



植物

のハンドブック



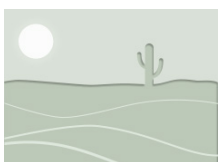


植物は、地球上のあらゆる植物、動物、場所の、自然の多様な関係性を教えてくれます。このガイドでは、保護者の方とお子様に地球の生物群系（バイオーム）を探検・調査していただきながら、実際的な情報やインタラクティブに楽しむための提案、意見交換のためのアイデアをご提示いたします。



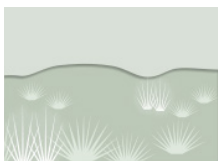
温帯の広葉樹林と針広混交林

落葉樹と針葉樹が、花々や巣穴の中の動物たちを見下ろすように高く成長します。四季の中の葉の盛衰が見られます。



砂漠

多肉植物やヤシの木が、暑い環境で水分を保とうとします。まれに雨が降り、一面の砂の地形の中で色鮮やかな花を咲かせます。



ツンドラ

小さな地衣類やヤナギが、永久凍土層の上で生息しています。植物は長く続く強風の真っ暗な冬を休眠状態で過ごし、短い夏の間活動を始めます。



温帯の草原

植物が肥沃な土壌いっぱいになり、干ばつ、草食動物の群れ、一面の自然火災にも負けません。

「探検者のライブラリ」の他の全てのアプリと同様に、ルールやレベルは存在せず、植物への好奇心に対してごほうびが与えられます。遊んで、探検・調査しましょう。各生物群系には植物と動物がたくさん存在し、新しく調べる度に驚きの発見があります。

生物群系 (バイオーム)

生物群系とは、地理学上の地域の植物、動物、気候（気温と降水量）、そして総合的な資源（地形、地質）を含む生態系のことです。各生物群系には様々な要素が混ざり合った固有の特徴があり、それによりどの植物（動物も!）が生き残り成長していくのかが決まります。

科学者が地域の主要な植物から名前を付けた生物群系もあります。例えば、草原は草地を主な特徴としており、マングローブはマングローブの木々から成り立っています。

植物は、近くの他の植物、昆虫やその他の動物、風や干ばつ、自然火災などの自然現象、そして人間などの外部からの訪問者など、非常に多くの要素の影響を受けます。植物は、水、日光、気温、そして地質の様々な条件に適応しながら発芽し、花を咲かせ、成長していきます。そうすることで、世界中で豊かな生物多様性のある植物群落が生まれるのです。

各生物群系でインタラクティブに楽しみましょう

各生物群系の中で、以下のインタラクティブな機能を試し、動植物がどのように作用し合うか観察しましょう。アルゴリズムによるアニメーションによって、組み合わせ次第で新しい謎が生み出されます。様々な生物群系の天候パターン、変化していく季節、地下の小宇宙、そして成長や生殖などの植物のプロセスを観察しましょう。意見交換のための問題が用意されており、お子様との会話のきっかけとすることができます。



時間ダイヤルで季節を回しましょう。

昼を夜に、週を月に、月を年に変えることができます。時間を進め、季節、日光、天候パターンが植物の成長と動物の生活にどのような影響を及ぼすか見てみましょう。

植物は1年を通してどのように変化するのでしょうか？ 変化がない植物はあるのでしょうか？

どれだけの数の季節を見つけられるのでしょうか？

生物群系の季節の数は全て同じでしょうか？ 夜に花を咲かせる植物がありますが、それはなぜでしょうか？



雲をダブルタップすると、雨を降させます。雲をいっぺんにドラッグしてこすると、稲妻を起こします。画面をスワイプすると、風を起こします。

一定期間内の天候パターンによって、生物群系の気候が決まります。

雨を溜めこんでいる雲を見つけ、その雲をダブルタップして雨を降らせましょう。降水量によって地域内の植物の種類がどのように決められるのか見てみましょう。

雨雲をドラッグしてこすると、雷と稲妻を起こします。ただし気をつけてください！ 稲妻が木や草地に当たると、自然火災が発生することがあります。

画面を横方向にスワイプすると、そよ風または強風を起こします。丈夫な根があれば、恐ろしい風が吹く間も植物を支えることができます。しかし、風は植物の生殖を促す働きもします。森林では花粉を、草原では種子を散布します。

