に強い雨が発生した回数を年ごとにグラフにしたものです。このような強い雨の発生回数がどのような傾向になっているかを赤い直線で示しています。1976年から1985年は平均226回、2013年から2022年は328回と約1.5倍に増えています。今後の地球温暖化が進行すれば、このような気候変動による豪雨がさらに多くなり、水害や土砂災害が多くなり、その被害の程度も大きくなるのが心配されます。

短時間に集中して降る豪雨は、水害や崖崩れ、地すべり、土石流といった土砂災害の要因となります。近年、地球温暖化による気候変動の影響などにより短時間の豪雨（1時間降水量50mm以上）の発生回数



1時間降水量50mm以上の年間発生回数（アメダス1,300地点あたり）

短時間強雨発生回数の長期変化

- (注) 1. アメダスの地点数は、昭和51年当初は約800地点だが、その後増加し、令和元年では約1,300地点。そこで、年による地点数の違いの影響を除くために、1,300地点あたりの発生回数に換算し比較。
2. 山岳地域に展開されていた無線ロボット雨量観測所のうち、廃止された観測所は除外。

4 土砂災害

急な勾配の川や溪流がある場所では、大雨などでくずれた山や川底の土砂が水と混じってものすごい勢いで押し流される土石流が起こることもあります。このように水循環は土砂災害を引き起こすこともあるのです。また、山地などの斜面に面した場所では、雨が降ると土の中に水がしみ込み、土の抵抗力が弱くなり崩れてしまうことがあります。がけ崩れと呼ばれる現象です。さらに、ゆるい傾きの斜面に雨などがしみ込み、地下水がたまることですべり落ちていくこともあります。地すべりという現象で、家や畑なども一緒に地面が大きなかたまりのまま動きます。



土石流



がけ崩れ



地すべり

5 渇水

渇水（水不足）も水の災害の一つです。高度経済成長期には、都市部への急速な人口や産業の集中により、水の需要が増えて深刻な渇水がたびたび発生しました。そのため、全国的な水資源の開発が進められてきました。しかしながら近年は積雪量が減少する傾向にあることや、降水がない日数が増加する、降水量の少ない年の頻度が増える、など、地球温暖化による気候変動の影響で渇水の高まるリスクが高まることが予想されています。

地域の水災害と 防災を調べる

- ▶ 私たちの住む地域にはどんな水災害があるのでしょうか。
- ▶ ここでは、地域で起こった水災害や想定を調べ、防災について考えてみよう。



第2節 地形と水害

Keyword

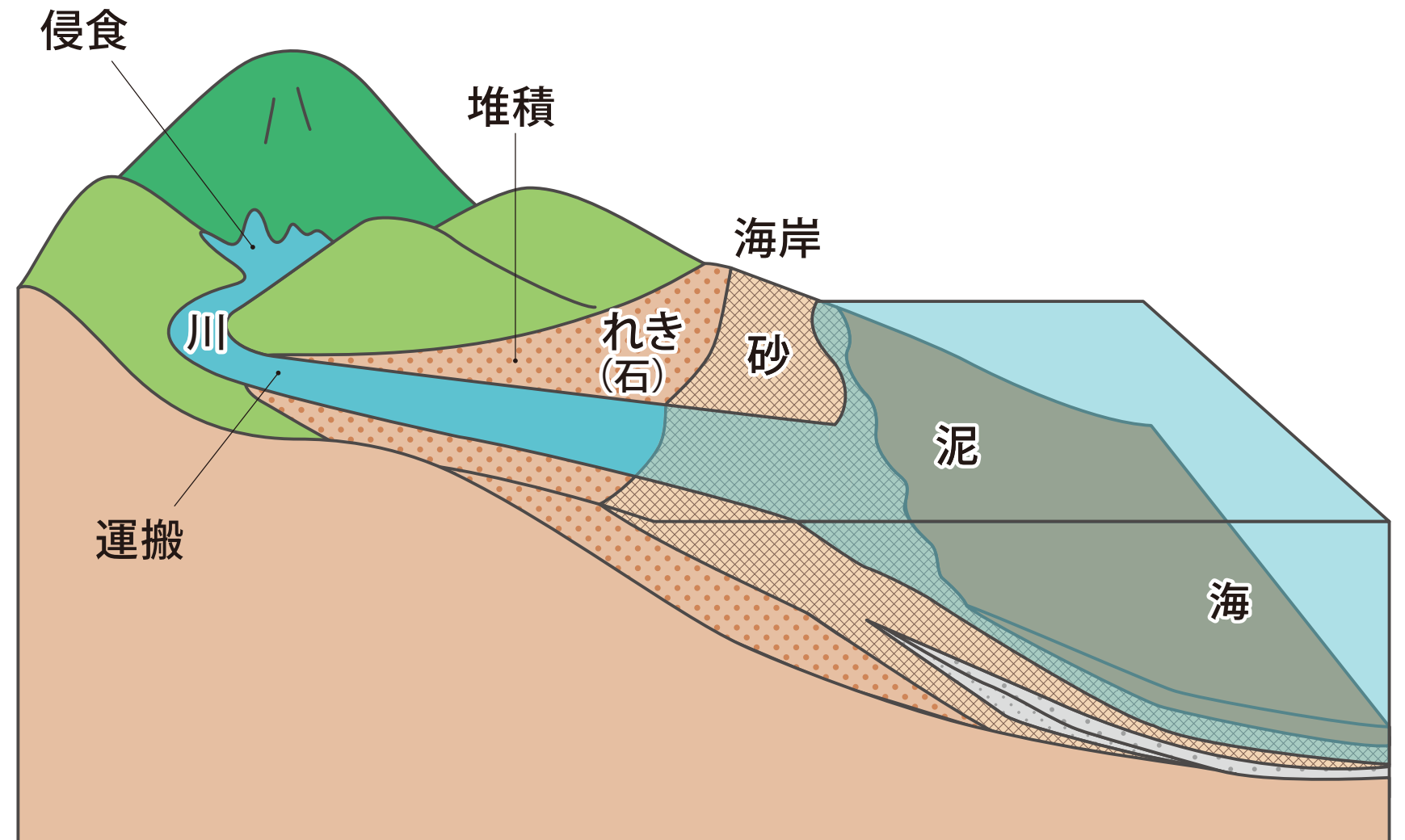
侵食／運搬／堆積／扇状地／自然堤防帯／三角州／氾濫原

川の流れには、侵食（しんしょく 地面を削り取る）、運搬（うんぱん 土砂を運ぶ）、堆積（たいせき 土砂を堆積する）という、地形に働きかける3つの作用があります。山地では流れが激しいので侵食と運搬の作用が強く働きます。流れ下って川の勾配が緩くなるにつれて、侵食作用は弱くなり堆積作用が強くなります。このような川の作用によって、扇状地（せんじょうち）、自然堤防帯（しぜん ていぼうたい）、三角州（さんかくす）などの地形がつくられてきました。扇状地、自然堤防帯、三角州などの土地は平坦なので、農地や都市が発達してきました。ただ、川がつくった低地は、氾濫原（はんらんげん）とも呼ばれ、ひとたび川から水があふれると、洪水の被害を受けやすい場所でもあります。

1 川の働きと地形

上流の山地では川の勾配も急です。大雨が降って川の流量が増えると、激しい流れとともに山の地表面を侵食して土砂を運搬し、川底には大きな岩が多い渓谷をつくります。渓谷から下流に運搬された土砂は、川が山地を流れてたところで扇状に広がって堆積し、扇状地という地形をつくります。

扇状地は、大小さまざまな石でおおわれた水はけのいい土地です。その下流では、川の勾配はゆるくなり、右に左に蛇行して流れるようになります。運搬される土砂の大きさも次第に小さくなって広がって堆積し、自然堤防帯と呼ばれる平野をつくります。さらにその下流に流れていくにしたがって、より細かい土砂が堆積していき、海に流れでる河口部では三角州という砂が多い地形をつくります。



川の流水の働きによる堆積

2 川がつくった地形と洪水

日本の農地や都市は、川がつくった平坦な地形である扇状地～平野（自然堤防 帯）～三角州に多くが位置しています。このような土地は、もともと、侵食・運搬・堆積という川の働きでつくられたので、洪水の被害を受けやすい氾濫原でもあるのです。そのため、日本では川から水があふれないように、ダムや堤防をつくるなどの治水対策をして、農地や人が住む土地を守ってきました。扇状地は地形が傾斜になっているので、川から水があふれて洪水になると、激しい流れが押しよせてきます。平坦な平野部や三角州では、ひとたび川から水があふれてしまうと、洪水が押しよせて広い面積が浸水してしまうのです。



川がつくった地形

第3節 防災・減災

Keyword 治水／自助・共助・公助／ハード対策／ソフト対策／ハザードマップ／マイタイムライン

水害や土砂災害を最小限に抑え、私たちの暮らしを守るために必要なことは何でしょうか。ひとつは、川から水があふれないように堤防を整備したり、川に流れる水を増やすために川幅を広げたり、川底を掘り下げるなどの河川改修、ダムなどによる洪水調節などのハード対策です。もうひとつは、災害が起きる前に避難をするため、地域のハザードマップや避難情報を提供するなどのソフト対策です。防災・減災にはこれらのハードとソフトが一体となった取り組みが必要です。また、私たち自身が身を守る、助け合う、行政機関等による支援を受けるといった「じじょ自助・きょうじょ共助・こうじょ公助」の考え方による取り組みが重要です。



1 治水対策

ちすい治水とは、洪水時の河川の水位を下げて洪水を安全に流すために対策を行うことです。治水対策としては、川幅を広げて河川の水位を下げる、ダムなどで洪水をためて流量を減らす、川底を掘り下げて水位を下げる、放水路で洪水をバイパスして流量を減らすなどがあります。

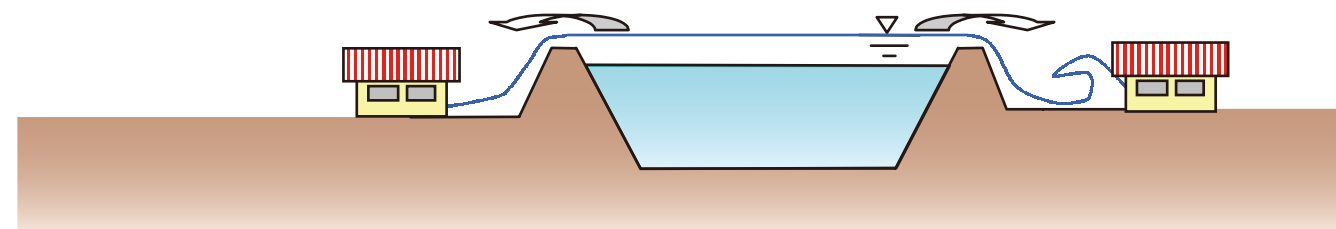
どのような治水対策が望ましいのかは、その河川や流域の特性によって異なります。日本では明治以降、洪水を安全に流すためにダムや調整池、連続する堤防を整備するなどの治水を行ってきました。また、地域では住民による防災組織である「水防団」を結成するなどして洪水に備えてきました。

さらに、このような対策に加えて、自然環境が持つ多様な機能を防災にも活かす「グリーンインフラ」という考え方も広がっています。

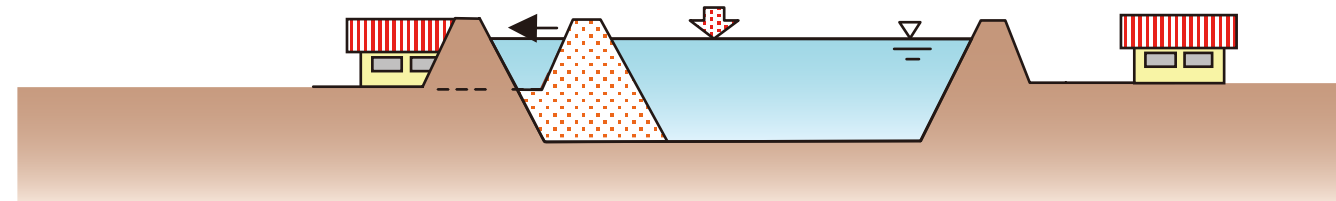
グリーンインフラ

グリーンインフラは、自然環境が持つ機能を社会の様々な課題解決に活用しようとする考え方です。水循環に関するものでは、例えば、雨水がしみこむようにした屋上や敷地の緑化、道路の植樹^{ます}、洪水を安全に流すとともに自然を回復した河川などさまざまな取り組みがあります。

