

第4章


自然のなかの 生物

(生態系・炭素の循環)



ルール
32

すべての生物は、
食べる・食べられる
関係で結ばれている

解説  まずは解説をしっかりと読もう！

ガソリンなどのエネルギー源がないと自動車が走れないように、動物も日々の活動をするためには、エネルギー源として何らかの食物をとらないといけません。

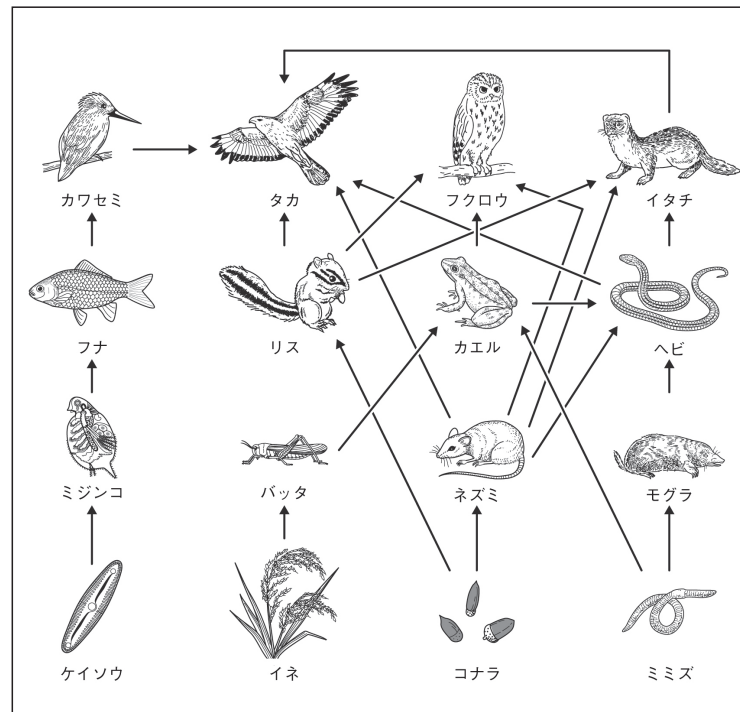
バッタやハチ、ウサギやネズミなど、植物の葉や果実・種子、花の蜜などを食べるものを草食動物（植食動物ともいう）といいます。また、昆虫や小形の草食動物などを食べるヘビやイタチ、モズなどを肉食動物といいます。これらの小形の肉食動物は、さらにフクロウやタカなどの大形の肉食動物に食べられます。

つまり、植物は草食動物に食べられ、草食動物は小形の肉食動物に食べられ、さらに小形の肉食動物は大形の肉食動物に食べられるというように、生物は食べる・食べられる関係で、一本の鎖のようにつながっています。このつながりを食物連鎖といいます。食物連鎖は陸上の生物だけではなく、【落葉→ミミズ→モグラ】、【植物プランクトン→動物プランクトン→魚類】というように、土中や水中など、生物が生きているあらゆるところでみられます。

しかし、食物連鎖といっても、実際には1本の矢印だけにつながっているわけではありません。1種類の生物が、2種類以上の生物を食べたり、2種類以上の生物に食べられたりして、複数の矢印でつながっています。あるいは、大形の草食動物は小形の肉食動物に食

べられるよりも、大形の肉食動物に食べられることが多いです。また、タマは木の葉や果実を中心に、ハチやアリなどの昆虫、シカの死体など、植物や動物などいろいろなものを食べる雑食動物です。一方、タカはヘビを食べますが、ヘビは親鳥の留守をねらってタカの卵を食べることがあります。ですから、食物連鎖といっても1本の矢印で表されるような単純なものではなく、複雑な網の目のようにつながっています。この関係を食物網といいます。

図 32-1 食物網





問題



実践!!

図は、ある湖での食物連鎖の例を示しています。図のA・Bにあてはまる動物を、下のア～エから選びなさい。

植物プランクトン → (A) → コイやフナ → (B) → アオサギ

ア. シジミ イ. カゲロウ(幼虫) ウ. アユ エ. ナマズ

答え



確認!!