生物群系によって降水量はどのくらい異なるのでしょうか？

雨は地面に落ちる前に蒸発することはあるのでしょうか？

植物（と動物）は、雨によってどのような影響を受けるのでしょうか？

稲妻が木や草地に当たった時、何が起こるのでしょうか？

場所によって風の音はどのように異なるのでしょうか？

風は植物にどのような影響を及ぼすのでしょうか？



スライダーを動かすと、土壌、根、巣穴といった地下の生命の様子を見ることができます。

土壌

土壌は、岩石のかげら、無機物（窒素、カリウム、リンなど）、有機物（菌類、地衣類、枯れ葉）、水、そして空気から成り立っています。

生物群系の土壌の種類は、暗色シルト、砂利、粘土と、それぞれ固有のものとなっています。土壌によって水やしみ出る栄養素の量・程度が異なります。シルトは最も肥沃な土壌ですが、べっとりとした粘土質の土壌は栄養素の量・程度が最も貧弱です。砂だらけの土壌にはシルトほど多くの栄養素は含まれていませんが、水はけがよく、砂漠の植物に適しています。

土壌の種類、水がしみ出る早さや深さ、母材、気候、そして土地という要素全てが、植物の成長に影響を及ぼします。森林と草原はともに深く肥沃な表土が自慢ですが、その一方でツンドラは永久凍土層の上に薄い部分があるだけです。

各生物群系の地層を調べましょう。

表土: 最も上にある層で、たいていの場合、栄養素が最も多く含まれており、動植物の活動が最も盛んです。菌類と細菌類によって、栄養素が土壌へとリサイクルされます。

下層土: 岩石が全体に散りばめられた、下側にある層です。この層でより多くの水を求めて根を伸ばす植物もあります。

母材: 下層土の下にある岩石層で、土壌に無機物をもたらします。

生物群系によって地層はどのように異なるでしょうか？

菌類と細菌類は森林の中で何を分解し、表土を栄養素で満たすでしょうか？

ツンドラでは、低い気温は土壌にどのような影響を及ぼすでしょうか？



根

根には重要な機能が2つあります。1つは植物を支えることで、もう1つは土壌から無機物、栄養素、水を吸収することです。根の量が多くなると、植物は栄養素をより多く吸収するとともに冬に向けてより多く蓄えることができます。

様々な根のネットワークを見つけましょう。ある種の根は浅く水平に伸び、雨水を効率よく集めます。また、他のある種の根は広く深く伸びることで、より多くの水を蓄えることができます。幼齢林のオークなどの木には、主根という1つの中心の根があり、地下水を求めてその主根を土壌の奥深くに伸ばします。デザートパームなどの植物は、複雑で巨大なネットワークを構築して水や栄養素を吸収します。

どのような種類の根のネットワークが見られるでしょうか？

最も大きな植物、または最も小さな植物にあるのはどの根でしょうか？

地下の最も奥深くまで伸びるのはどの根でしょうか？



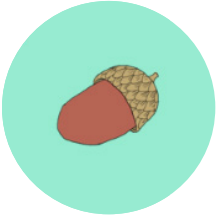
巣穴

季節や気温が変わる際に地下にもぐるために巣穴を掘る動物を見つけましょう。巣穴は、暖まったり涼んだりする、えさを蓄える、休む、そして飢えた捕食動物から逃げるための場所です。かきこい動物は、葉、草、小枝を使って巣穴の境界線を引きます。

地下に巣穴を掘るのはどの動物でしょうか？

動物の巣穴の中にどのような植物が見られるでしょうか？

動物は1日のうちのいつ、そして1年のうちのどの時期に巣穴を掘るでしょうか？



植物の一生を観察するために、ドラッグして種を植えましょう。

種を植えたら芽が出るのを待ちましょう。水、温度、酸素を適切な組み合わせにする必要があります。そうでないと、種は休眠したままです。

芽が育つために必要なのは何ですか。

芽はどのような時に育ちやすいですか。



動物をドラッグして植物の近くまで移動させ、行動を観察しましょう。

植物と動物は互いに支え合っています。動物は植物が生み出す酸素で呼吸を行い、植物の根、茎（幹）、葉、そして果実を食べて糖、栄養素、水を得ます。また、動物は、木の中の巣や、葉で境界線を引いた巣穴といった避難場所を作る目的でも植物を利用します。