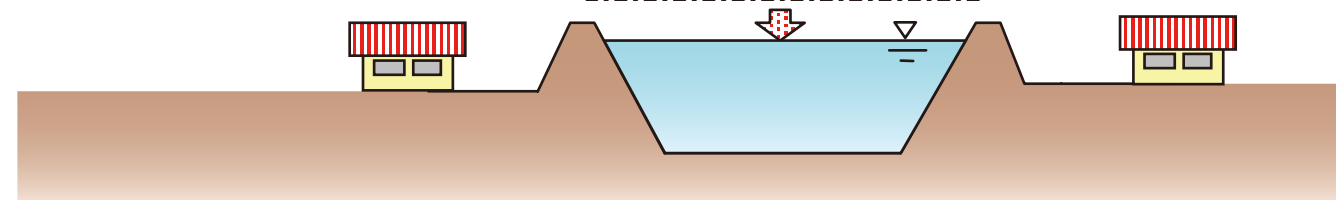
大量の降水によって、河川水位が上がり氾濫します。



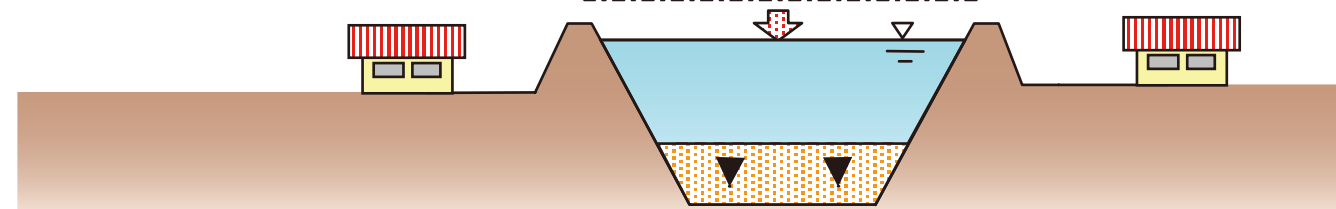
A. 堤防を引き、川幅を広くすることによる水位の低下



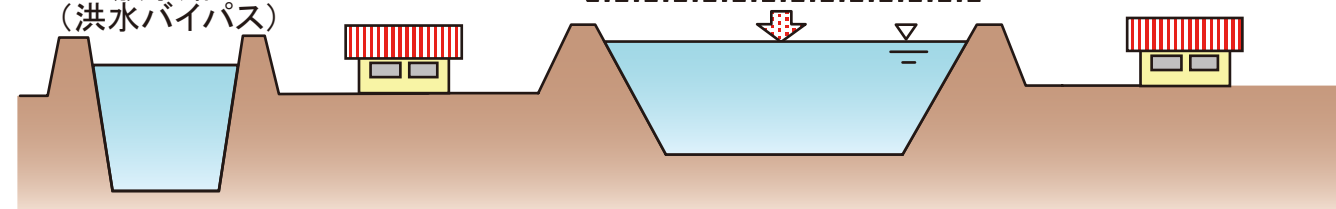
B. ダム・遊水地の洪水調節効果による水位の低下



C. 河道掘削による水位の低下



D. 放水路による水位の低下



治水対策

2 防災・減災の取り組み

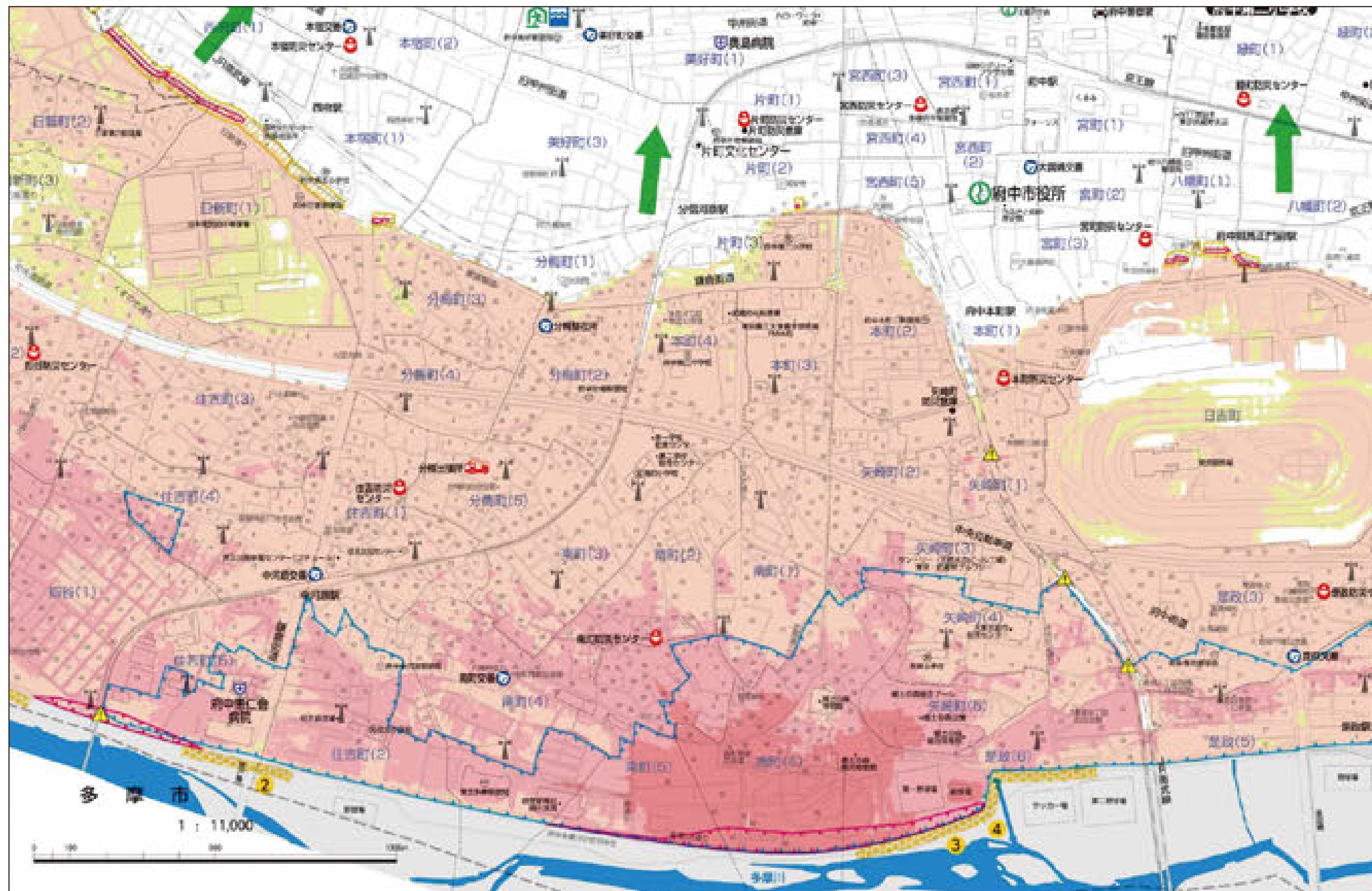
近年、気候変動などによって水害や土砂災害の危険性が高まるなか、今までの治水対策による施設では防ぎ切れないような大洪水に対して、防災の意識を社会全体で持ち、被害を最小限にしていく減災と呼ばれる取り組みが求められています。減災には、「自助」、「共助」が大切です。普段から自ら考え備え、いざというときには自ら身を守る（自助）、地域の人や身近にいる人たちで助け合う（共助）ことが大切です。そして、行政機関等から支援を受けるといふ公助が必要なのです。防災・減災の取り組みに役立つ情報や方法には、以下のようなものがあります。

●ハザードマップ

市区町村が作成しているもので、外水氾濫や内水氾濫の浸水被害や土砂災害の危険性などを予測した地図をもとに、災害に対する備えや避難に必要な情報が示されています。

ハザードマップには、洪水ハザードマップや土砂災害ハザードマップ等があります。

そして、実際に川があふれて低い土地が浸水した場合には、高いところに逃げる必要があります。



ハザードマップのイメージ

●マイ・タイムライン

洪水に対して自分の住んでいる地域の危険性などの情報を集め、適切に避難を行うため、いつ何をするのか事前に計画を立てておくことが必要です。台風等が近づき、大雨によって川が増水する場合に、自分がすべき行動を時間ごとに整理したものです。



マイ・タイムラインのイメージ

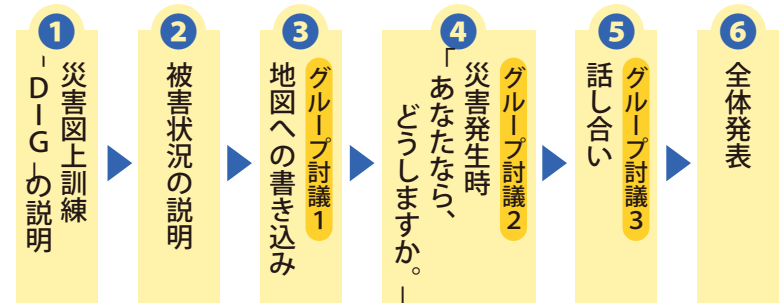
災害を想像する。

「災害を知る」「まちを知る」「人を知る」

目的 災害発生を想定し、自分たちの住む地域の防災対策における現状と課題について考える。私たちの防災意識の向上を図るとともに、生活のあり方や、地域の人との関わり方について考える。

概要 DIG（ディグ）は、参加者が地図を使って防災対策を検討する訓練です。地域で洪水、地震などの大きな災害が起きた場合を想定し、参加者全員で対応を考えます。Disaster（災害）、Imagination（想像力）、Game（ゲーム）の頭文字をとって命名されました。

訓練の進め方

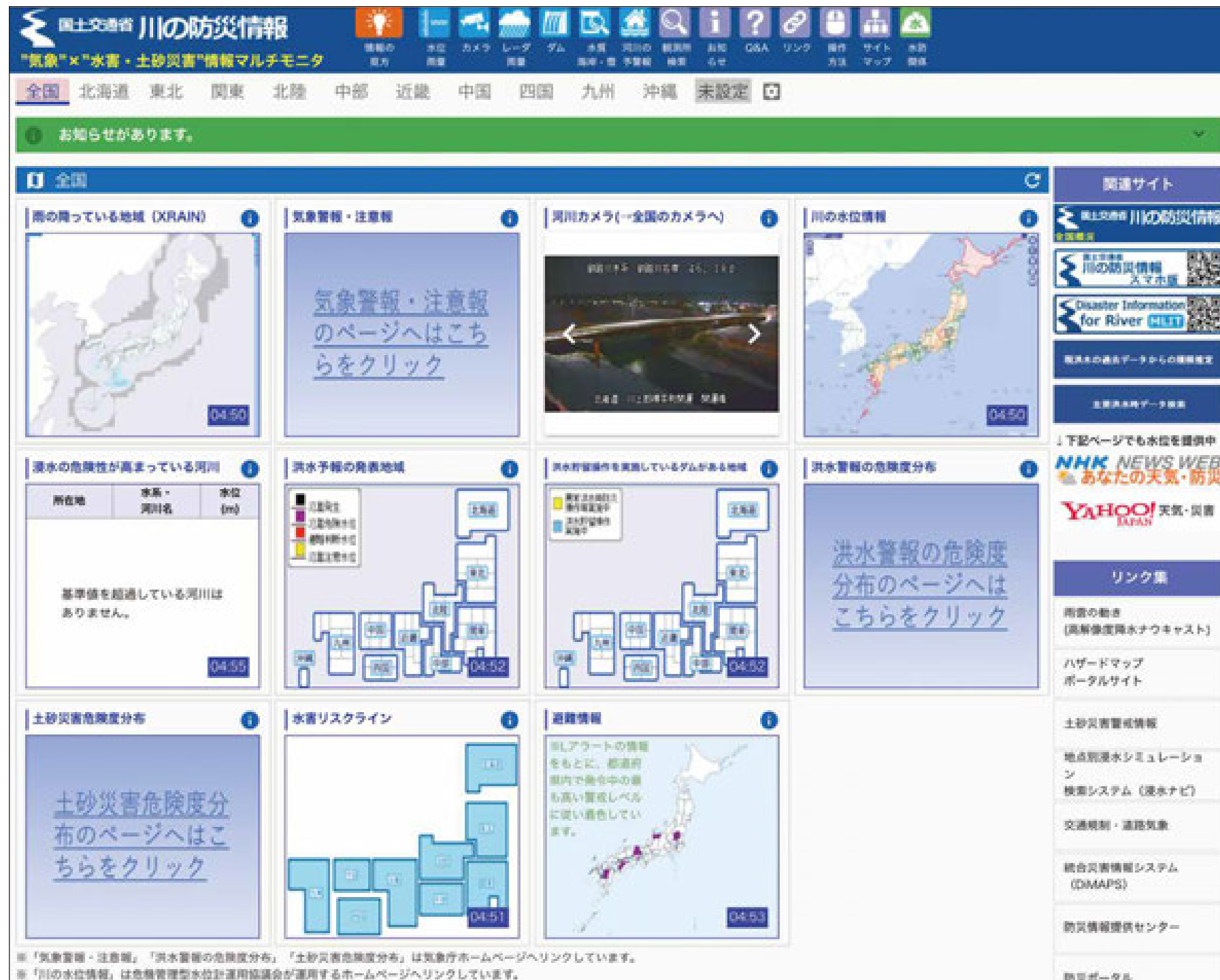


※たかつきの防災教育 高槻市教育委員会を参考に作成。

DIGのイメージ

●防災情報の取得

雨の情報、川の水位や洪水の予報、防災に関する情報は、テレビやパソコン、携帯電話などで得ることができます。災害時の情報は防災無線、ラジオ、携帯電話のメールなどを使って確認できます。



川の防災情報WEBページ

「川の防災情報」サイト

降雨情報、川の水位や洪水の予報、防災に関する情報はテレビ（データ放送）やパソコン、携帯電話などで、災害情報は防災無線、ラジオ携帯電話のメールなどを使って確認することができます。



危険な場所を探すまち歩き

3 ハード対策とソフト対策の一体的な取り組み

水災害に対して、社会全体での防災・減災の取り組みは、治水対策などの施設の整備による「ハード対策」と、私たちが自ら災害への備えや行動を起こしていくための「ソフト対策」を一体的に行っていくことが求められます。

前で述べたような、ハザードマップや皆さんで考える防災教育に関する情報は、以下のポータルサイトで見ることができます。

【ハザードマップポータル】

国土交通省ハザードマップポータルサイトでは、防災に役立つ様々なリスク情報や全国の市町村が作成したハザードマップを紹介しています。

<https://disaportal.gsi.go.jp/index.html>

【防災教育ポータル】

国土交通省防災教育ポータルでは、防災教育に取り組んでいただく際に役立つ情報・コンテンツを紹介しています。

<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/education/teacher.html>

また、これらのハード対策やソフト対策を行っていくためには、洪水の情報をすることも大切です。国土交通省では日本各地に雨量観測施設や水位観測施設を設置し、日々観測を行っています。



雨量観測施設



水位観測施設

第4節 流域治水の展開

Keyword 流域治水／集水域／氾濫域

近年の気候変動の影響により、各地で豪雨が降ることが多くなり、水災害の危険性が高まっています。日本の人口の半分以上が氾濫域^{はんらんいき}の低地に住み、資産が集中していることも水災害のリスクを大きくする要因となっています。

このような大きく、激しくなっている水災害から私たちを守るためには、これまで以上に国や都道府県、市町村、企業、住民等の流域に関わる様々な関係者が連携して流域全体で対策に取り組む必要があります。このような流域全体で治水に取り組むことを流域治水^{りゅういき ちすい}と呼んでいます。今まで行われてきた堤防やダムなどの整備に加えて、①氾濫^{はんらん}をできるだけ防ぐ、②被害対象を減少させる、③早期復旧・復興を目指すなど、様々なハードとソフトの対策を一体的に取り組んでいくことが必要です。

1 流域で取り組む治水

流域ごとに異なる条件や災害のリスクを考え、堤防の整備、ダム^{しゅう}の建設・再生などの対策を行うとともに、「集水域^{すいいき}」（雨水が河川に流入する地域）から「氾濫域^{はんらんいき}」（河川等の氾濫により浸水が想定される地域）まで流域に関わるあらゆる関係者が一緒になってハードとソフトが一体となった水災害対策を行う考え方、取り組みが流域治水です。

2 流域治水の対策

集水域では雨水を貯めたり、浸透させるなどの対策があります。特に、森林においては、森林の保水機能や災害防止機能を高めるための森林の整備や治山ダムを設置するなどの対策があります。また、川の中では堤防を整備したり強くする、川の幅を広げたり川底を掘るといった河川改修などの対策があります。治水のためのダムを建設したり、現在のダムを高くするというダム再生も考えられます。また、農業用や発電用などの利水ダムやため池などの治水利用、洪水を一時的にあふれさせる遊水地^{ゆうすいち}を設けるなどの対策もあります。また、氾濫域では、浸水のリスクが高い区域の土地利用を規制したり、住宅等の移転を検討する、避難の体制を強化するなどの対策があります。



流域治水の対策

明治以前は、各地を治めていた武将や大名などによって、地域ごとに治水事業が行われていました。明治以降は西欧を中心とした近代の技術が取り入れられ、より丈夫な堤防をつくり、ダムなどによって川の水の量を調節することができるようになりました。全国の主要な川では、治水事業が進められ、洪水が起こる頻度が少なくなってきました。

しかしながら、近年の気候変動の影響で強い雨が増加しているため、毎年のように洪水によって氾濫^{はんらん}するなどの影響がでています。川の中だけでは洪水が流しきれなくなっているのです。

そのため、流域治水の対策を実施する必要があります。

●貯留対策について

洪水時に、一時的に流域内で雨水を貯留できるよう、雨水の川への流出を抑制する対策を実施しています（調整池、校庭貯留、水田貯留、ため池等の治水利用、貯留施設など）。

調整池

下流の川が洪水を流しきれない場合に、雨水を一時的に貯め、下流側の氾濫を防ぐ施設。



霧が丘調整池（横浜市）

校庭貯留

小中学校の運動場を利用して、雨水を貯めて川へ流れ出る量を少なくする施設。



平常時

土手を整備し、雨水を貯める容量を確保



洪水時

栄町小学校（札幌市）

ため池



ため池（春日池（広島県））

洪水時の放流状況



田んぼダム



田んぼダム（兵庫県）

出典：兵庫県ウェブサイト
(総合治水対策の取り組み実績と効果)

「田んぼダム」とは、水田の落水口に専用の堰板などを設置し、水田に降った雨を時間をかけてゆっくり排水することで、排水路や河川の水位の急上昇を抑え、浸水する範囲や浸水量を低減する取り組みです。

大雨が予想される際に、あらかじめため池の水位を下げることによってため池内に洪水を貯める取り組みや、水田の雨水貯留機能を向上する「田んぼダム」の取り組みにより、川への流入量を減らし、洪水の被害を軽減します。

●浸透対策について

雨水を雨水浸透ますや雨水浸透管等に浸み込ませることにより、下水道、川への集中的な流入による負担を減らし、洪水を軽減します。

浸透ます・浸透管

宅地内に、浸透ますや浸透管を設置することにより、雨水が地下に浸透するため、下水道や川に流れる雨水の量を減少できます。



浸透ます・浸透管（愛知県）

出典：愛知県ウェブサイト

また、自然環境が持っている多くの機能を活用し、持続可能で魅力のある地域づくりを進めるグリーンインフラという取り組みも進められています。その中では、透水性・保水性舗装、植樹ます、雨庭^{あめにわ}など、雨水を一時的に貯めて浸透させる機能や、水質浄化の機能等の両方を持つものも整備されています。

歩道の透水性・保水性舗装、植樹ます

歩道に透水性・保水性舗装を行うことにより、雨水が地下に浸透するため、川に流れる雨水の量を減少できます。
植樹ますは、街路樹を植えるため、歩道などの一部をコンクリートブロックで囲んだ植物を植える場所です。