A. イ B. エ

【解説】上記の問題Aには草食動物、Bには肉食動物があてはまります。

アユやカゲロウの幼虫は、主に植物プランクトンなどを食べる草食動物ですが、コイやフナなどがよく食べるのはアユではなくカゲロウの幼虫などです。シジミも水中の小さな植物プランクトンや有機物などを食べていますが、コイやフナなどに食べられるよりは鳥類に食べられることが多いです。そうすると、コイやフナなどに食べられる草食動物Aは、カゲロウ(幼虫)がふさわしいです。

ナマズは口に入るものなら何でも食べる肉食動物です。あるテレビ番組で、川のほとりにいるドバトをヨーロッパオオナマズが食べるシーンを紹介していたことがあります。水中の魚類や両生類、節足動物などを食べるアオサギは大形の鳥で、ナマズのような大きな魚も食べます。

ルール

33

食物連鎖の順に生物の数量を重ねると、ピラミッド型になる

解説



まずは解説をしっかりと読もう!

動物どうしの食べる・食べられる関係は複雑ですが、どんな動物からでも、矢印を逆にたどれば必ず光合成を行う植物に行きつきます。太陽の光エネルギーを利用し、無機物の水と二酸化炭素から有機物をつくることのできるのは植物だけなのです*。動物は、植物や他の動物のからだをつくっている有機物を食べて消化・吸収し、エネルギーを得るために分解したり、自分の体となる有機物を再合成したりしますが、栄養分となる有機物を無機物からつくることはできません。つまり、すべての動物は、直接あるいは間接に栄養分を植物に頼っており、植物がすべての動物の栄養分を支えているといえます。ですから、これらの生物の本数や個体数、重量などを調べると、一般的に植物が一番多く、次いで草食動物、肉食動物の順に少なくなります。

* 水を原料とする光合成を行う生物には植物のほかに、ソウ類やシアノバクテリア(ラン藻)がいます。また、有機物をつくることのできる生物にはこれらのほかに、水の代わりに硫化水素などを使う光合成細菌や光エネルギーを利用しない化学合成細菌などがいます。

そこで、植物を底辺にして順にそれぞれの生物の数量を重ねていくと、次の図のようにピラミッド型になります。これを、生態ピラミッドといいます。そして、植物のように無機物から自分で栄養分をつくることのできる生物を生産者、動物のようにほかの生物から

栄養分を得ている生物を**消費者**といいます。消費者のうち、植物を食べる草食動物を**一次消費者**、草食動物を食べる小形の肉食動物を**二次消費者**、小形の肉食動物を食べる大形の肉食動物を**三次消費者**などと分けることもあります。また、動物の死体を食べるシデムシや落ち葉を食べるミミズ、動物のフンを食べるセンチコガネなどの動物や菌類、細菌類など、主に生物の枯死体や死がい、排出物などの有機物から栄養分を得ている消費者を、特に**分解者**といいます。

