

## エネルギーの流れと物質の循環～炭素とエネルギー、窒素とからだの材料

### 目的

- 炭素はエネルギーの出入りを伴って生態系の中を移動し、 $\text{CO}_2$ と有機物との間で変換されていることがわかる。
- エネルギーは変換可能であり、植物は、光合成により光エネルギーを有機物の化学エネルギーに変換することができる。ことがわかる。
- 物質は生態系を循環するが、エネルギーは光エネルギーとして生態系に入り、生態系内で様々に変換される中で最終的に熱エネルギーとなり生態系の外に出て行くことがわかる。
- 炭素や窒素がどのように生態系内を循環しているか、「生産者」「消費者」「分解者」の役割に着目して説明することができる。
- 生態系のバランスを理解し、そのバランスが崩れる例について説明することができる。

課題1 炭素を含む化合物とエネルギーに関して、以下の内容を確認せよ。

- すべての生物は生命活動にエネルギーを必要とする。
- 生物が細胞内で生命活動に利用しているエネルギーは化学エネルギーである。
- ヒトは食べ物に含まれる「糖」などの有機物を取り入れ、そこに含まれる化学エネルギーを取り出すことで生命活動を行っている。
- 「糖」の代表であるブドウ糖（グルコース）はC、H、Oの3種類の元素でできている。
- ブドウ糖を $\text{CO}_2$ と $\text{H}_2\text{O}$ に分解すると、ブドウ糖の持っていた化学エネルギーが放出される。これを呼吸という。
- 動物などの「消費者」は、 $\text{CO}_2$ や $\text{H}_2\text{O}$ などの無機物から、ブドウ糖などの有機物を合成することができないので、エネルギー源として外から有機物を摂取する必要がある。
- 植物などの「生産者」は、 $\text{CO}_2$ や $\text{H}_2\text{O}$ などの無機物から、ブドウ糖などの有機物を合成することができるので、エネルギー源として外から有機物を摂取する必要がない。

課題2 教科書P180図7を見て、「炭素の動き」を確認せよ。

### 考えるポイント

- 炭素が生物のつながりの中で「循環」していることが確認できるか。
- 「有機物」に含まれるCなのか、無機物（ $\text{CO}_2$ ）に含まれるCなのか。
- それぞれの矢印はどのような現象を表しているか（物質の移動、化学反応による物質変換etc...）。

課題3 P181図8を見て、「地球上の生命が活動するためのエネルギーは、太陽からの光エネルギーとして入ってきて、化学エネルギーに変換され、熱エネルギーとして出て行く」ことを確認せよ。

ヒント：エネルギーは「変換可能」だが、変換の際には必ず一部が熱エネルギーとなりロスしてしまう。

課題4 P180図7、P181図8を参考に、「C（炭素）は生態系を循環しているが、エネルギーは循環しない」ことを確認し、なぜエネルギーは循環しないのか説明せよ。

課題5 教科書P182図9を見て、「窒素の動き」を「生物のからだの材料としての役割」に注目して確認せよ。

#### 考えるポイント

- 窒素が生物のつながりの中で「循環」していることが確認できるか。
- それぞれの生物は、「栄養」としての窒素をどのような形で獲得しているか。
- それぞれの矢印はどのような現象を表しているか（物質の移動、化学反応による物質変換 e t c...）。

課題6 教科書P185図IIが何を意味しているか説明せよ。

課題7 教科書P186図11が何を意味しているか説明せよ。

課題8 教科書P188「思考学習」考察1、考察2に答えよ。

課題9 教科書P189には、「栄養塩の濃度が高いと植物プランクトンの量が増える」とあるが、これはなぜか説明せよ。

課題10 教科書P189には「増殖した植物プランクトンなどの遺体が分解されると多量の酸素が消費される」とあるが、これはなぜか説明せよ。

課題11 なぜ外来生物が生態系に大きな影響を与えるのか説明せよ（教科書P194も読んでみるとよい）。

課題12 教科書P196には、「生物濃縮は、分解や排出のしくみをもたない物質を取り込んだ場合に起こる」とあるが、分解や排出のしくみがあるとなぜ生物濃縮が起きないか説明せよ。

課題13 教科書P196図19を見て、動植物プランクトンを基準に、それぞれの生物でDDTが何倍に濃縮しているか計算せよ。

課題14 教科書P199参考に「雑木林の生物の多様性は、人間によるおだやかなかく乱により維持されてきたものである」とあるが、これはなぜか説明せよ（人の手が入らなくなったときにどのような影響があるかを考えてみるとよい）。

#### 確認しておきたい用語

非生物的環境 生態系 作用 環境形成作用 生産者 消費者 一次消費者 二次消費者  
分解者 食物連鎖 食物網 栄養段階 生態ピラミッド 光エネルギー 化学エネルギー  
熱エネルギー 呼吸 光合成 窒素同化 硝化菌 根粒菌 窒素固定 窒素固定細菌  
脱窒素細菌 脱窒  
生態系のバランス 貧栄養湖 アオコ（水の華） 富栄養化 赤潮 自然浄化 外来生物  
特定外来生物 焼畑 生物濃縮 DDT 温室効果 温室効果ガス 干潟 絶滅危惧種  
レッドリスト デッドデータブック 里山