出典：中央開発株式会社

植樹ます（神奈川県横浜市）

雨水を一時的に貯めてゆっくり地中へ浸透させ、 水質浄化や修景機能も併せ持つ「^{あめにわ}雨庭」

雨庭とは、地上に降った雨水を下水道に直接放流することなく、一時的に貯留し、ゆっくり地中に浸透させる構造を持った緑地や庭のことです。



出典：中央開発株式会社

雨庭（東京都世田谷区）

●洪水調節について

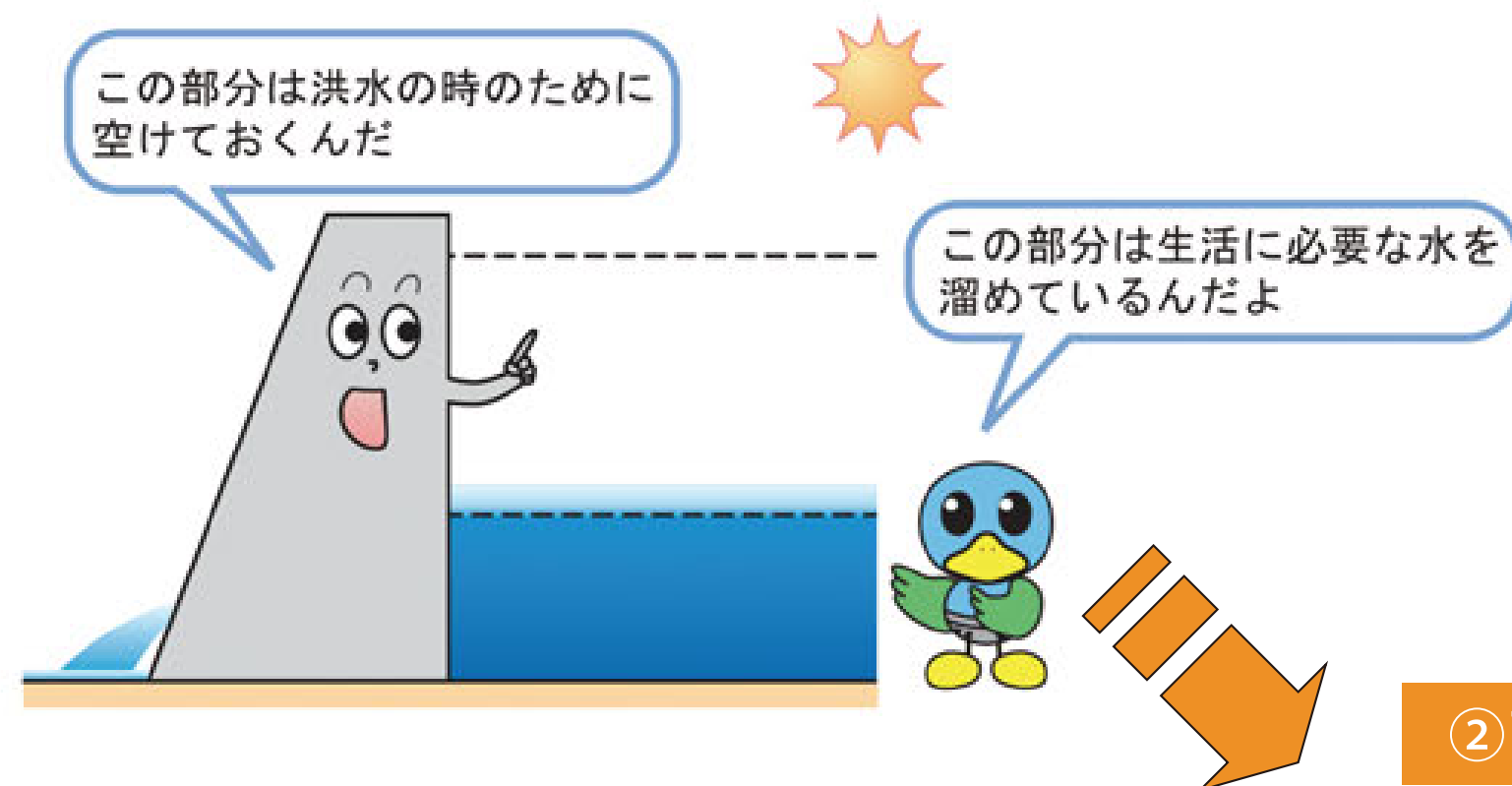
治水ダムや多目的ダムなどは、大雨や台風の際に流れ込む洪水の一部を貯め込んで下流への洪水の流下を防ぎます（洪水調節）。

そして、下流の川が安全に流せる量になれば、次第にその貯留した水を放流する機能を持っています。

下の図に書いている手順で、洪水を調節していきます。



①雨がふる前



②雨が降り続いたとき



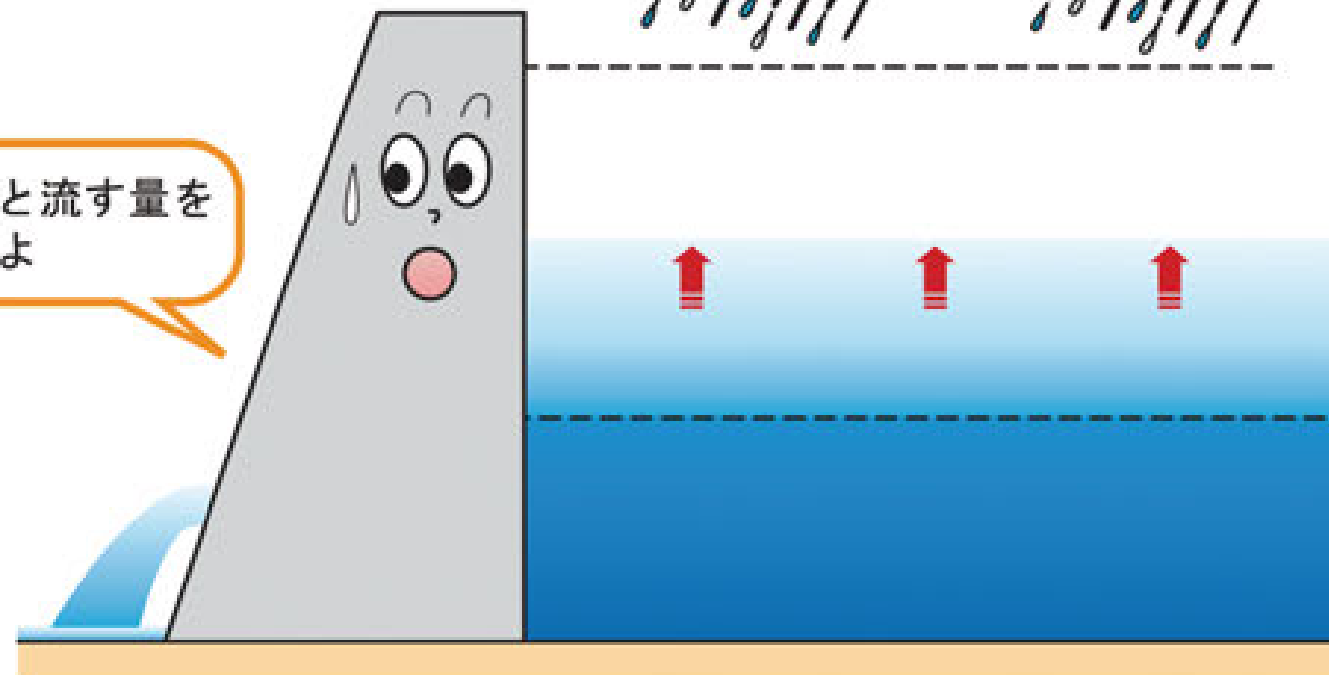
こう ずい ちょうせつ
洪水を調節します

②雨が降り続いたとき



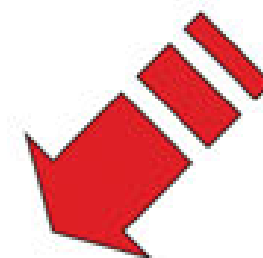
水の量が増えてくると流す量を
少しづつ増やすんだよ

雨が降り続くと水を溜めながら
放流するんだ

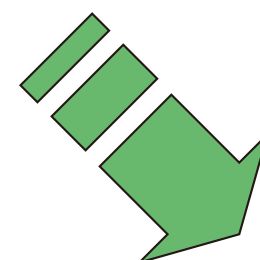
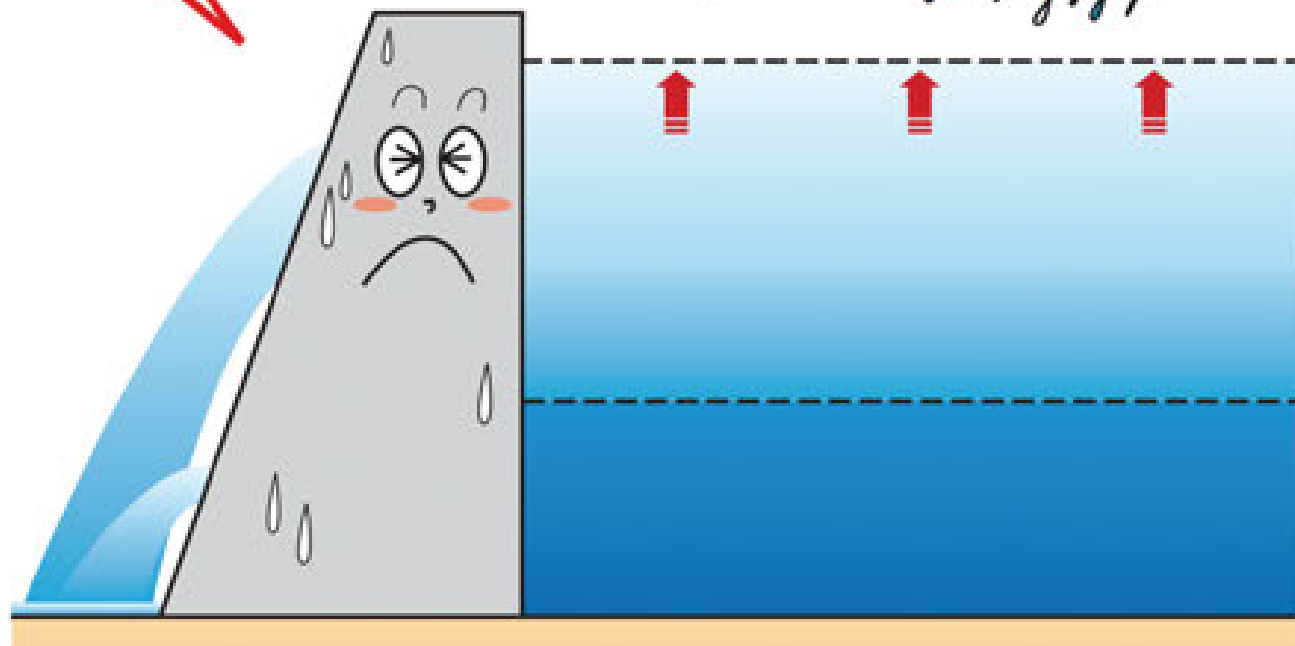