図 33-1 陸上のピラミッド

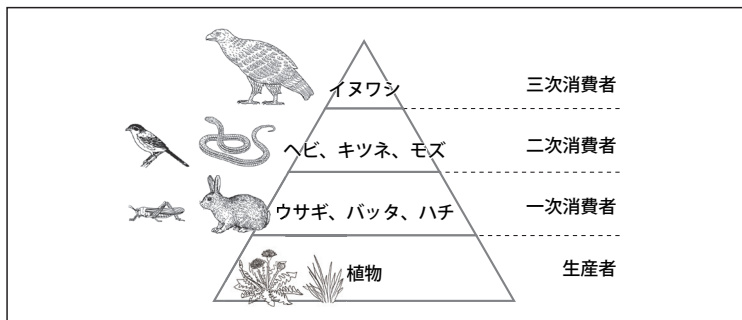
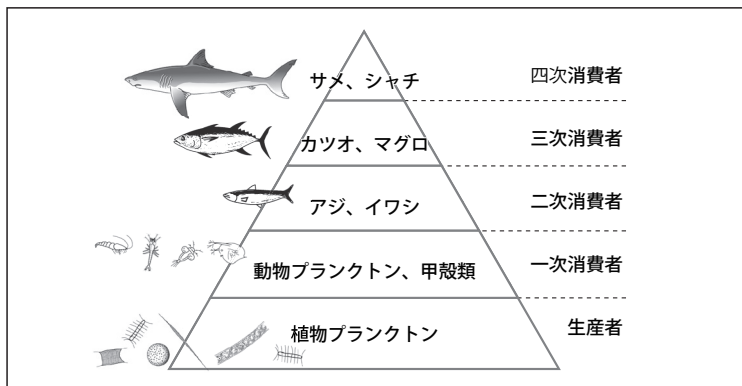


図 33-2 海中のピラミッド



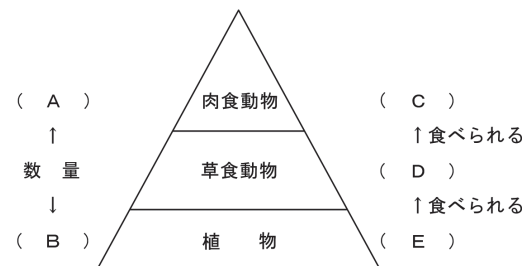
問題



実践!!

図は、一般的な陸上の生物の数量的な関係を示したものです。

- (1) このような図を何というか答えなさい。
- (2) 図のA～Eにはどのような語句が入るか答えなさい。



答え



確認!!

- (1) 生態ピラミッド
- (2) A. 少ない B. 多い C. 二次消費者 D. 一次消費者
E. 生産者

ルール

34

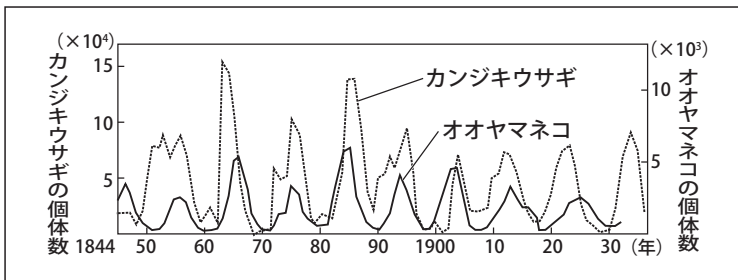
生物は
互いにもちつ・もたれつで
共存している

解説

まずは
解説をじっくり読もう!

次の図は、カナダの針葉樹林帯で捕獲されたオオヤマネコ（以下、ヤマネコ）とカンジキウサギ（以下、ウサギ）の毛皮の枚数から推定された、個体数の変化を示したグラフです。正確な生息数の調査ではありませんが、大まかな傾向はわかります。