その一方で植物は、生殖活動の一部として、(風や水とともに) 動物の力を借りて花粉を散布しています。色鮮やかな花卉や甘い香りによって鳥や昆虫を引きつけます。ハチが花粉と蜜を集める際、花粉がハチの体にくっつき、ハチが次に向かう植物へと運ばれていきます。

また、動物は種子を散布する手助けもしています。リスはドングリを埋め、またある種の動物は果実を食べた後のフンによって種子を散布します。

動物が食べる植物は何でしょうか？

動物が食べない植物はあるでしょうか？

植物の中で眠ったり生活したりする動物を見つけられるでしょうか？

動物はどのように受粉を行う植物の手助けをするでしょうか？

そういった受粉を行う植物はどのような見た目をしているでしょうか？

動物はどのように種子の散布の手助けをするでしょうか？

種子があるのは植物のどの部分でしょうか？

植物をもっと近くで

植物を詳しく調べてみましょう。種子に水をあげたり、一面の花に花粉を撒いたり、ドングリを植えたりしましょう。基本的な植物のプロセスを以下に簡潔にご紹介いたします。お子様の学習にお役立てください。



虫めがねをタップしてみましょう。いずれかの円の中をタップすると、植物のプロセスをより近くで見ることができます。

植物の器官

ほとんどの植物には、根、茎（幹）、葉の3つの基本的な器官が共通して存在します。これに加えて、生殖を行うための花や球果がある植物もあります。植物の内部に関しては、細胞壁はセルロースでできています。セルロースは糖をベースとした化合物で、これにより植物の構造が成り立っています。

各器官が同時に機能することで、植物は健康な状態を保ちます。根と茎（幹）によって、植物がまっすぐ支えられ、また水と栄養素が集められ、蓄えられ、分配されます。葉は、光合成を通して植物の中に糖を生み出します。

光合成

植物は、日光、水、二酸化炭素を糖と酸素に変化させる小さな工場です。このプロセスを光合成といいます。植物の葉の中にある卵の形をした葉緑体には、緑の色素である葉緑素が含まれており、この葉緑素により太陽からエネルギーを吸収します。葉の表面の気孔という小さな穴により空気から二酸化炭素を取り込み、その一方で茎（幹）が根から水を吸収する際の通り道となります。

植物はこれらの要素をシンプルな糖に変化させ、新しい細胞を構築して植物の強度を保ちます。ここで重要なのは、開かれた気孔から副産物として生まれた酸素が放出されることです。巨大な藻の群落では、世界の酸素の半分以上が生み出されています。動物（人間もです!）が生存するには酸素が必要なので、植物は生命にとって必要不可欠な存在です。



成長

植物の種子は、種皮という乾燥した保護層に包まれています。正しい量・程度の水、酸素、気温の条件がそろえば、種子が目覚めます。このプロセスを発芽といいます。根とシュートが種皮を突き破り、苗木として生まれます。コケやシダなどの植物は、単細胞の胞子によって生殖を行います。

健康的に成長するには、多くの要素が必要です。それは、一定の量の利用可能な水、光、土壌の無機物に、一定の量・程度の酸素と二酸化炭素（CO2によって光合成が引き起こされます）、そして気候条件と気温です。



生殖

植物は生殖方法によって2つのグループに分類されます。1つはコケやシダなど孢子によって生殖を行うグループで、もう1つは球果（ある種の常緑樹など）または果実に含まれた種子によって生殖を行うグループです。ツンドラのホッキョクヤナギなど、多くの植物は無性生殖を行うこともできます。

ほとんどの種子植物は、生殖の際に2つの重要な段階があります。1つは受粉です。植物の雄の器官から花粉が雌の器官に到達する段階です。もう1つの段階は、種子の散布です。受粉は、同一の植物の内部で起こることも、2つの離れた植物の間で起こることもあります。



温帯の広葉樹 と針広混交林

(アメリカ合衆国北東部の森林をベースにしています)

私たちの想像の世界では、暗い森の中はおとぎ話の獣や悪霊でいっぱい
です。しかし、森林の不思議は、誕生、死、再誕のサイクルという静かな要
素にこそあります。落葉樹は冬の間に葉を失って眠りにつきます。その一
方で、針葉常緑樹は一年中針葉の鋭さを保ちます。春になると、森林は羽
音、さえずり、鳴き声とともに目覚め、動物（そして昆虫も!）が新しい花の
開花を歓迎します。