③大雨が降り続いたとき

限界まで溜まるとダムに
入ってくる量をそのまま
放流するんだ



ダムに入る量より多い量を流すことはないので
洪水被害が大きくなることはないんだよ



④雨が止んだ後

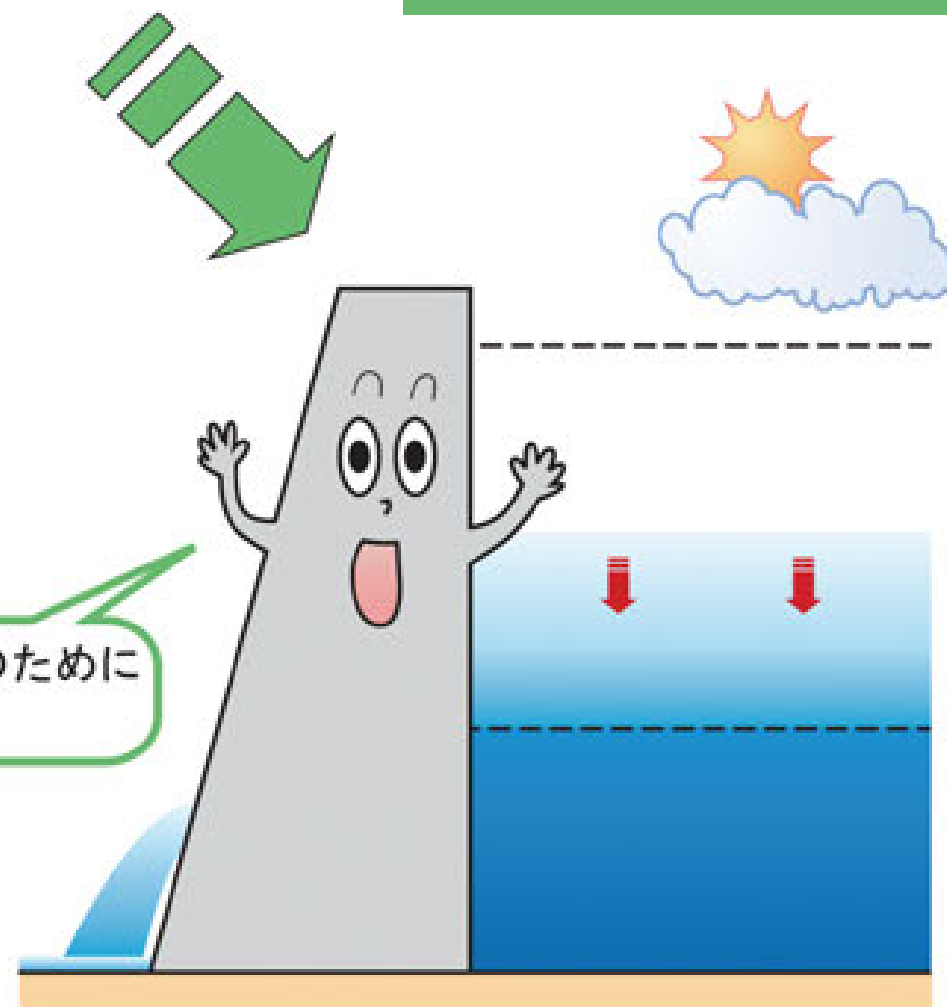


④ 雨が止んだ後



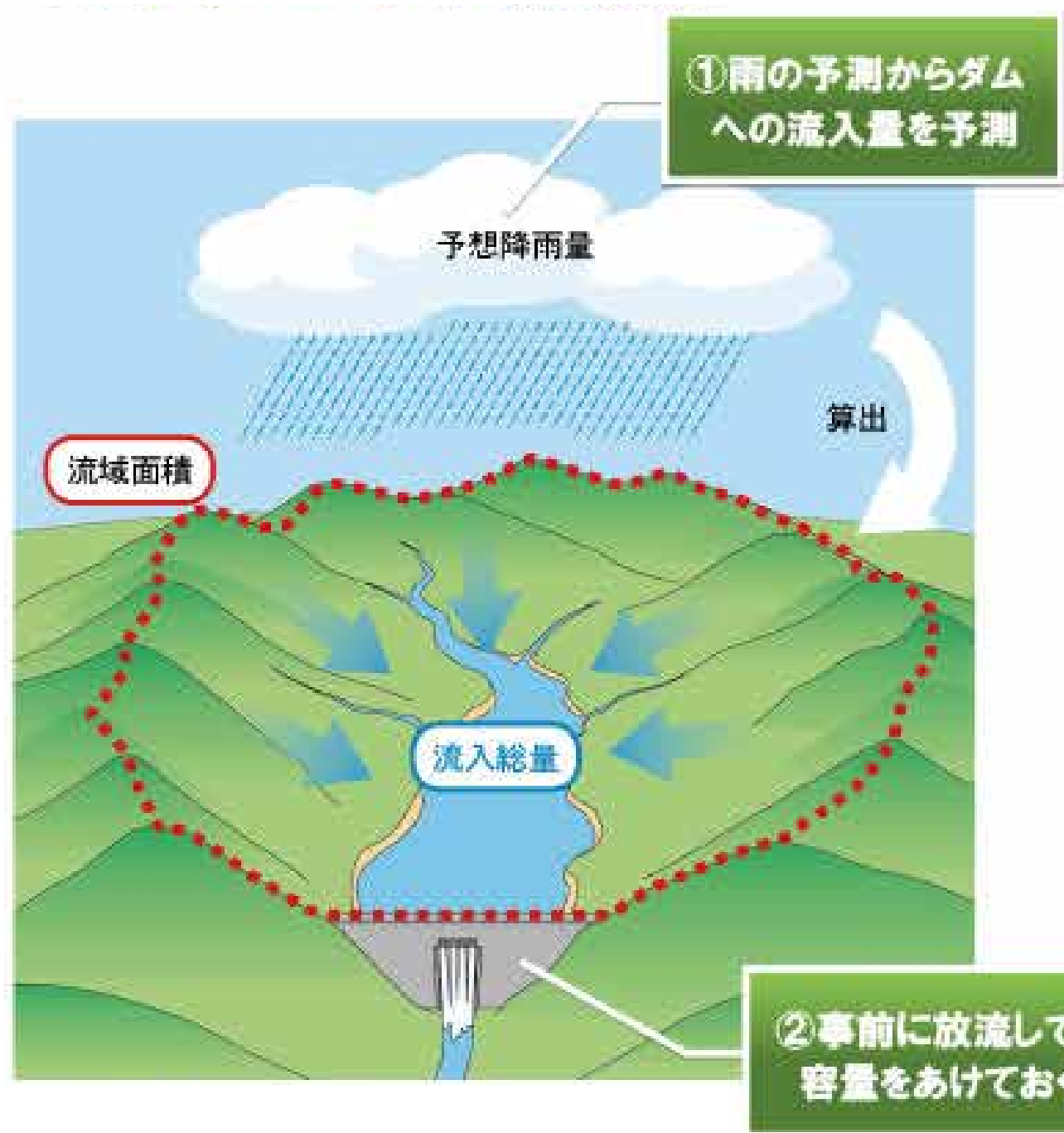
水を減らしておかないと次の洪水で
すぐにいっぱいになるからね

雨が止んだ後は次の洪水のために
放流しておくんだ

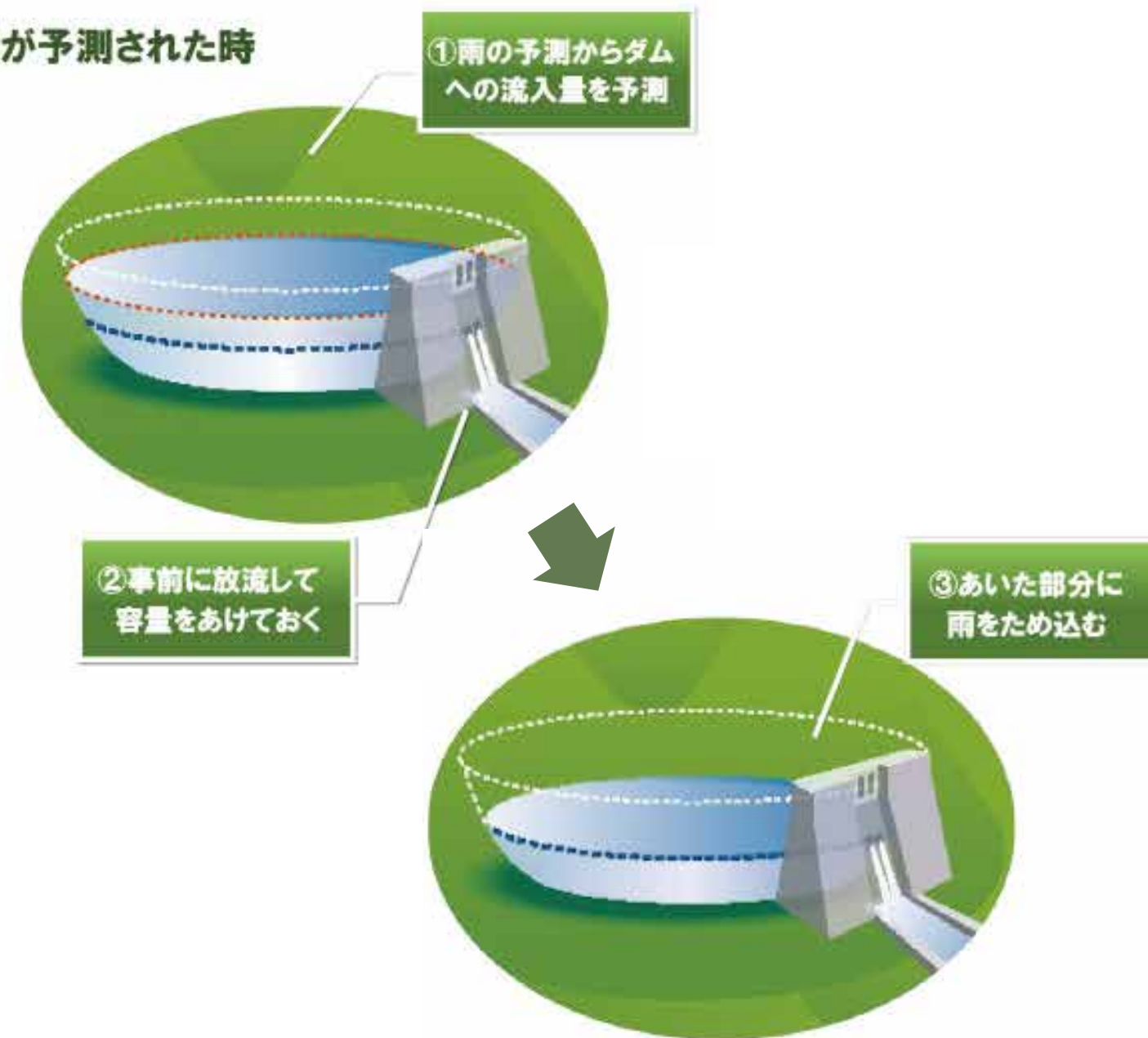


洪水調節の方法

近年では、気候変動の影響によって各地で水害が多発し、また被害も大きくなっていることもあり、洪水調節の機能を持っていない既存の利水用のダムでも大雨が予測された時には貯めていた水を事前に放流して、空けた容量に雨をためる取り組みが行われています。これは、下にも書いている手順で進めていきます。事前に大雨を予測することや雨の予測からダムへの流入量を予測することがこの取り組みの重要なところです。



大雨が予測された時



利水ダムの事前放流の方法

[目次へ戻る](#)

第1節 世界の水の様相

Keyword 水不足／気候変動／豪雨／干ばつ／安心・安全な水／国際連携

世界では、人口の増加、社会経済の発展、都市の拡大が進んで、水の利用が増え、危機的な水不足が危惧されています。世界の水利用の多くを占めるのは農業用水であり、特に乾燥地帯や穀倉地帯では深刻です。また、近年の気候変動の影響で、豪雨による洪水や、干ばつ^{かん}などの災害が増えています。また、排水の処理が不十分な地域では水質の汚染が生じたり、生態系への影響をもたらしています。このような世界各地で生じている水の問題に対して、国連機関、日本の政府、自治体、NGO/NPOなどが技術支援や経済支援を行っています。

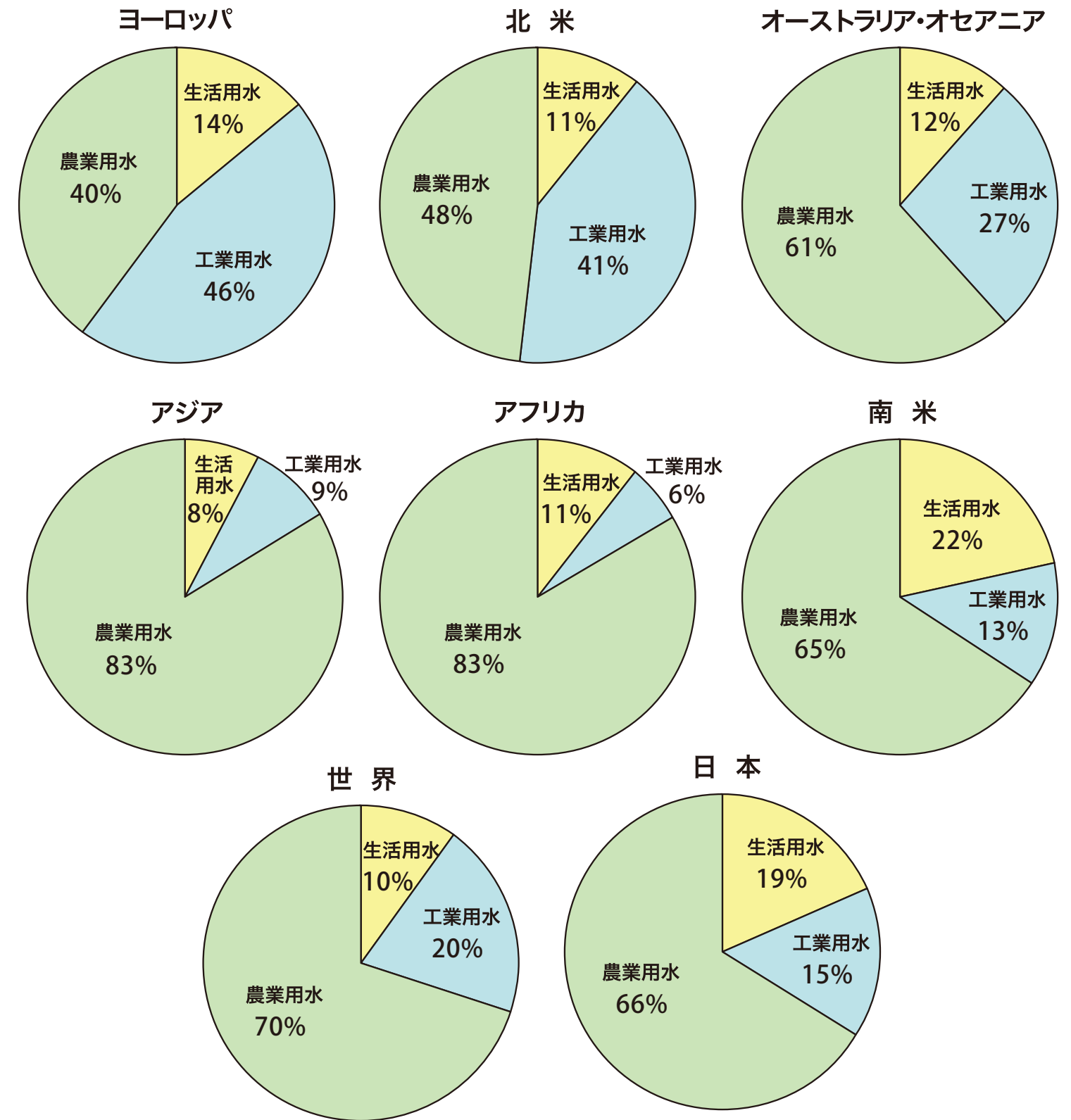
1 水需要の増大と深刻化する水不足

世界の人口増加、社会経済の発展、都市の拡大などにより、地球の水資源の量や質に様々な問題が生じることが指摘されています。さらに、地球温暖化による気候変動の影響で、豪雨や干ばつが増えるなど、降水の状況が変わってきており、問題を複雑にしています。

世界の人口一人当たりの水資源の量は、地域的、季節的な差がありますが、世界全体として2050年までに、2010年の4分の3になると予想されています。とくに、中東地域やアフリカ地域の水不足は深刻になるとされています。

水の使用量に関しては、地域別ではアジアでの使用量が最も多く、続いてアメリカ、ヨーロッパの順になっています。農業用水が約7割近くを占め、工業用水が約2割、生活用水が約1割となっています。水田稲作農業が盛んな南アジア、東アジア地域での農業用水の使用量がかなり多くなっています。また、生活用水は、先進国と人口の多い地域で大量に消費されています。

世界の水需要は、製造業や発電、生活用水などの需要が増えることによって、2050年までに約55%も増加することが予想されています。



世界の用途別水利用の割合

2 安心・安全な水に関わる問題

日本は水道水の水質が良く、水道水をそのまま飲むことができます。そうした国は、日本を含め9か国しかなく、そのまま飲めても注意が必要な国は21か国とされています。また、トイレなどの衛生施設を継続して十分に利用することのできない国や地域が、世界にはまだ多く存在しています。

食料不足や農村の貧困問題も水問題と関係しています。例えば、水を管理する組織や水を管理する技術が十分でないことがあります。農業や排水処理が十分でないことなどが影響して、今後、数十年で地表水の水質が悪化すると考えられています。その結果、生物の多様性に深刻な影響をもたらすと予測されています。



ヤムナ川（インド）の様子



フィジーの川の様子

3 国際的な取り組み

このような世界が直面している水問題は、多岐にわたり、相互に影響しあっています。現状では局所的な問題に見えても、近い将来、世界全体に影響を及ぼす可能性があります。このため、国際的な連携が求められ、国際連合などの国際機関、各国政府の協調による研究や支援が必要です。また行政だけでなく、民間企業やNGOによる技術支援や協力体制の構築も重要です。日本への期待も大きく、今後、世界における水の安定供給や、適正な排水処置、水災害への対応など日本の経験、技術を通じた貢献が求められます。

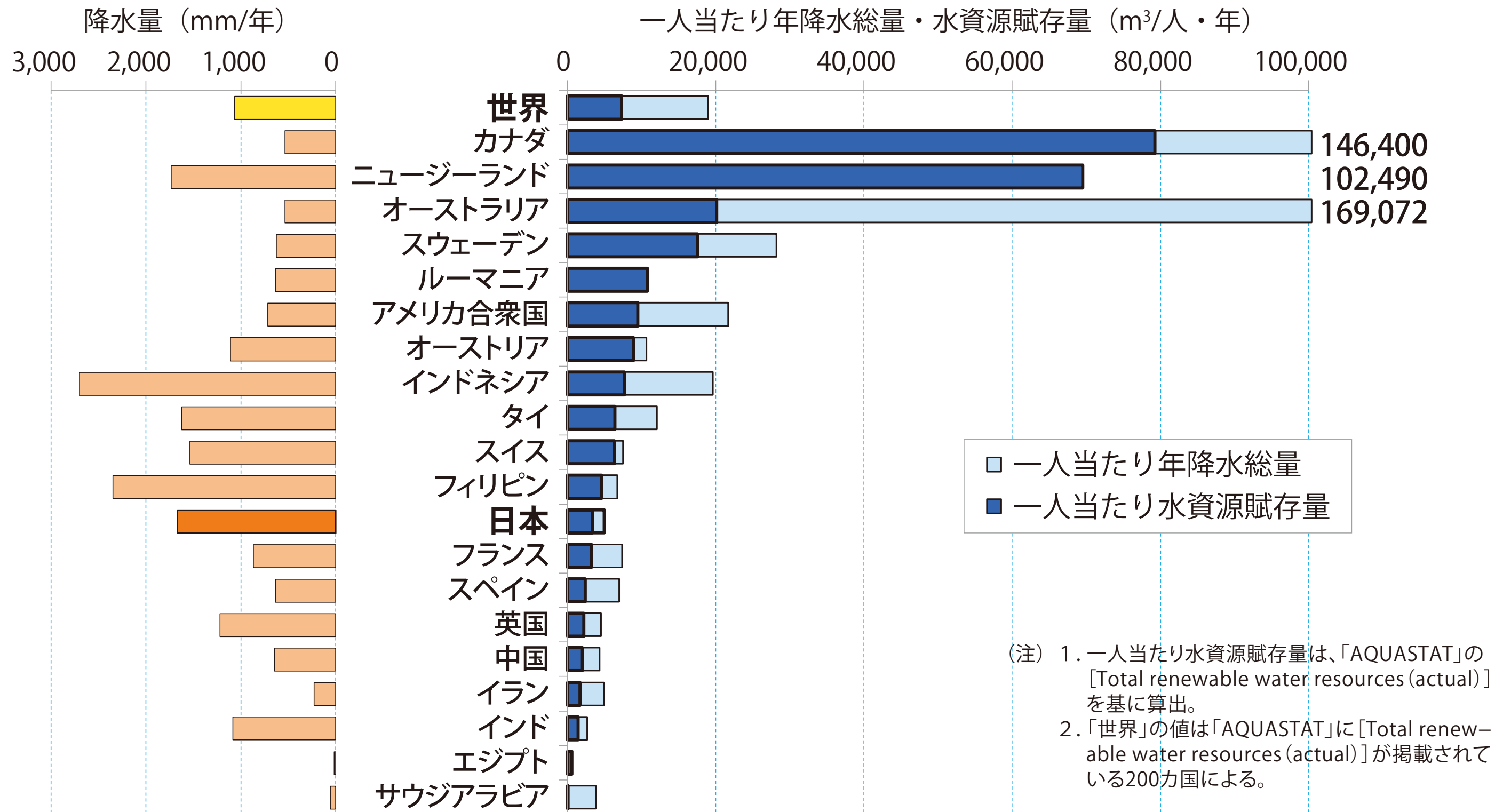
第2節 日本の川と流域の特徴

Keyword 降水量／氾濫原（氾濫域）／水資源量／利水／治水

日本は多雨地帯のモンスーンアジアに位置し、地域や季節によって降水量に偏りがあるものの、年間の降水量は世界で多い国です。日本列島の中央部には山脈がそびえ、険しい山脈から流れ下る川はその勾配が急で、降った雨は短時間で海まで流れてしまいます。そのため、川の水を水資源として安定的に確保するのは容易ではありません。また、川の下流では氾濫原（氾濫域）^{はんらんげん}に農地や都市が広がり、世界の多くの国々と比べても洪水の危険性が高くなっています。このため、ダムや堤防の整備、河川の改修などによって水害を軽減しつつ、水を利用する工夫を行ってきました。