図 34 - 1 オオヤマネコとカンジキウサギの個体数の変化

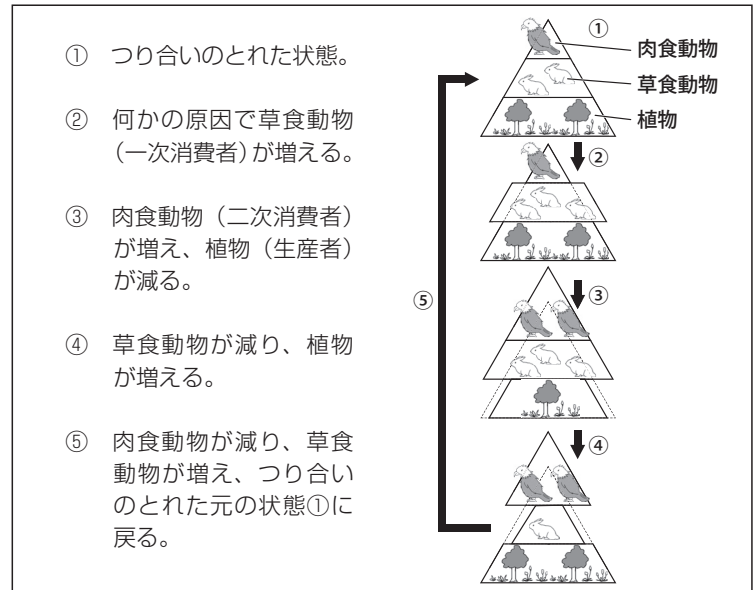


このグラフを見ると、ヤマネコに食べられる動物（被食者）のウサギが増えると、しばらくして食べる動物（捕食者）のヤマネコが増え、ウサギをたくさん食べたヤマネコが増えると被食者のウサギが減り、ウサギが食べられて減ると、食物が得られにくくなったヤマネコが減り、捕食者のヤマネコが減ると被食者のウサギが増える、被食者のウサギが増えると捕食者のヤマネコが増える……というように、一定の範囲内で増減をくり返しなが、2種類の生物が絶滅

しないで共存している様子が見られます。

このような例は、ウサギとヤマネコに限った話ではありません。自然界では一般に、生産者と一次消費者、二次消費者などの数量が、それぞれ増加したり減少したりしながら、一定の範囲でつり合いが保たれた、もちつ・もたれつの関係で共存しています。

図 34 - 2 生態ピラミッドのつり合いの変化



① つり合いのとれた状態。

② 何かの原因で草食動物（一次消費者）が増える。

③ 肉食動物（二次消費者）が増え、植物（生産者）が減る。

④ 草食動物が減り、植物が増える。

⑤ 肉食動物が減り、草食動物が増え、つり合いのとれた元の状態①に戻る。

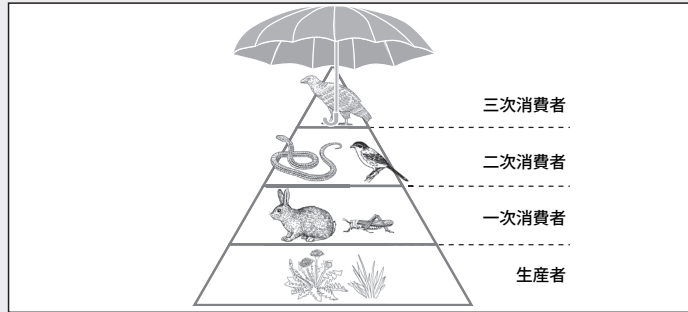


得話 アンブレラ種

アンブレラ種というのは、生態ピラミッドの頂点の消費者のことをいいます。ピラミッドの下にいるほかの動物や植物などを、傘を広げるように保護していることから名づけられています。



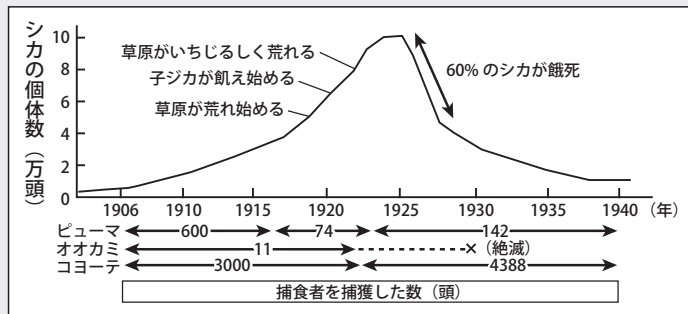
図 34-3 アンブレラ種



アメリカのカイバブ高原では、家畜やシカを食べるオオカミやピューマ、コヨーテが人間によって殺されました。その結果、1900年ごろに約4000頭いたシカは、捕食者が少なくなってからどんどん増え、草を食べつくし、1925年ごろにはおよそ10万頭にまで増えました。しかし、シカによって踏み固められた土地には草が生えなくなったり、病気がはやりたりして、またたく間に1万頭にまで減ってしまいました。

肉食動物のオオカミやピューマなどがアンブレラ種として、シカが増えすぎないように調節する役目をもっていたのです。

図 34-4 カイバブ高原のシカ個体数の変化



ルール 35 すべての生物は、最後は分解されて無機物になる

解説 まずは解説をしっかりと読もう!