森林は、凍えるような冬から暖かい夏に至るまでの四季がはっきり存在し
ている、地球上のあらゆる場所で成長します。日光や雨（および雪）、良質
な土壌の量が十分そろって、植物の成長を促します。

森林はどのような見目をしているのでしょうか？ 森林の主要な層とは何でしょうか？

森林には複数の層があります。最も上の層は成木（カエデ、オーク、ヒッコリー、ニレ）の林冠（キャノピー）で、18～30メートルの高さに成長します。その下にはそれより低い幼齢の木や低木の層、そして野生の花、ハーブ、草地の林床の層があります。

高い位置にある林冠によって下の植物は日光を遮られ陰になり、川や小川は冷たさを保ちます。嵐や強風の際には、木の梢によって、森林の中で最も生物多様性のある層である下層の植物と動物が保護されます。

林床では、チチタケなどの菌類、細菌類が、落ち葉、木の皮、果実を分解してエネルギーを得ます。このプロセスによって、栄養素を表土に戻してリサイクルし、植物の成長を促します。



時間ダイヤルを回しましょう。どれだけの数の季節があるのでしょうか？ 植物と動物はどのように作用し合っているのでしょうか？

温帯森林には季節が4つあります。

春が来ると花は色とりどりに咲き乱れ、その花は花粉で満たされているので、ハチたちは喜び飛びまわる。林床には、すばやく成長する、短命植物（主に花）が日光を貪欲に吸収する。上空のキャノピーは、徐々に賑やかになってゆく。キツツキやウグイスといった鳥は新緑に集まり、そして動物は冬の眠りから目覚めて伸びをする。

夏には、葉が形成する林冠が太陽光線をいっぱいに浴びて光合成を行い、林床を覆って陰にします。

秋になると、涼しくなり日も短くなることで、葉は色が変わり地面に落ちていきます。菌類と細菌類は枯れ葉や木の皮を分解し、土壌に栄養素を戻します。植物は根にエネルギーを蓄え、春に向けて準備します。鳥はより暖かい気候を求めて南に向かいます。そして、動物はオークやハシバミの木の実をたくさん蓄えます。

冬の間、地面は凍ります。木の枝はむきだしになり、多くの動物は眠るか雪の下に巣穴に隠れるかします。森林は静かに時を待ちます。

よく観察しましょう。オオバシャクナゲをタップして下さい。冬の寒さにどのように対応していますか？

常緑性の低木であるオオバシャクナゲは、葉を巻き込んで寒さから身を守ります。気温が下がるほど、巻き込みがきつくなります。

雲をタップして雪を降らせましょう。オオバシャクナゲの深緑の葉がきつく巻き込むところが見て取れます。太陽をタップして雪を溶かしましょう。気温の上昇とともに、葉の巻き込みが解け、大きな白い花が咲くところが見て取れます。



森林にはどのような種類の木が生息しているのでしょうか？

2つの主要な種類: 広葉落葉樹と常緑針葉樹

広葉樹には幅が広くて薄い葉があり、春と夏の日光を吸収するのに役立ちます。秋には葉を失います。

常緑樹は一年中葉を保ちます。常緑樹の一種である針葉樹には特有の適応力があり、寒さに耐えることができます。針葉樹には幅の狭い針葉があり、この針葉は水をそれほど必要とせず、水の浪費を防ぎ風から身を守るためろう状の物質で覆われています。針葉の数が増えると、常緑樹は冬の間の限られた量の光合成のための日光をより有効に利用できるようになります。

なぜ落葉樹は葉を落とすのでしょうか？

広葉樹の葉はあまりに薄くもろいため、凍えるような冬を越すことができないことが分かっています。葉緑素(太陽を吸収したり、葉を緑色にしたりする役割を果たしている、植物内の色素)の量が減少して日は短くなるにつれ、木は葉を失い葉と枝がつながる継ぎ目を閉じます。これにより、春に葉が成長して戻るまで、木のエネルギーが保たれます。

画面を横方向にスワイプすると、風を起こします。風は森林に対してどのように役立つのでしょうか？

温帯森林では、ほとんどの木が風によって受粉を行います。木の雄の器官から雌の器官に、花粉が風によって散布されます。ひとたび木が受粉すると、オークのドングリや球果などの木の実の中の種子が成長します。