1 日本と世界の水資源量

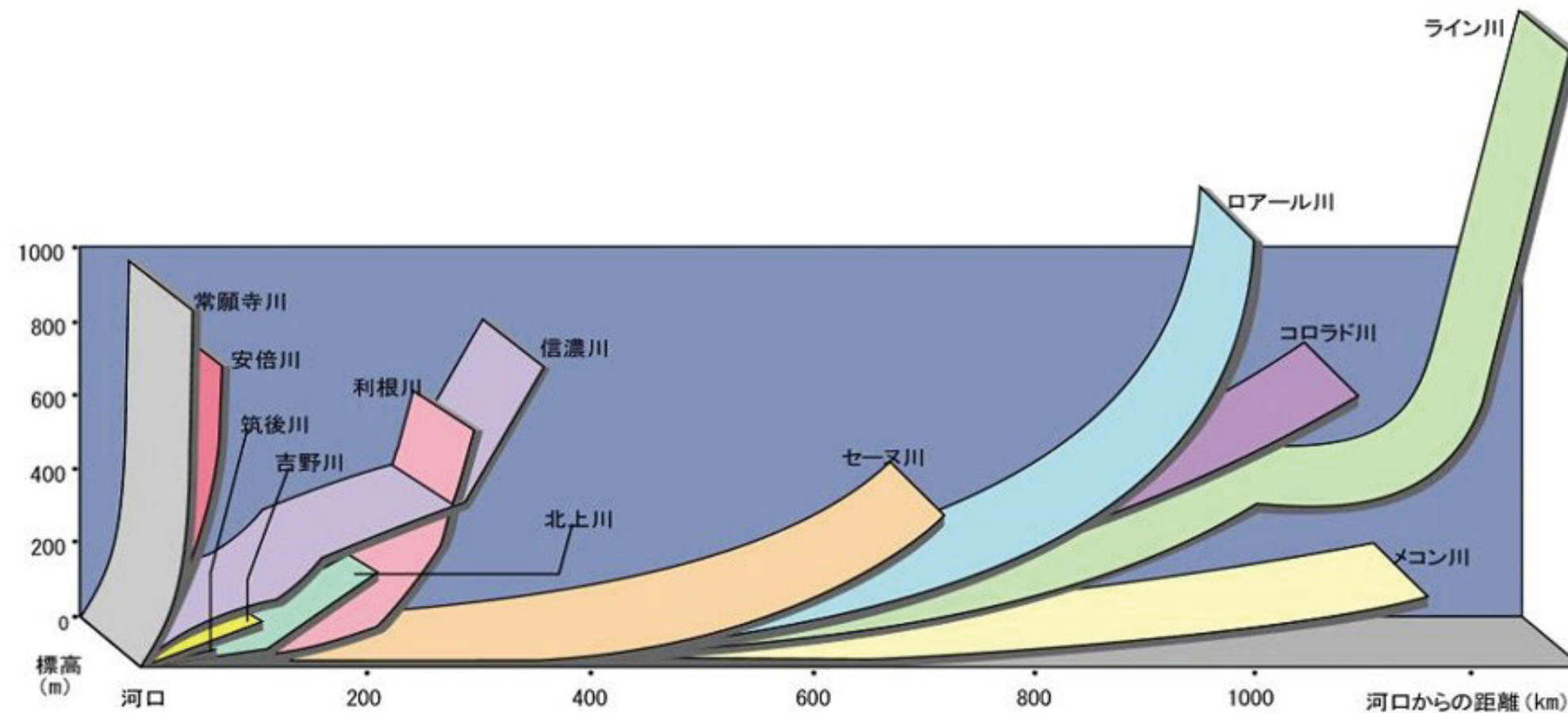
地域によっても異なるものの、日本の年平均降水量は1,700mmで、世界平均の約1.6倍とされます。しかし、人口一人当たりで見ると、年平均の降水総量は約5,000m³/人/年であり、世界平均の4分の1程度にしか過ぎません。世界の中で日本は水資源に恵まれている国とは決して言えないのです。一方で、日本は森林に恵まれ、その森林や土壌が水をたくわえ、川や地下水に供給してきました。その水を巧みに利用することで、人々は豊かできれいな水を得てきました。



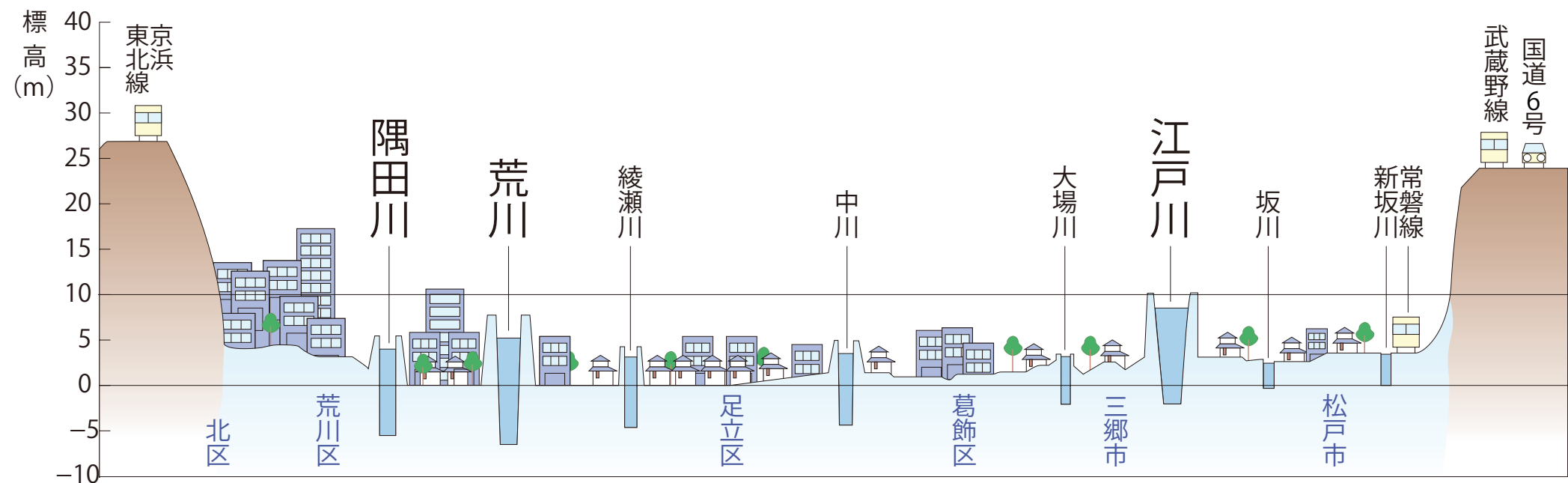
日本と世界の降水量と水資源量

2 日本の川と流域の特性

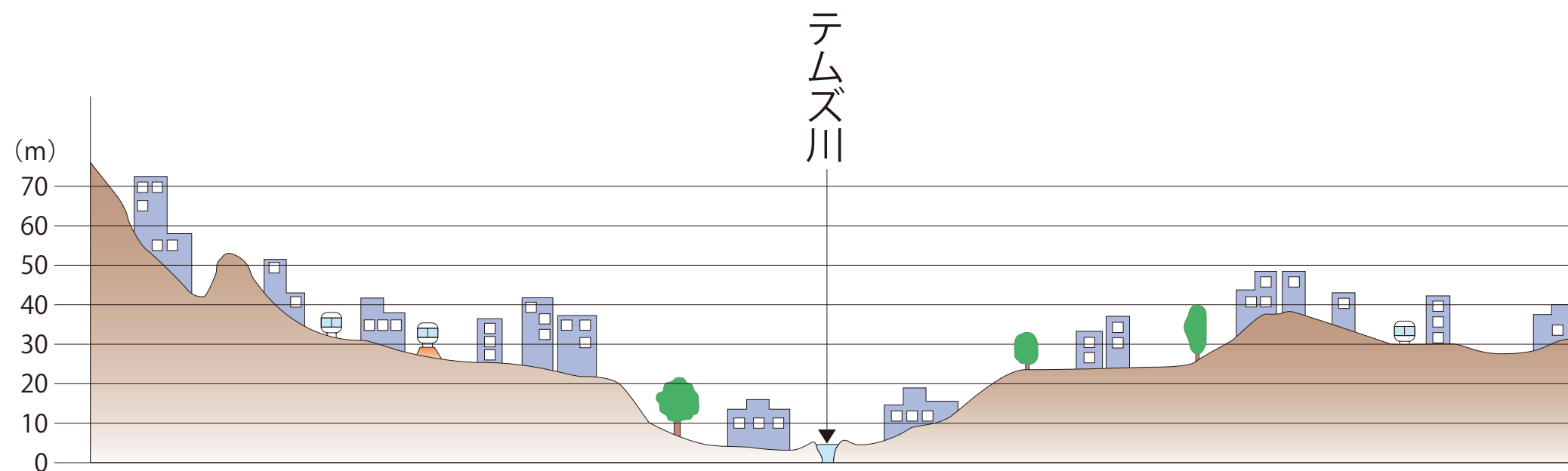
世界の大河川に比べ、日本の川は山から海までの距離が短く、急傾斜の地形を一気に流れ下ります。太平洋側は梅雨、秋の長雨、台風の時期に雨が多いものの、冬には雨があまり降りません。一方、日本海側では冬に雪や雨が多いといった特徴があり、降水量は地域や季節的によってかたよりが見られます。このような特性から、日本の川は、流量が多いときと少ないときの変動が大きく、一定ではありません。そのため、水を貯めるダムやため池等が必要となります。日本では、これまで水に関する様々な苦労、努力が積み重ねられてきました。



各国及び我が国の主要な川の勾配



東京と江戸川・荒川・隅田川の標高



ロンドンとテムズ川の標高

ロンドン市内ではテムズ川が市街地のいちばん低いところを流れていますが、東京では市街地よりも高いところを流れている川が多くみられます。日本の都市の大部分は、洪水時の川の水位より低い所にあり、ひとたび水があふれると、浸水による被害が大きくなりやすい状態にあります。

3 日本の川と利水・治水

このような日本の気候や川の特徴から、降水の多い時期に降った雨や雪を貯めて降水の少ない時期に使用することが必要です。そのため、ダムやため池などによって水を貯める施設が整備されてきました。こうした利水とともに、ダムは洪水を調節する治水の役割もあります。ダムのほかにも、洪水を一時的に貯める^{ゆうすいち}遊水地や^{ちょうせつち}調節池などの施設が整備されてきました。また、堤防の整備や、河川の改修などが進められてきました。

第3節 持続可能な社会と水循環 (SDGs)

Keyword 水資源／安全な水／地球環境問題／持続可能な開発目標 (SDGs)

水資源は、必要な時と場所に、必要な水の量と質が得られることが必要ですが、世界では水資源の不足や水環境の悪化が生じています。そのため、国際連合では、持続可能な開発目標 (SDGs) の目標として、「6. 安全できれいな水とトイレを世界中に」を掲げ、2030年までに安全な水へのアクセス、水質の改善、水不足への対処、水に関連する生態系の保全などを世界で実現することなどを目指しています。また、水に関連する生態系の保護・回復、下水施設・衛生施設へのアクセスの達成なども目指しています。

1 世界の水資源の動向

水資源のもととなる降水量は変動しています。毎年のように発生する大雨や干ばつ等の異常気象が、各地で水資源量に影響を及ぼしています。人口増加や経済成長、都市化にともなう水質の汚濁もそうした問題に影響しています。

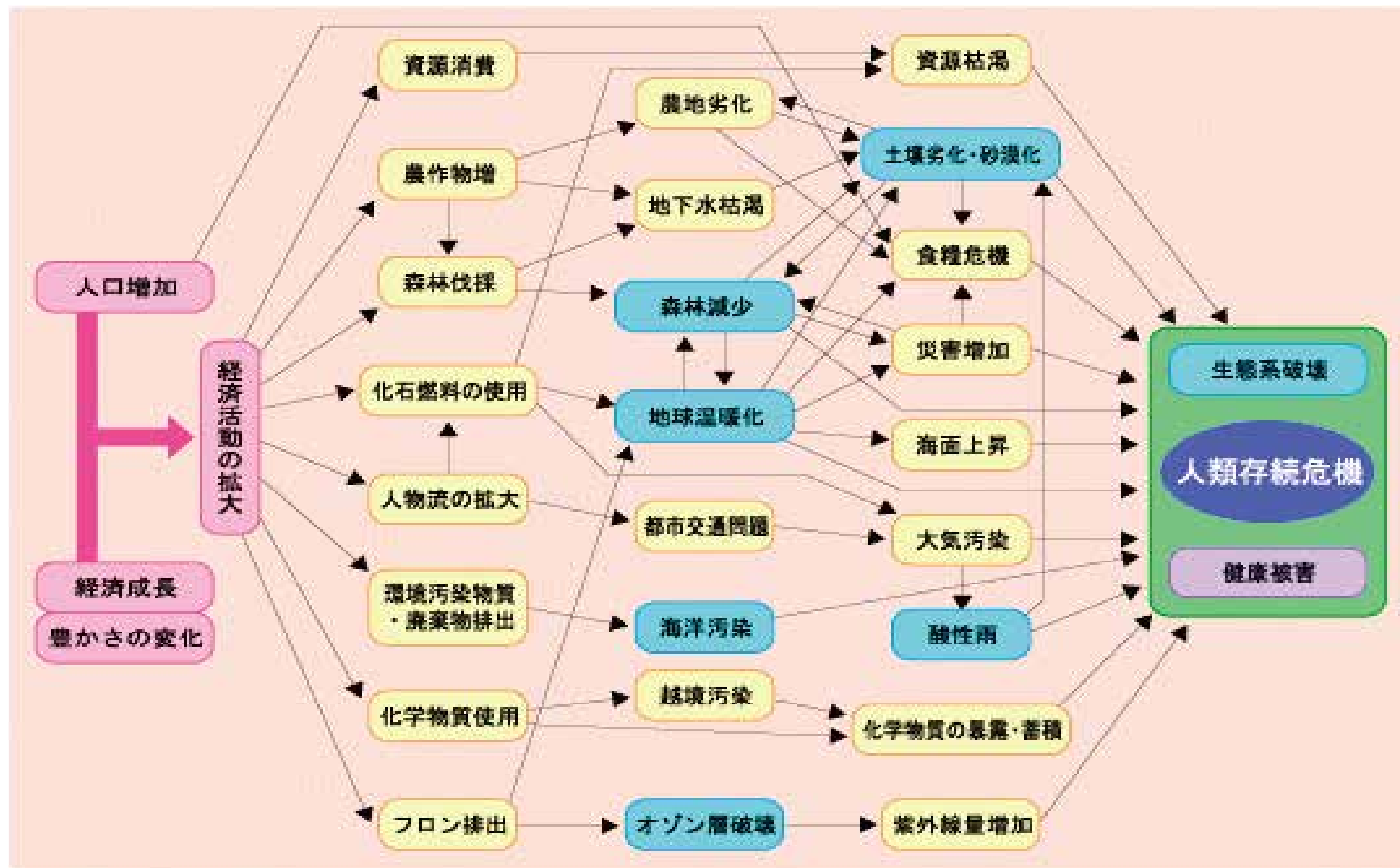
気候変動は、世界の多くの地域において、降水量や雪氷の融解などに影響を及ぼしており、それらは水資源にも関係してきます。世界で水不足を経験した人や、洪水の影響を受ける人の割合は、増加する傾向にあります。

この報告は、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第5次評価報告書第2作業部会報告書（2014年3月）によるものです。

2 地球環境問題

人間の活動が環境に与える影響のうち、その発生や被害が特定の地域に限定できない規模の環境問題が「地球環境問題」です。限られた地域の環境問題とされていることでも、地球規模で環境に影響を与えていることがあり、それは将来的に私たちの生活と社会に影響してきます。