食物連鎖のスタートは生産者である植物、そして、植物や他の動物を食べる消費者の動物がいました。さらに、消費者のうち、主に落ち葉や生物の死がい、排出物などの有機物から栄養分を得ている動物や微生物などを分解者といいました。例えば、ミミズやダンゴムシなどは植物の一部である落ち葉などを食べる草食動物なので消費者ですが、落ち葉から栄養分を得ているので分解者でもあります。それでは、分解者の役割は何でしょうか。

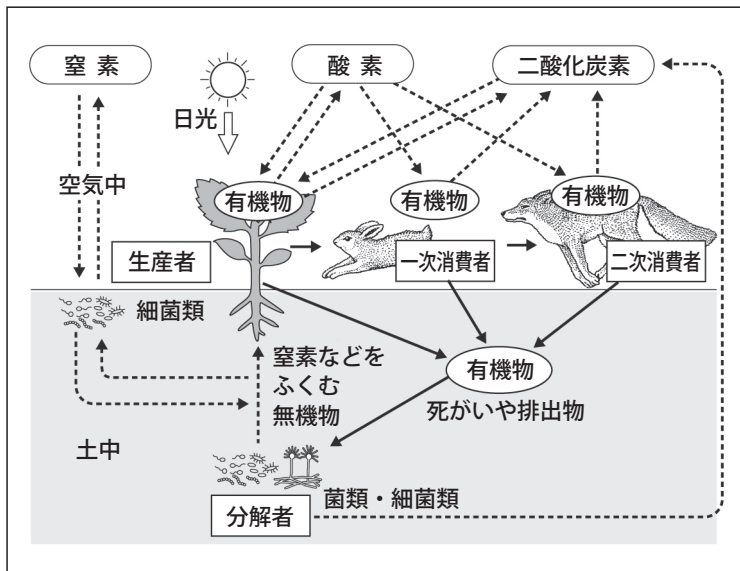
植物は光合成によって、水と二酸化炭素から炭水化物をつくりますが、それ以外のタンパク質や遺伝に関係するDNA(核酸)などの有機物をつくるには、窒素(N)やリン(P)、硫黄(S)などがふくまれている無機物が必要です。これらの無機物は、落ち葉や生物の死がい、排出物などの有機物が分解されてできたものを利用して、これに関わっているのが、分解者のうちの主に菌類(カビやキノコのなかま)や細菌類(バクテリア)です。

菌類や細菌類は動物と同じように、呼吸によって有機物を水と二酸化炭素に分解してエネルギーを得るだけではなく、いろいろなはたらきで有機物を窒素やリン、硫黄などをふくむ無機物に分解します。植物は、これらの無機物を養分として主に根から吸収し、植物

のからだに必要な有機物をつくる材料として利用しています。

このように無機物を材料にして、生産者が有機物をつくることから始まった食物連鎖の流れは、何段階かの消費者を通り、最後は分解者によってすべて無機物に分解されます。そして、これらの無機物が再び生産者に吸収され、食物連鎖の流れに組み込まれていきます。このように、分解者は自然界の物質の循環に大きな役割を果たしています。

図 35-1 生産者、消費者、分解者



得話 腐敗と発酵はちがうはたらきなの？

菌類や細菌類がタンパク質などを分解すると、窒素や硫黄をふくむ無機物（アンモニアや硫化水素など）ができますが、これらは人間に対して害のある悪臭を放ったり毒素をつくったりすることが多いので、腐敗といいます。

一方、炭水化物などが分解されてエタノールや乳酸などができる場合は、人間にとって役に立つことが多いので、発酵といいます。菌類や細菌類の発酵によってつくられた食品には、お酒（アルコール発酵）やヨーグルト（乳酸発酵）のほかにも、納豆や醤油、味噌、漬物、鰹節、紅茶、キムチなどいろいろなものがあります。パンも酵母（イースト）による発酵を利用した食品です。