もっと近くで見てみましょう。ホホワイトオークの木をタップしてください。風はどのようにホホワイトオークを助けますか。

風はホホワイトオークを受粉させます。ホホワイトオークには雄花と雌花の両方があり、春につぼみをつけます。

オークをタップして、枝をもっと近くで見てみましょう。

だらりと垂れた黄色の雄花(尾状花序という花の集まり)を横切るようにスワイプして、風を起こしましょう。風が雌花の上で花粉をまき散らします。さらに風を起こすと、より多くの花粉が散布されます。ひとたび受粉すると、雌花はドングリに成長していきます。

もう一度スワイプする、またはタップすると、成熟した茶色のドングリを枝からはたき落とします。ドングリをドラッグして地面に植えましょう。これが種子となり、新しいオークが発芽します。将来大きなオークになるための最初の段階です。



2つの雲をいっぺんにドラッグしてこすると、稲妻を起こします。たくさんの稲妻を起こして自然火災を起こしましょう。自然火災は森林にどのような影響を及ぼすのでしょうか？

草原での自然火災とは異なり、森林での自然火災は大部分のものを破壊します。炎が林冠から広がって何世紀もかけて成長した森林を破壊し、土壌を栄養素ごと焼き尽くします。

自然火災の後、森林は40～100年かけてゆっくりと再び成長します。

幸運なことに、自然火災は温帯森林ではまれです。100～200年に一度しか起こりません。

画面を横切るようにスライダーを動かしましょう。何が見えますか？

森林の表土はビタミンでいっぱいです。これは、キノコ、細菌類、ミミズが枯れ葉や木の成分を分解して栄養素の豊かな土壌を作っているためです。暗褐色の土壌は通水性に優れているため、水が奥深くの下層土にまでしみ渡っていきます。よく水を含んだ土壌の層は、植物に水を供給して健康な状態を保ちます。

植物の根には広くて繊維質のもの、または地表の近くに群生しているものがあり、無機物と水を効率よく吸収します。



よく観察しましょう。チチタケをタップして下さい。キノコは植物ですか。森林にとってどのように重要ですか。

実はここには秘密があります。チチタケは植物ではなく、菌類に属しているのです。菌類は、エネルギーを得るために落ち葉やその他の有機物を分解し、養分を土へと返す働きがあります。

地面の下では、キノコのか細い菌糸（根に似た、緻密で白い繊維）から、葉や枝を分解する酵素が放出されています。

葉をタップしましょう。菌糸が葉を分解し、後に肥沃な土が残る様子が見て取れます。



もっと近くで見えてみましょう。アカネソウをタップしてください。アカネソウの受粉を助けるのは何ですか。

アカネソウは大きくて白い花で、黄色い雄しべでハチを引きつけ、花粉を運ばせて受粉を行います。

ハチをドラッグして花まで移動させましょう。雄しべのやく（雄しべのてっぺんにあります）で作られた花粉がハチにくっつきます。ハチが他の花に到達すると、花粉の粒子が花の中の柱頭という雌の器官に振りかかります。ひとたび受粉すると、アカネソウの花が閉じて種子のさやになります。種子のさやをタップすると、何十個もの丸い種子が見られます。

アカネソウの太くて節の多い、液が赤くて有毒な根を見てみましょう。アカネソウの根によって複数の花が支えられ、次の春に向けてエネルギーが蓄えられます。このおかげでアカネソウは林冠が林床を覆うよりも早く花を咲かせます。



砂漠

(アラビア砂漠をベースにしています)

砂漠は過酷です。高い気温、風、見渡す限りの砂丘。小さな低木が主に生息しています。降水量は少なく、年間10インチ以下です。非常に暑いために雨が地面に到達する前に蒸発してしまう砂漠もあります。しかし、各植物・動物は、そんな暑い環境にも適応しています。