オゾン層の破壊、地球の温暖化、酸性雨、熱帯雨林の減少、砂漠化、開発途上国の公害問題、野生物種の減少、有害物質の越境移動^{えつきよう}などは主な地球環境問題として取り上げられているものです。水循環もこれらの問題に複雑に関わっています。地球環境問題の原因は互いに関係しているため、各国の国内や世界の一部の地域だけが対策を進めているだけでは解決が難しく、国際社会全体で問題を共有し、早急に取り組んでいくことが重要です。



問題群としての地球環境問題

3 持続可能な開発目標 (SDGs)

こうした地球環境問題に加えて、貧困、紛争、資源の枯^{こかつ}渇など、人類や国際社会が直面している多くの課題があり、このままでは人類が安定してこの世界で暮らし続けることができなくなるとも言われています。そんな危機感から、持続可能な社会の実現に向けた世界共通の目標として「持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals : SDGs)」が2015年に国連で採択されました。国際社会の課題を整理し、早急な解決につなげる「2030年までの達成をめざす17の目標」と、目標ごとに設定された169のターゲット（達成すべき基準）がそこには示されています。

SDGsの対象は、開発途上国だけではありません。わが国のような先進国も含め、世界中の国々が取り組むことが求められています。社会や経済の状況にかかわらず、すべての人が尊厳を持って生きることができる「誰ひとり取り残さない」世界の実現を目指しています。国際機関、政府、企業、学術機関などに任せるだけではなく、わたしたち市民がそれぞれの立場から目標達成のために考え、行動することが求められています。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



SDGsの17の目標

4 水循環とSDGs

健全な水循環というのは地球が生命体として維持していける基盤になってくるので、当然、SDGsの目標とは重なっています。そして、SDGsの17の目標において、目標6「安全な水とトイレを世界に」は水循環と強く関わっています。安全で安価な飲料水への普遍的かつ平等なアクセス、適切かつ平等な下水施設・衛生施設へのアクセス、水質の改善、水不足への対処、統合的な水資源の管理の推進、水に関連する生態系の保全などはすべて水循環に関わる課題です。

また、そのほかの目標についても水の問題は深く関係しています。例えば、目標7「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」においては、水を活かしたエネルギーである水力発電が再生可能エネルギーとして期待されます。

目標11「住み続けられるまちづくりを」については、健全な水循環はまちづくりの重要な要素であり、水害に関する防災も水循環のテーマです。目標12「つくる責任 つかう責任」においては、天然資源である水資源の持続可能な管理と効率的な利用が求められます。目標13「気候変動に具体的な対策を」では、気候変動の影響で洪水や渇水などのリスクが大きくなることが予測されており、その対策が重要です。

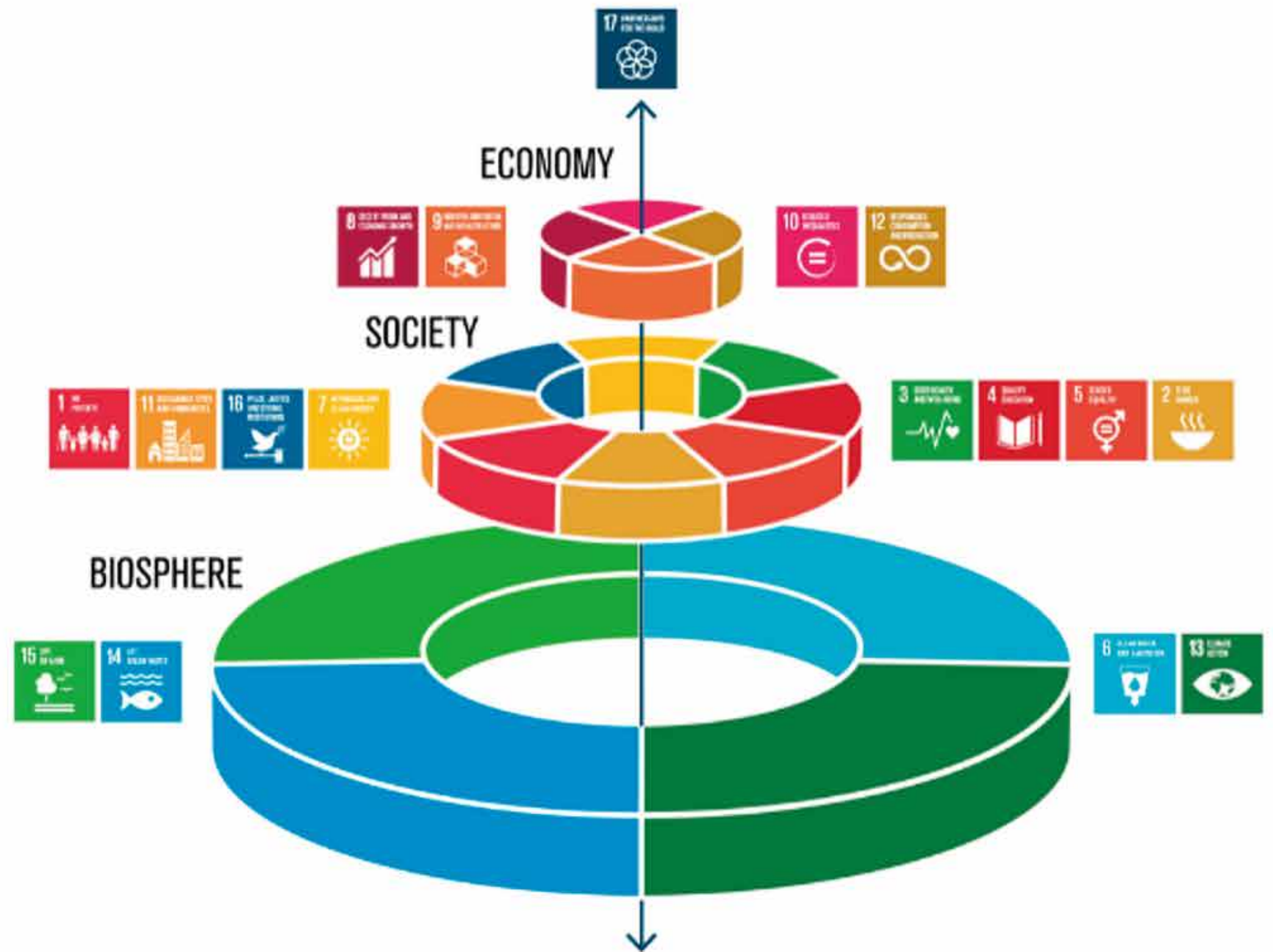
目標14「海の豊かさを守ろう」では、海洋ごみも含めた海洋汚染の防止、海洋及び沿岸の生態系の回復、海洋酸性化の影響の最小限化、海洋資源の持続的な利用などのすべてと関係しています。さらには、目標15「陸の豊かさを守ろう」では、陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進などは、水循環と深く関わる課題です。

その他にも、目標1「貧困をなくそう」、目標2「飢餓をゼロに」、目標3「すべての人に健康と福祉を」など、多くの目標に水循環は関わっています。

そして、目標17「パートナーシップで目標を達成しよう」は、水循環に関わる問題に対応するため、国内外でさまざまな連携をとってパートナーシップで取り組む必要があることから重要です。

この図は、SDGsの3層構造を示した「SDGsウェディングケーキ」と呼ばれています。土台となっているのが目標6「安全な水とトイレを世界に」、目標13「気候変動に具体的な対策を」、目標14「海の豊かさを守ろう」、目標15「陸の豊かさを守ろう」からなる生物圏（環境）に関わる目標で、その上に社会や経済の目標が乗る形になっています。土台となる環境が整っていなければ、社会や経済の課題を解決することができないということです。そして、水はその土台となる環境の大きな要素です。

＊：スウェーデンのストックホルム・レジリエンス・センターの所長が作成したSDGsの三層構造



SDGsの三層構造「ウェディングケーキ」＊

目標6. すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する

6 安全な水とトイレ
を世界中に



6.1 2030年までに、すべての人々の、安全で安価な飲料水の普遍的かつ公平なアクセスを達成する。

2019年において世界人口の半数が水道を使えるようになったと言われていますが、いまだに約7億人もの人が、安心して飲める水を確保できていない状態で暮らしています。例えば、それらの途上国における課題には、次のようなものがあります。

●途上国の都市での給水の課題

- ・限られた時間しか水が使えない、水圧が低い、水質が悪い
- ・公共水道が信頼できない、給水車やボトル水は高額である
- ・貧困層にとっては接続料が高く、水道に接続できないなど

●途上国の村落での給水の課題

- ・水くみの労働が苦痛で、時間がかかり、身体にも負担である。子どもの学習にも影響する
- ・利用できる水源の水質が悪い
- ・給水施設が故障すると、直せない、修理費用や運転費用が出せないなど

このため、途上国で地下水を開発したり、上水道、配水施設（高架水槽）等を整備し、安心して水が飲めるような整備が実施されています。例えば、アフガニスタンでは、井戸が開発されており、ハイチでは日本の援助でハイチ地震後に震源地の近くに耐震構造の井戸、および高架水槽が建設されています。

このような施設を整備することにより、誰でも衛生的で安心して飲める水を手に入れることができ、生活を改善することにもつながります。



アフガニスタン バルヴァーン州に井戸を建設し、ハンドポンプで地元住民へ水を供給する予定の井戸を掘る様子



ハイチ レオガン市内に水を供給するための井戸、配水のための施設を建設する様子

6.3 2030年までに、汚染を減らす、ごみが捨てられないようにする、有害な化学物質が流れ込むことを最低限にする、処理しないまま流す排水を半分に減らす、世界中で水の安全な再利用を大きく増やすなどの取り組みによって、水質を改善する。

6 安全な水とトイレ
を世界中に



現在、多くの開発途上国では、下水道が普及しておらず、未処理の水が川に排水されています。また、捨てられたごみも少なくなく、水質の汚濁やごみの処理等が深刻な問題となっています。そのため、さまざまな国際機関が中心となり、下水道や下水処理場等の整備、廃棄物処理等のプロジェクトが行われています。東アジア、アフリカ等ではこれらのプロジェクトが多く実施されています。



インドネシア ジャカルタ特別州の川のごみの様子



ジャカルタ特別州の下水道が未整備の川

目標13. 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる

13.1 すべての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。

地球温暖化による気候変動で懸念される影響は、気温の上昇、短時間強雨や大雨が発生する頻度が増える、海面の水位が上昇する、台風が激しくなる、干ばつ・熱波が増える等があります。

このような影響は、二酸化炭素などの温室効果ガスの排出の削減と吸収を促す対策（緩和策）を最大限に実施したとしても完全に避けられないため、影響に適応していく対策（適応策）が必要であるとされています。緩和策には、最近のCOP26（第26回気候変動枠組条約の会議）で出された2050年カーボンニュートラル（日本語では、「炭素中立」という）のように、化石燃料から再生可能エネルギーへの切り替え、省エネルギーなどにより温室効果ガスの排出を減らし、地球温暖化の進行を抑える対策などがあります。一方、適応策とは、すでに起こりつつある気候変動の影響に備え、被害を軽減する対策です。例えば、集中豪雨や洪水などの被害を軽減する対策などがあります。このような適応策は、近年、世界各国で実施されています。

日本では、「気候変動適応計画」を作り、自然災害の分野では、水害、土砂災害、高潮・高波等について、それぞれの適応策が示されています。

日本では、適応策の一環として、流域治水の項で述べた対策を実施しています。

世界でも、イギリス、ベルギー、オランダ、チェコ共和国、フィンランド、フランス、ドイツ、アイスランド、スペイン、スウェーデン、オーストラリア等で気候変動に対する活動が行われています。

13 気候変動に
具体的な対策を





イギリスでは、適応策として、将来の気候変動による海面上昇の影響を考慮して防潮堰の改良等の計画を実施しています（テムズ川）

テムズ防潮堰の改良の計画（適応策）



目標14. 持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する



14.1 2025年までに、海洋ごみや富栄養化を含む、特に陸上活動による汚染など、あらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する。

世界的に関心が高まっているプラスチック問題は、

- ①プラスチックが燃やされるときに温室効果ガスが発生し、地球温暖化の原因となる可能性
- ②プラスチックの原料は石油資源であり、プラスチックの製造によって、資源の枯渇にもつながる可能性
- ③海に流れ出たプラスチックごみが、海洋生物に影響を与えている可能性が指摘されています。

このようなプラスチックごみの対策として、まずできる限りプラスチックごみを減らすことが必要です。

プラスチックごみは、世界に合計1億5,000万トン以上の量が存在していると言われており、このうち適正に処理されなかったために、毎年数百万トンに及ぶ量が川などを介して新たに海に流れ出ているという研究もあります。プラスチックごみが砕かれたり、紫外線で分解されるなどして5mm以下の小さな小片となったマイクロプラスチックが、海洋生態系に与える影響も懸念されています。

このため、プラスチックごみの海への流出を防止するとともに、海に流出したプラスチックごみの回収、海に流出しても影響の少ない素材の開発、素材への転換が進められています。



海での漂流ごみの様子



プラスチックごみのクリーンアップの状況

「みんなでつくる水源の森 ～水道水源林の取組～」

目標



SDGsの目標12、15、17などに関わる取り組みを紹介します。多摩川上流域の森林は、首都圏の水道の水源林です。森林の持つ「水源涵養機能」などの多面的な機能を将来にわたり十分に発揮させ、安全な水を安定して供給することが必要です。そのため、東京都水道局が間伐などの手入れを行い、針葉樹と広葉樹が適度に混ざり合う森林へと育成するなど継続的な管理を行っています。また、手入れの遅れた民有地の人工林をボランティアの手で緑豊かな森林へ再生する「多摩川水源森林隊」の活動も行われています。さらには、水道利用者である市民が水源林の大切さを理解し、水源林に関心をもつためのエコツアーやサポート制度、企業との森づくり活動、大学との森林保全に関する共同研究など、さまざまな活動がパートナーシップで行われています。



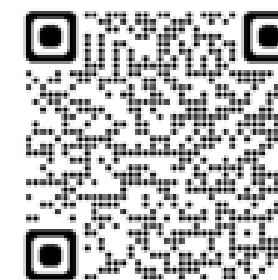
多摩川水源森林隊による間伐の様子

第1節 水循環の現状と課題

Keyword

都市化／森林や農地の減少／湧水の枯渇／地下水位の低下／水質汚濁／健全な水循環／多面的な機能／地球環境問題／マイクロプラスチック

健全な水循環を維持していくことが各地で課題となっています。洪水、渇水、水質汚染、^{ゆうすい}湧水の^{こかつ}枯渇、地下水位の低下などが各地で生じており、このような問題を解決していくことが課題となっています。気候変動の影響でこれらの問題は、今後さらに深刻になることが危惧されています。このような水循環の課題について、流域の人々が協力して、健全な水循環を回復し、その持続可能な利用を図っていく必要があります。