このように、腐敗と発酵は人間から見て有害か有益かという点から区別しただけで、菌類や細菌類からみれば大きなちがいはたらいきません。



得話 ダイズが「畑の肉」と呼ばれるワケ

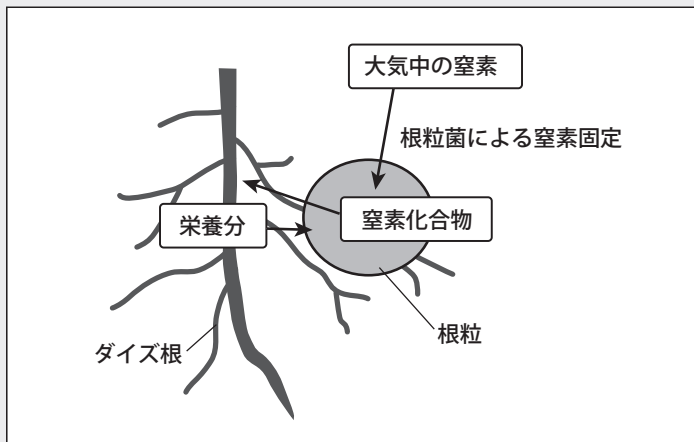
大気中には約8割もの窒素（ N_2 ）がありますが、残念ながら植物や動物はこの窒素を直接利用してタンパク質などの有機物をつくることはできません。植物が利用できるのは、菌類や細菌類がタンパク質などを分解してつくった無機物の窒素化合物です。しかし、これでは生物が枯れたり死んだりして分解されないと、植物が必要とする窒素化合物が足りなくなります。生物と外界の間をぐるぐる回っている炭素とちがひ、窒素は主に生物の間だけを回っているからで



す。

ところで、ダイズやレンゲなどのマメ科植物の根を掘り上げて見ると、小さな粒（根粒）がたくさんついていて、この根粒をつぶして顕微鏡で観察すると、根粒菌という細菌が見られます。この根粒菌は、大気中の窒素から無機物の窒素化合物（アンモニウムイオン）をつくることのできる優れたものです（窒素固定といいます）。マメ科植物は、光合成によってつくった栄養分を根粒菌に渡す代わりに、根粒菌からこの窒素化合物をもらうという関係（共生といいます）にあります。そして、もらった窒素化合物を材料に、たくさんのタンパク質をつくることができます。だからダイズは畑の肉といわれているのですね。

図 35-2 ダイズと根粒菌の共生関係



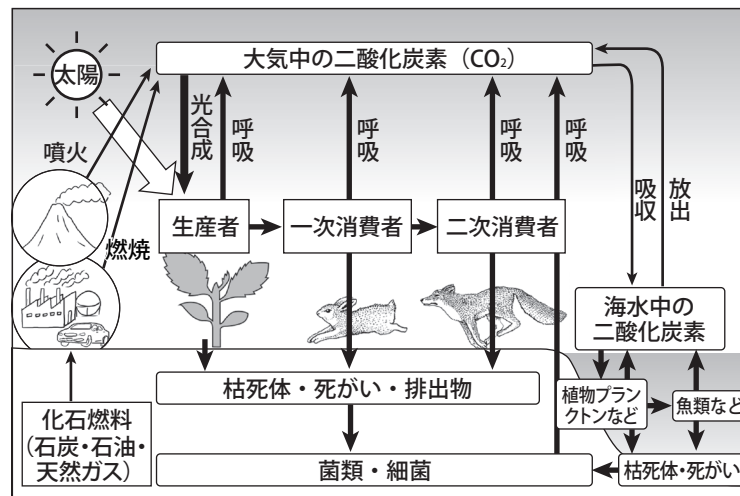
ルール
36

炭素は生物と外界の間をぐるぐる回るが、エネルギーは一方通行

解説 まずは解説をしっかりと読もう！

生物の体の大部分は有機物でできていますが、その中心となる元素は炭素 (C) で、有機物の総重量のおよそ半分を占めています。この有機物は生産者によってつくられ、食物連鎖によって生産者から消費者、分解者を通る間に、大部分は無機物の二酸化炭素 (CO₂) に分解されます。

