

生態系でのエネルギーと物質の流れ

講師

関口 伸一

今回学ぶこと

生態系の中では、たくさんの多様な生物が存在し、光合成や食物連鎖、生殖などドラマチックな営みが様々に繰り返されています。こうした生物の体を構成するものや、その営みを動かしているエネルギーは、どこから来ているのでしょうか。今回は樹木を例に、エネルギーの流れや物質の循環について学習します。

調べておこう、覚えておこう

光合成、呼吸、光エネルギー、化学エネルギー、
熱エネルギー、分解者、窒素固定、脱窒

生態系を流れるエネルギー

生態系に入るエネルギーは、基本的にはすべて太陽からの**光エネルギー**に由来する。この光エネルギーは、植物などの生産者による**光合成**で**化学エネルギー**に変換され、有機物の中に蓄えられる。その有機物は食物連鎖を通じて消費者に移っていく。そして生産者や消費者は、**呼吸**をすることで有機物から化学エネルギーを取り出し、ATPに蓄える。このATPを使って体を動かしたり、代謝をしたり、様々な生命活動をおこなっている。ATPに蓄えられた化学エネルギーが消費される際に、**熱エネルギー**が生じ体の外へ放出される。この熱エネルギーは、生態系外、最終的には宇宙空間に放出される。

樹木などは、化学エネルギーの一部をセルロースなどに蓄えている。セルロースは物理的に強いことに加え、動物の消化酵素では分解できないため化学的にも強い構造をしている。このセルロースから化学エネルギーを取り出せるのが、**分解者**である菌類や細菌類である。

炭素の循環

炭素は生態系内を循環する。炭素はまた、生物の体を構成する有機物の骨格となる元素である。

大気中には主に二酸化炭素として存在しているが、植物が光合成によりこれを取り込み、光エネルギーを変換した化学エネルギーで炭素同士を結合することで、有機物を作り出す。この有機物は食物連鎖を通じて、生産者から一次消費者へ、さらに高次の消費者へと伝わっていく。そして生産者と消費者が呼吸をすることで二酸化炭素が生じ、再び大気中に戻る。

海では、大気中の二酸化炭素は海水に溶け込み、植物プランクトンや海藻類などの生産者による光合成で使われる。魚や貝類などに捕食されることで、陸上と同様に消費者へと移っていき、呼吸によって海水中に放出される。さらに大気中に放出されることで循環する。また海水中の二酸化炭素は、サンゴが骨格を作る際や軟体動物が貝殻を作る際にも使われる。これらは海底に沈殿し長い年月を経て石灰岩となるものもある。

大気中の二酸化炭素の消費や放出は、生態系内ではバランスがとられている。しかし、石油や石炭などの消費によって、大気中の二酸化炭素は増加している。石油や石炭は、太古の植物が、光合成で合成した有機物が長い時間をかけて地中に蓄積したものである。これを人間が消費することで、地中に眠っていた炭素が二酸化炭素として大気中に放出されている。現在、大気中の二酸化炭素は増加しているが、その増加分はこうした人間活動に由来する分であると言われている。

窒素の循環

窒素は生態系内を循環する。大気中にはおよそ80%もの窒素が含まれているが、多くの生物は直接これを利用できない。この窒素は、土壌や植物の根に共生している窒素固定細菌のはたらきによって、植物が利用できるアンモニウム塩に変えられる。これを**窒素固定**という。また大気中の窒素は、雷の放電によっても植物が利用できる形に変化し生態系内に入る。

アンモニウム塩は植物に取り込まれたり、消化細菌のはたらきで硝酸塩になってから植物に取り込まれたりする。植物はアンモニウム塩や硝酸塩の窒素を利用して、タンパク質やATP、DNAなどを作り出している。こうした物質は食物連鎖によって消費者へ移っていく。生産者の枯死体や消費者の遺骸は、土壌中で分解され硝酸塩となる。硝酸塩の一部は、脱窒素細菌のはたらきにより、窒素として大気中に放出される。この作用を**脱窒**という。

20世紀初頭より、大気中の窒素を工業的にアンモニウム塩や硝酸塩に変える方法が確立された。これらから化学肥料が作られ、農作物の生産量が増加した。その一方で、農地から肥料が河川や湖沼、海などに流れ出ることで、富栄養化などを引き起こす一因となっている。