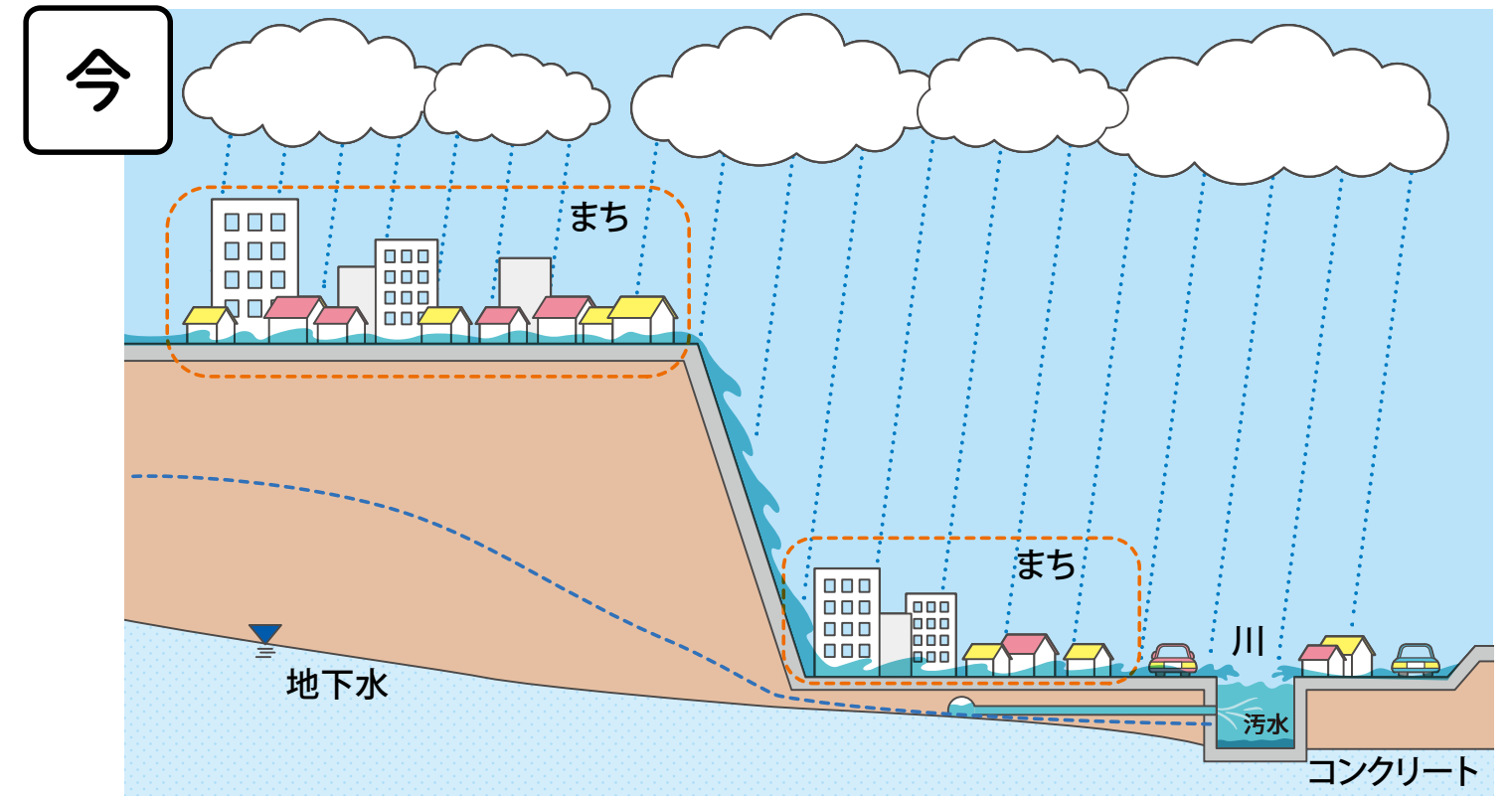
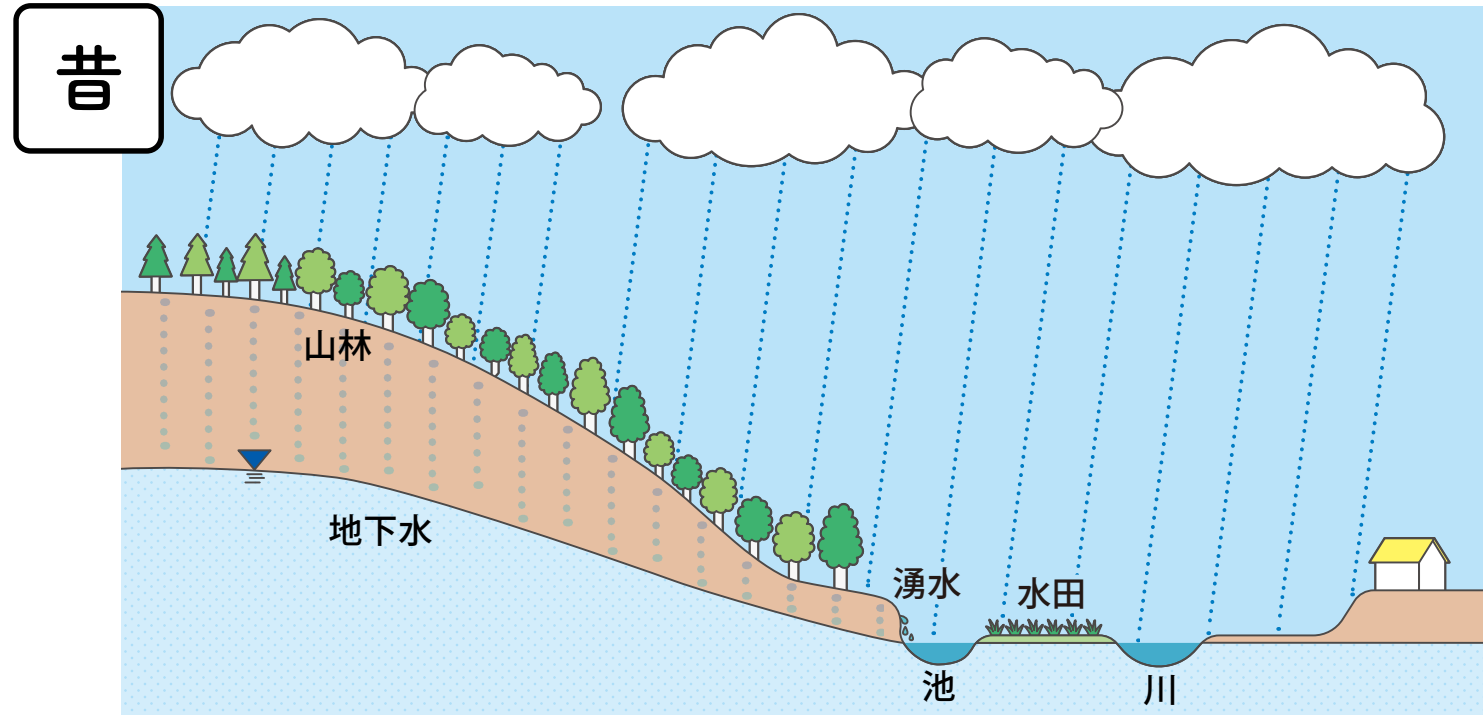


1 都市化と水循環

流域の都市化が進行すると、森林や農地が減少し、宅地や道路などの面積が多くなり、降水が地面に浸透しにくくなります。そうすると、地下水に水が供給されにくくなり、地下水位が低下し、湧水が減少したり枯れてしまうことが起こります。都市部の川では流量の減少が目立つようになります。一方、強い雨が降ると、地下に浸透しない水が地表面に一気に流れるようになり、水害を引き起こしやすくなります。また、川がコンクリートなどで固められると、生物の生息・生育に影響がでます。

流域の人口が増え、さまざまな社会経済の活動が行われると、水の利用も増えるとともに汚水も増えて水質汚濁につながります。さらには、適正な量より多く使用された化学肥料や農薬、その他のさまざまな有害物質が土にしみこむと、地下水の汚染につながります。

また、流域の森林や農地には水を養う水源涵養機能^{かん}があるとともに、森林にはがけ崩れや土砂の流出を防止するなどの多面的な機能^{ためんてき}がありますが、これらが失われるとその多面的な機能^{ためんてき}も損なわれてしまいます。このような問題を解決し、水循環を健全な状態に持続していくことが課題です。



都市化による水循環の変化

この図は、自然が豊かだった場所が開発されて都市になった水循環の違いを表したものです。以前は降水のごく一部が地表面を流れますが、そのほかは蒸発散し、地下に浸透します。都市では降水の多くは、地表を流れて河川に流入するため、地下水位の低下が生じて、地下水が利用しにくくなり、湧水も枯れてしまいます。

また、都市部では雨が集中して降ると、短時間で多くの降水があふれ、川に一気に流入し浸水被害を発生させます。このような水害を都市型水害と呼んでいます。

2 水源地域の課題

近年、流域における自然と社会の急激な変化やその影響に加え、人口の減少や地域経済、社会の縮小が新たな水循環の問題を引き起こしています。河川の上流にある水源地域では、高齢化や人口の減少が進み、今まで手入れされてきた森林や、営まれてきた農地などの維持が難しくなってきたことから、^{こうはい}荒廃してきており、水資源の持続的な利用に影響がでることが危惧されています。また、生物の生息・生育への影響が生じることや、水源地域ならではの文化の継承も危ぶまれています。水源地域をいい状態に持続していくことが水循環の課題です。

さらに、高度経済成長期に急速に整備された上下水道などの施設（水インフラ）の多くは老朽化が進んでいます。そのため、大規模な自然災害が起これば、長期間にわたって水道や下水がマヒするなど、その機能が停止するリスクが増えています。今後、適切な施設の更新や維持管理をしていくことが課題です。しかし、このような更新や維持管理に必要な人材や資金が不足すれば、さらなる困難が危惧されています。



水源林の荒廃



渇水



湧水の枯渇や地下水位の低下



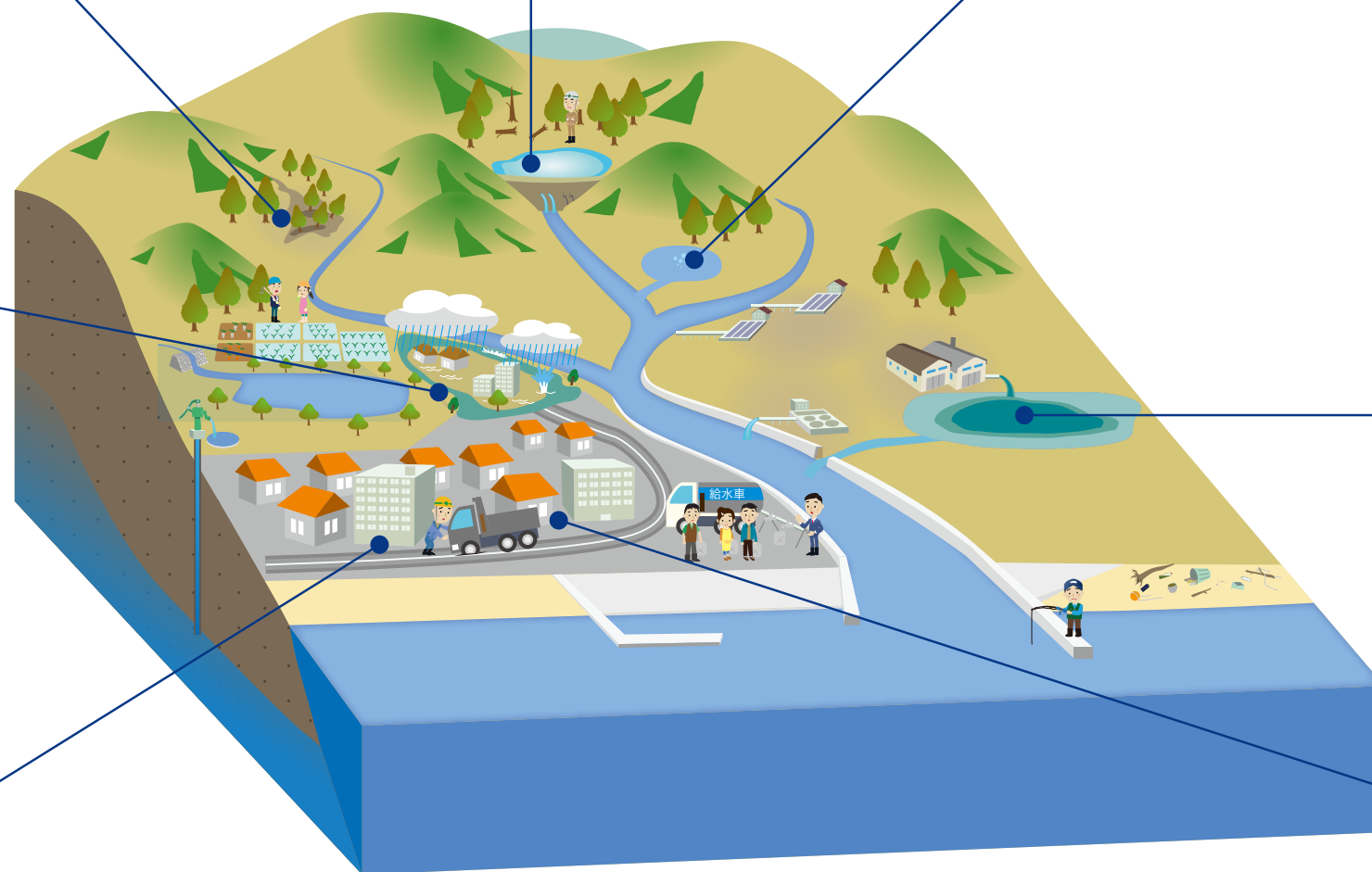
洪水



水質汚濁



水インフラの老朽化



水循環に関する課題



都市化による都市型水害

3 地球環境問題による影響

地球温暖化とそれにもなう気候変動によって洪水と渇水が起きやすくなり、^{さんせい}酸性雨による水質汚濁も心配されています。また、また、主に陸域から川、海へ流入したプラスチックごみや、マイクロプラスチックが生態系等に与える影響について、国際的な関心が高まっており、世界全体で取り組まなければならない課題となっています。このような地球環境問題に関わる問題を解決していくことも水循環の課題です。

さらに、食料の輸入による食料自給率の低下、バーチャルウォーターの問題なども、地球規模の水循環、環境問題にも関わっています。

バーチャル・ウォーター (virtual water : 仮想水)

私たちが直接利用している水以外にも、食料や身の回りの工業製品は、その生産や製造の過程で大量の水を必要とします。農産物を輸入して消費することは、間接的に生産した国の水資源を輸入し消費していることと同じです。その生産物を、仮に国内で生産した場合に必要な水は「バーチャル・ウォーター（^{かそう すい}仮想水）」と呼ばれています。例えば、海外から牛肉1Kgを輸入する場合、牛の飼料となる穀物の生産に使用する水の量もあわせて、20.6m³の水を輸入しているのと同じになるのです。（出典：環境省ウェブサイト）

第2節 水循環の課題解決のための取り組み

Keyword

健全な水循環／多面的機能／水環境と生態系の保全／持続可能な水利用／水インフラ

私たちが住む流域にはどんな水循環の課題があるでしょうか。都市化によって雨水が地下に浸透しなくなり、川の流量が減少する、湧水が枯れてしまうなどの問題はありませんか。また、生活や産業からの汚水が増え、川の水質汚濁が進むなどの問題はどうか。川にはゴミが多くないでしょうか。健全な水循環を取り戻し、持続していくためには、流域全体で取り組むことが必要です。水循環に関わる問題、課題は、流域で影響、関連していることが多いからです。私たち自身が地域の水循環を知り、問題、課題を見つけ、流域で協力し合ってその解決に取り組むことが大切です。



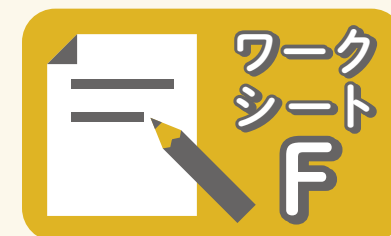
1 水循環のめざす姿

私たちと水との関わりから流域の水循環の姿とさまざまな問題、課題をみてきました。この図には、「水循環の目指す姿」があります。流域における人の活動と、環境保全に果たす水の機能が適切に保たれた状態としての「健全な水循環」の姿が示されています。

「健全な水循環」を実現するためには、水源涵養機能^{かん}などを始めとする流域の森林や農地の多面的な機能を発揮させ、水に関する災害や危機的な渇水に対応し、水環境と生態系の保全を図り、持続可能な水利用を維持していくことが重要です。そして、そのためには、流域でのさまざまな関係者との連携、水インフラの適切な維持管理、人と水とのふれあいを活発にしていくことが必要です。さらには、水循環に関わる科学技術を進めること、国際連携と協力することが求められます。

地域の水循環の課題を探る

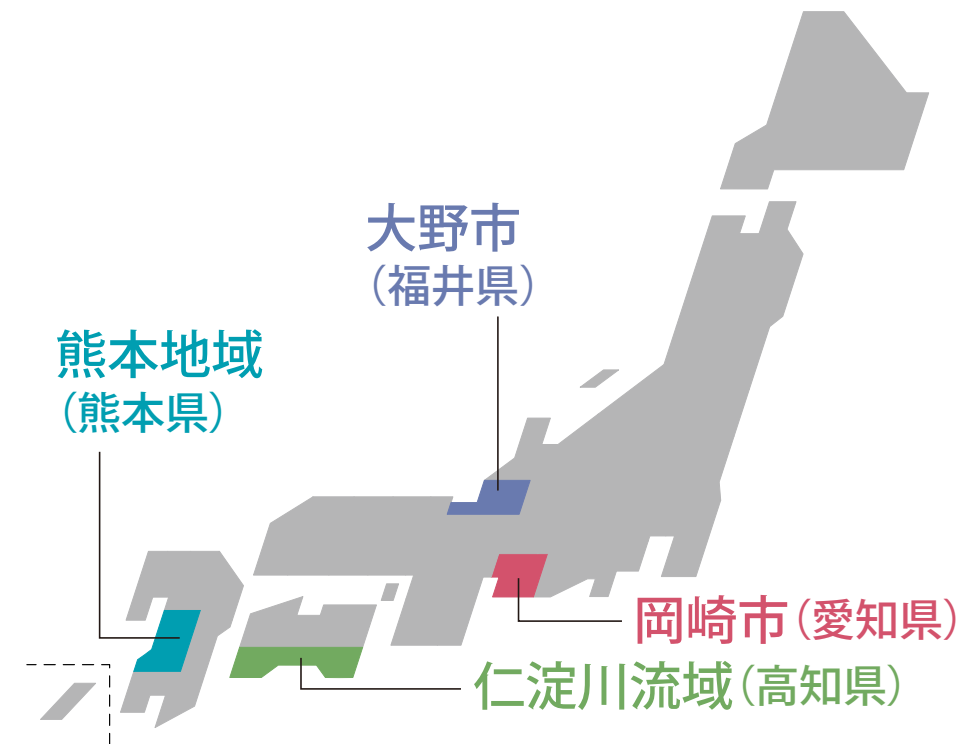
- ▶ 私たちの住む地域にはどんな水循環の問題があるのでしょうか。
- ▶ ここでは、地域の水循環の課題を探りだし、その解決方法を考えてみよう。