## 授業を通じて成長したい人のための発展課題

発展課題は、「創造力」を養うために、2通りの方法で「解」を見つけてみてください。

方法1：資料を見たり、検索をしたりせずに、学習した内容を基に自分の頭で考え、ある結論を導いてみる。

→自分の頭で考えるトレーニング。創造力につながる！

方法2の結論と違う結論、大いにアリ！

むしろ、様々な可能性を提示できることが大きな価値です。

方法2：資料を見たり、検索したりして、「もっともらしく、自分としても理解し納得できる」ような結論をまとめてみる。

→調べる力、難解な内容を咀嚼する力、簡潔にまとめる力につながる！

### 発展課題1

生態系での「炭素の循環」と「窒素の循環」を比較して、共通点と相違点をまとめよ。

#### 考えるポイント

- 炭素や窒素はどのようなルートで循環しているか？
- 炭素や窒素はどのくらいのスケールで「動く」か？例えば、アメリカ大陸に存在する炭素や窒素が、自然界の物質循環で日本にやってくることはあるか？
- 栄養を「エネルギーの獲得」と「からだの材料の獲得」に分けて考えたときに、炭素や窒素に何か違いは見られるか？

### 発展課題2

昔北米大陸にいたティラノサウルスの吐いた息に含まれる「二酸化炭素」中の炭素がまわりまわって自分の体の一部になっている可能性がある。具体的に、どうまわりまわったのか、炭素の行方を説明せよ。

### 発展課題3

水田や畑などでは、毎年肥料として窒素化合物を補っている。窒素が循環しているのであれば、肥料として外から窒素化合物を補う必要はないはずだが、なぜ肥料が必要となるのか、通常の窒素循環と異なる水田や畑の特徴をふまえて説明せよ。

### 発展課題4

焼畑農業とは森林を焼いた後に作物を栽培し、数年後から放置することで再び森林を形成してそれを焼くということを繰り返す。

- ①森林を焼くことにはどのような意味があるか考察せよ。
- ②焼畑は森林破壊につながるか、生態に関する学習内容を基に考察せよ。

### 発展課題5

海の中では窒素はどのように循環しているか考察せよ。

### 発展課題6

宮沢賢治は「雷がよく落ちる田んぼは実りがよい」と授業の中で語っているが、なぜ雷によって実りに影響があるのか考察せよ。

### 発展課題7

ハエトリグサやモウセンゴケなどの食虫植物が「食虫」する意味は何か考察せよ。

(栄養を「エネルギーの獲得」と「からだの材料の獲得」という視点からとらえると・・・)

### 発展課題 8

深海は光が当たらない暗黒の世界である。当然「光合成」を行うことはできない。そのため、光の当たる環境での生態系とは異なる生態系が成立している。

①もし陸上の生態系で「光合成」を行う植物がいなくなったら、どのような問題が起こるか。

②上で答えた問題を、深海の生態系ではどのような方法で解決しているか。

### 発展課題 9

生態系のエネルギーの流れで、放出された熱エネルギーは最終的にどうなるのか説明せよ。

### 発展課題 10

ペットボトルにメダカを一匹入れ、ペットボトルに入れる。このメダカを、以下の条件を満たしながら長期にわたって生存させるには、「物質循環」と「エネルギーの流れ」がうまくいくように、あらかじめ様々な生物をペットボトルに入れておく必要がある。どのような生物を入れればよいか考察せよ。

条件1、外からエサを与えてはいけない

条件2、ペットボトルのふたはしっかりとしめる

条件3、光は当ててよい

### 発展課題 11

発展課題10の「ペットボトルの生態系」と、実際の「地球の生態系」は「閉じた環境（外からの物質の補給もないし、外に出て行くこともない）」という点で非常に似ている。「地球の生態系」ではなぜ外からの物質の補給もないし、外に出て行くこともないのか考察せよ。

### 発展課題 12

教科書P189「河川から栄養塩が流入して富栄養化」という記述があるが、河川から流れる栄養塩の量はどのような理由で変動するか考察せよ。

### 発展課題 13

福島の原発事故が海に与えた影響について考察せよ。

### 発展課題 14

人間は生態系から様々な恩恵を受けている。それらを「生態系サービス」と呼ぶことがある。生態系サービスとして考えられる具体例を考えられるだけ挙げよ。

### 発展課題 15

「生態系の保全」の価値を、経済的価値で表現しようという試みがある。ある生態系の「価値」をどのようにすれば「お金」に換算できるか考察せよ。

(例えば、ある生態系が事業によって失われるかもしれないというときに、「〇〇円の経済的損失だ」と説明するとき、どのような根拠がありうるかを考えればよい)。

### 発展課題 16

シカが増えすぎて日本全国でその被害が問題になっている。シカ対策として、オオカミを再導入しようという試みがある(ニホンオオカミは絶滅してしまった)。このとき、どのような可能性が考えられるかを考察し、オオカミ再導入についての意見を述べよ。