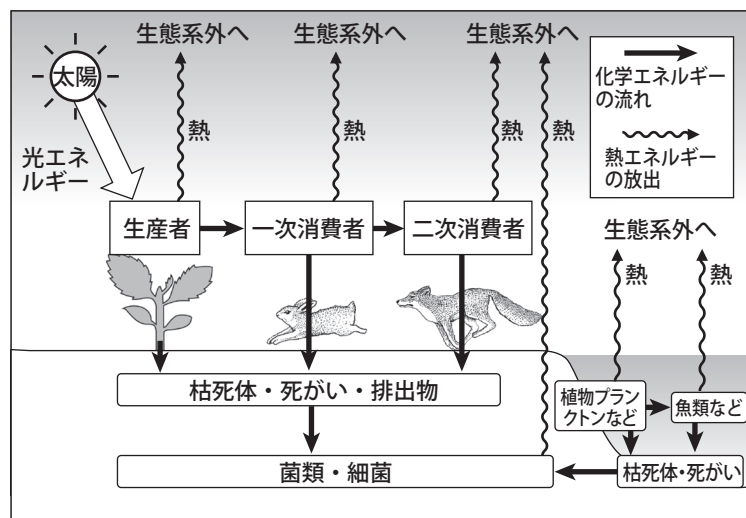
図 36-1 炭素の循環



そして、大気中や水中に放出された二酸化炭素は光合成の材料として再び生産者に吸収され、有機物に変えられます。このように、炭素は生物と外界との間をぐるぐる回っています。

一方、生産者は光合成によって、太陽の光エネルギーを有機物の化学エネルギーに置き換えます。有機物に蓄えられた化学エネルギーは呼吸によって、いろいろな生命活動のエネルギーとして使われますが、その一部は熱エネルギーとして放出されます。そのため、食物連鎖の段階が進むごとに有機物の化学エネルギーは徐々に少なくなり、最後は熱エネルギーとなって外に出ていきます。つまり、エネルギーは炭素とちがって循環することなく、太陽から生態系の外に向かう一方通行の流れになっています。

図 36-2 エネルギーの流れ



得話 二酸化炭素量は 50 年間で 0.01% 増えただけ？

炭素は大気中や水中の二酸化炭素と生物のからだをつくっている有機物にふくまれています。これら以外に、大気中のメタンや地中の石油・石炭・天然ガスなどの化石燃料、石灰岩・大理石などに大量に蓄積されています。

メタンは家畜の消化器官内や水中の細菌類によってつくられます。また、化石燃料は過去の生物の死がい、石灰岩・大理石はサンゴの骨格や貝殻などがもとになっています。これらのうち、炭素量として特に多いのは化石燃料です（ただし、地中にある化石燃料や石灰岩の埋蔵量は正確には測定できていません）。

炭素源としての化石燃料は、産業革命以前はほとんど循環することなく貯蔵されたままになっていました。しかし、現在では化石燃料の燃焼による二酸化炭素の大量放出が、大きな問題となっています。

本来は、生産者が光合成によって吸収する二酸化炭素量と生物が放出する二酸化炭素量はほぼ同量でつり合っているはずですが、過去に蓄積された化石燃料の燃焼によって、大気中の二酸化炭素が次第に増えています。最近 50 年間で二酸化炭素濃度はおよそ 0.03% から 0.04% に増えました。増えた量だけ見ると、たった 0.01% だけですが、倍率でいえば約 1.3 倍と大きく増えました。このため、温室効果ガスといわれる二酸化炭素の増加による地球の温暖化が心配されています。