2 流域全体で取り組む「健全な水循環」

それぞれの流域にとっての「健全な水循環」とはどんな姿でしょうか。流域によって水との関わりは異なります。流域の水循環の問題を認識し、目指す姿を共有し、課題を解決する取り組みが各地で行われています。



大野市(福井県) 郷土の湧水文化を再生する

大野市は湧水・地下水に恵まれ、日常生活や産業に使うことで地域に根ざした湧水に関わる文化を育んできました。しかし、市街化の進展などにもともない、1970年代に地下水位の低下や湧水が枯渇するようになりました。この経験をきっかけに、大野市では、市民と行政が一体となった地下水の保全活動が始まり、「水への恩返し」としてさまざま取り組みに広がっています。また、活動を広く発信し、市民の意識が高まっています。

- ・ 毎日の地下水位を掲示（見えない水位を見える化）
- ・ 市民による地下水位観測や小・中学生も参加する湧水地の清掃活動
- ・ 郷土の水の文化を学ぶ「水のがっこう」や水循環に関する市民講座の開催
- ・ 地下水をかん養する森を守る「みんなで森づくり事業」、「どんぐりの里親事業」
- ・ 冬季の地下水位低下を緩和し生態系を保全するための「水田湛水事業」（冬水田んぼ）
- ・ 大野市による取り組みの仕組み「地下水保全条例」、「地下水保全基金」の設立 など



20年以上続けられている
中野清水の清掃活動



水の大切さを学ぶ総合学習

熊本地域(熊本県) 世界に誇るくまもとの地下水保全

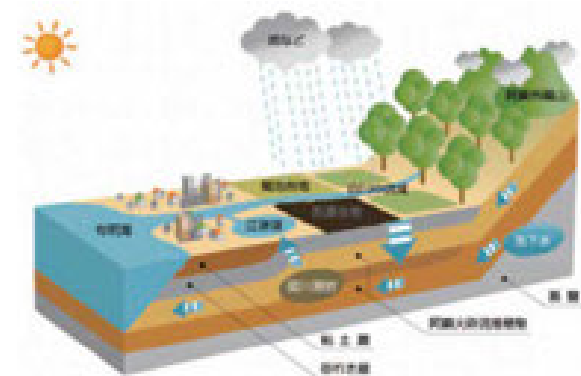
熊本地域の11市町村は、豊かな地下水(ちかすい)盆(ぼん)(地下水の流域)があり、生活用水のほぼ100%が地下水を水源とし、産業にも利用してきました。熊本地域を流れる白川流域では降水が浸透しやすい水田が広がり、地域の重要な地下水の涵養域^{かん}となっています。この豊かな地下水を地域共有の資源として持続的に利用していくため、住民、企業、行政が一緒になって地下水保全、管理に取り組んでいます。

- ・休耕田を水田として利用し、農業体験を通じて農地の保全と地下水の保全の関係を学ぶ「水田オーナー制度」
- ・熊本地域の県や市町村、企業、大学等の研究機関、住民が連携して地下水の保全に取り組む「くまもと地下水財団」
- ・県内各地の高校生が自主的に地域の水環境を守る活動を宣言し、実行する「水の宣言校」など

岡崎市(愛知県) 将来に向けた水づくりと森づくり

愛知県の中央部に位置する岡崎市は、乙川の流域が全て市内に含まれます。下流域の市街化が進む一方で、林業が盛んな上流域では、高齢化によって林業の従事者が減り、森林の管理が行き届かなくなってきました。そのため、森林の水源涵養機能^{かん}を十分に維持することが難しくなりました。このような状況から、河川、上下水道、自然、災害、水文化などの水との関わりの全てを関連づけ、流域が一体となった取り組みを進めています。

- ・豊かな水源の森を守るための市民の自然体験、活動・交流拠点「水とみどりの森の駅」を設置、森林・林業体験や水源地域のホタルの里の保全活動「岡崎ホタル学校」
- ・水源涵養機能の維持、向上を図るための間伐や積極的な木材利用の推進、地域通貨「森の健康券」を利用した間伐材の買い取りによる地域経済の循環と活性化
- ・流域が一体となって健全な水循環に取り組むための仕組み「水循環総合計画」、「岡崎市水を守り育む条例」など



熊本地域の地下水の流れ



(くまもと地下水財団が実施する)
水田オーナー制度での田植えの様子



「水とみどりの森の駅」～くらがり溪谷～



林業体験で森の管理の大切さを学ぶ

仁淀川流域(高知県) 住民・企業・行政で清流を再生

仁淀川は、「仁淀川ブルー」という美しい清流として知られ、製紙業などの地域の産業を育み、キャンプ場やアユ漁など地域住民にも親しまれています。この仁淀川流域では、下流域の人口増加、産業の発達により、その水質を保全する重要性が高まりました。流域では、多くの住民や活動団体により清流保全の活動が行われてきましたが、その活動を流域全体に広げています。住民、活動団体、企業、行政が連携し、流域のエリアごとの課題を共有し、その解決に向けた取り組みを進めています。

- ・子どもたちを川に呼び戻すための川の指導者養成（「川の安全教室in仁淀川」）や、水辺安全講座による体験学習
- ・仁淀川流域の伝統文化、技能・技術の継承、内外の多様な交流、自然環境の保全・再生などに流域市町村一体で取り組むによる組織「仁淀川流域交流会議」
- ・仁淀川の自然への理解を深め環境保全の大切さを体感するバスツアーの開催
- ・山、川、海を連動させたパートナーシップによる自然再生や保護活動（「仁淀川流域山林保全育成の会」による植樹、仁淀川一斉清掃など）など



仁淀川親子ふれあいバスツアー



子ども水辺安全講座

第3節 水循環の課題解決の方法を考える

Keyword

流域／健全な水循環／課題／解決

私たちが住む流域の川や湖沼、湧水などをよく観察してみよう。インターネットや図書館などで気になったことを調べてみてください。きれいで豊かな水の循環を維持していくためにはどんな取り組みが必要でしょうか。もしみなさんの地域で川や湧水の保全する活動などが行われていたら、ぜひ参加してみてください。このような取り組みが流域全体、さらには日本全国、世界へと広がれば、地球の水循環も維持されることでしょう。



【再掲】

1 私たちが住む流域の課題の解決を考えよう

水循環の課題解決の方法を考えるために、まず、私たちが住んでいる流域の身近な環境をよく見ることが大切です。そこから私たちと流域と水の関わりを見つけてみよう。その際に、これまでみてきた流域と水循環について以下のようなことを手がかりに考えてみよう。

- ・コンクリートなどで覆われた面積を少なくする方法はないでしょうか。
- ・コンクリートなどに水が浸透するようにするにはどのようにすればよいでしょうか。
- ・家に降った雨を浸透するようにするにはどのようにすればよいでしょうか。
- ・木を植えて森林を増やしてみませんか。
- ・川に流れ込む汚水を少なくしたり、汚水を浄化するにはどのようにすればよいでしょうか。
- ・土の汚染を減らすには何ができるでしょうか。
- ・川のごみを減らすにはどのようにすればよいでしょうか。

2 できることから始めよう

健全な水循環の保全や回復に向けて、私たちのできることは何でしょうか。私たちの住んでいる地域、流域には流域の水循環に関する計画や、取り組みがすでにあるかもしれません。私たち自身の関心のあるテーマから水循環の課題を見つけ、私たち自身が関わって行動してみるのもいいでしょう。

また、自ら行動することに加えて、仲間を増やしていくことも重要です。感じた問題や課題を人に伝え、意見交換をしていきましょう。そして、みんなで解決のための取り組みをしていきましょう。

5章で示したSDGsの目標とのつながりも考えてみよう。私たちが住む地域や流域、日本の国土と世界、そして地球環境問題と視野を広げ、それらが直面する課題解決のために何ができるか、小さくても私たちができる行動を見つけてみよう。



健全な水循環のイメージ

3 水辺でできること

●水辺を探索する

徒歩や自転車での走行は、地形や環境の変化を体感することができます。身近な川や用水などの流れに沿って上ったり、下ったりしてみよう。湧水が見られる場所や水源、水の流れの先がどうなっているかなど、水辺の環境の変化を観察しながら探索してみましょう。気に入った場所、気になったこと、様子などを写真やスケッチ、メモなどで記録しておくといいでしょう。



堤防上を歩きながらの調査

●水辺から街を眺めてみる

カヌーやボートに乗ると、ふだんとは違ったまちの姿、水辺の姿が見えてきます。水に近づくことで、水のおいや、場所による水の流れの違い、変化も体感できます。



中学校近くの水辺でボート体験
※写真：NPO法人エコロジー夢企画

●釣りを魚とりをする

釣りや魚とりなどは、川や湖などの自然環境を体感できる活動です。どんな場所に、どんな生きものがいるか、よく釣れるポイントを探るなど、生きものの棲み分けや生態などを考えてみたりするとさらに興味が広がります。えさを現地で探したり、とれた魚をその場で焼いて味わってみることができれば、さらに、水辺を体感できます。釣りや魚とりなどの自然の中での活動は、ライフジャケットを着て、安全のルールを守りながら行うことが大切です。



干潟で餌のゴカイを採り魚を釣る



とった魚を焼いて食べる

●地域の活動に参加してみる

水辺の祭などの地域の行事、クリーンアップや観察会、市民調査や防災訓練など、地域ではさまざまな活動が行われています。そうした活動に参加し、体験することが水辺での新たな発見につながることもあります。活動の目的を考えてみたり、体験を通じていろいろな人と知り合い、話をきくことから、身近な環境や地域の暮らし、自分との関わりが見えてくるかもしれません。



地域の伝統的な川漁の再現・体験会



カヌーによる水辺のごみ収集
※草加パドラーズ

●地域の水資源を調べる

水辺や水循環に関心をもつ入口はさまざまです。生き物や気象、天候、地形といった身近な環境や自然の変化、水辺や地域の名前の^{いわ}謂れ、祭などの伝承、食文化や地場産業など、興味やこだわりをもって観察したり調べてみよう。そして、水のつながりや関係性を発見することで、水循環の探求が広がり、深まります。また、昔はどうだったかを調べたり、他の場所と比較する、年ごと、季節ごと、普段と大雨の時などにも観察を続けることで時間や状況による環境の変化や違いが分かり、身近な水循環の理解を深めることができます。

●水辺の仲間と活動する

部活動などで仲間と一緒に水辺の活動を行い、互いの気づきや興味、関心を共有してみましよう。仲間と助け合い、話し合うことで気づくことや、記録、成果を発信、発表すること、伝えることを通じて、水辺だけでなく自分自身への理解も深まり、関心や活動の幅が広がります。さらに、これらの活動で仲間ができることもあるでしょう。



川のイベントで採取した魚をミニ水族館で展示、解説



市民の環境活動発表会で発表

令和2年度 中学校を対象とした「水循環」の教材制作に関する有識者検討会（敬称略）：

吉富 友恭	東京学芸大学環境教育研究センター教授
橋本 淳司	水ジャーナリスト、アクアスフィア・水教育研究所代表
原田 守啓	岐阜大学流域圏科学研究センター准教授
笹川みちる	特定非営利活動法人 雨水市民の会理事
中村晋一郎	名古屋大学工学研究科土木工学専攻准教授

図表・イラスト・写真の出典：

頁	項	図表/イラスト/写真	出典
5	「地球の水」	図	「令和2年版水循環白書」（内閣官房）
12	「水環境と生態系のバランス」	イラスト	国土交通省関東地方整備局ホームページ
17	「干潟の物 循環」	イラスト	干潟生態系における環境影響評価技術 環境省
23	「地下水の循環」	イラスト	地下水マネジメントの手順書（内閣官房）
28	「生活で利用している水の水源」	円グラフ	日本水道協会資料より作成
29	「生活用水がくるまで」	写真4枚	左上から時計回り：国土交通省四国地方整備局、国土交通省関東地方整備局、国土交通省北海道開発局、国土交通省四国地方整備局
30	「生活用水の利用状況」	円グラフ	「環境報告書2020」（東京都水道局）
31		棒・折線グラフ	「令和元年版日本の水資源の現況」（国土交通省）
32	「下水道の役割」	イラスト	国土交通省関東地方整備局ホームページ
34	「日本の水資源と水利用」	帯グラフ	「令和元年版日本の水資源の現況」（国土交通省）
35	「農業用水」	イラスト	農林水産省の資料
36	「工業用水」	円グラフ	国土交通省の資料
37	「水力発電」	イラスト2枚	経済産業省の資料

39	「流域の変化と水循環」	イラスト	「令和2年版水循環白書」（内閣官房）			
40	「水資源の有効利用と維持・管理」	写真	国土交通省ホームページ			
41	「地域社会と利水、治水」	イラスト4枚	国土交通省ホームページ			
42		写真3枚	左上から時計回り：国土交通省東北整備局ホームページ、農林水産省ホームページ、国土交通省関東地方整備局ホームページ			
44	「日本の国土と水利用の歴史」	折線グラフ	「日本の水資源」（国土交通省）			
46	「水との関わりが育む文化、風景」	写真8枚	1	2	3	・1.2.3.4.6.7.中央開発株式会社
47			7	8	4	
			6	5		・5.8. 国土交通省関東地方整備局
49	「水田稲作文化」	写真	農林水産省ホームページ 他			
54	「洪水と水害」	写真3枚	左から国土交通省ホームページ、国土交通省ホームページ、国土交通省中部地方整備局ホームページ			
55	「外水氾濫と内水氾濫」	写真2枚	国土交通省ホームページ			
56	「気候変動と水水害」	棒グラフ	「令和2年版水循環白書」（内閣官房）			
57	「土砂災害」	イラスト3枚	左から国土交通省ホームページ、国土交通省九州地方整備局ホームページ、国土交通省ホームページ			
63	「治水対策」	イラスト	国土交通省ホームページ			
65	「防災・減災の取り組み」	地図	府中市ホームページ			
66		イラスト	鬼怒川・小貝川上流域大規模氾濫に関する減災対策協議会ホームページ			
67		ホームページ画面	国土交通省ホームページ			
69	「ハード対策とソフト対策の一体的な取り組み」	写真2枚	国土交通省関東地方整備局			
72	「流域治水の対策」	イラスト	国土交通省ホームページ			

84	「水需要の増大と深刻化する水不足」	円グラフ	「平成15年版日本の水資源」（国土交通省）
88	「日本と世界の水資源量」	棒グラフ	「令和2年版水循環白書」（内閣官房）
89	「日本の川と流域の特性」	図表	「令和2年版水循環白書」（内閣官房）
90		図表	「令和2年版水循環白書」（内閣官房）
94	「地球環境問題」	図	環境省ホームページ
95	「持続可能な開発目標(SDGs)」	イラスト	国際連合広報センターホームページ
98	「水循環とSDGs」	イラスト	Stockholm Resilience Centreホームページ
106	「みんなでつくる水源の森」	写真	「環境報告書2020」（東京都水道局）
110	「水源地域の課題」	イラスト・写真	流域マネジメント事例集（内閣官房）
114	「水循環のめざす姿」	イラスト	内閣官房水循環政策本部事務局ホームページ
115-117	「流域全体で取り組む「健全な水循環」」	写真	流域マネジメント事例集（内閣官房）
120	「できることからはじめよう」	写真	流域マネジメント事例集（内閣官房）