砂漠は、より近くで調べてみると、様々な活動で満ちあふれていることが分かります。ただし、どこで、そしていつ観察するべきかを知る必要があります。

暑い昼が寒い夕方になると、ハチがスキップアロエなどの植物の受粉を促し、げっ歯類がオアシスの近くで種子、根、葉を食べます。雨の後、砂漠の花はすぐに花を咲かせます。



砂漠はどのような見た目をしているのでしょうか？ 砂漠の主な特徴は何でしょうか？

砂漠の地形は、砂丘、砂利を含む低木林、オアシス、そして岩石の露出部分から成り立っています。

砂丘では風が吹き、地形全体をゆっくりと変えていきます。砂丘は巨大で、最大245メートルにまで達します。砂丘には水も栄養素もなく、そのためここでは植物は育ちません。

この土地の大部分は、砂、砂利、石膏（白い鉱物）の組み合わせでできています。この地域はケイパーなどの低木を主な特徴としており、それにアルファルファや多肉植物が続きます。

オアシスは地下水の供給源の上に位置し、エジプトイチジク、イエメン・ドラゴン・ツリー、ナツメヤシなどの比較的大きな木を支えています。雨は、オアシスの維持にも一役買っています。水の量が増えると植物の数が増えます。長い距離を渡ってオアシスの水を飲み、ナツメヤシなどの近くの植物を食べる動物もいます。サンドガゼルを含む多くの動物は、植物の器官を主要な水源として頼っています。

砂漠の端の岩石の露出部分は、植物と動物に対して日陰を作っています。

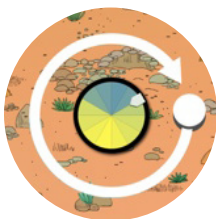


もっと近くで見てみましょう。ナツメヤシをタップしてください。ナツメヤシが日光を必要とするのはなぜですか。

ナツメヤシはオアシスの近くで成長します。暑い太陽の下で木の上で実が実ります。

太陽をタップすると、ヤシに向けて光線が当てられます。横方向にスワイプしてヤシに対して風を起こすと、実が実り、茶色の実が幹から落ちます。

実をドラッグして植えましょう。実の中の小さな種子が発芽して、新しいヤシになります。



時間ダイヤルを回しましょう。砂漠が最も活動が盛んなのはいつですか？

夜は気温が下がります。花が開き、夜行性の動物が草や虫を食べに巣穴から現れます。サンドガゼルなど、早朝まで動きまわる動物もいます。

昼の気温は21°C〜38°Cです。植物は花をずっと閉じます。小さな、跳ねまわるトビネズミなど、太陽を避けて地下で眠ったり日陰に入る動物もいます。しかし、冷血動物であるトカゲは、日光浴をして体を温めてから、食事用の鳥と卵を探しに出かけます。

雲をダブルタップしましょう。雨が降る際、砂漠で何が起こるのでしょうか？

ひとたび雨が降ると、エフェメラル（短命）植物は成長し、花を咲かせ、新しい種子を生み出し、そして休眠する、または枯れます。これらは全て2〜3週間のうちに起こります。種子は（時には何年間も）休眠状態で過ごすことができ、十分な雨が戻ってくるのを待ちます。

雨水によって一時的な水たまりが形成されます。ヒキガエルはその水の中で卵を産みます。水面には藻が点在しており、何千匹ものオタマジャクシのための良好な栄養素となります。



もっと近くで見てください。アルファルファをタップしてください。アルファルファの種子が発芽するのはいつですか。

多肉植物は水を蓄えることで乾燥した季節を耐えますが、その一方でアルファルファなどの他の植物は雨が降るまで休眠状態で過ごします。

雲をタップすると、雨を降させます。ひとたび種子が十分な量の水を得ると、小さな芽と根が種皮を破って開きます。雲をタップすると、さらに雨を降させます。アルファルファの苗木がどんどん成長し、鮮やかな紫色の花がつぼみをつけ咲きます。

植物はどのように砂漠に適応してきたのでしょうか？ 砂漠の植物が発達させてきた固有の特徴は何でしょうか？

水が不足しているため、砂漠の植物は得た水をどんなに少量でも蓄えるよう進化してきました。ほとんどの植物はより多くの水を吸収するため太い根や大きな根のネットワークを発達させています。エジプトイチジクなどの木や低木には深い主根があり、オアシスのそばの地下水を求めて伸びていきます。その一方で多肉植物には浅くて広い根があり、砂だらけの表土から雨水を集めるのにより適しています。

また、多肉植物は茎、葉、果実の中にも水を蓄えます。葉が小さく、そして（熱を減らすため）光沢がある、または（アロエのように水の浪費を減らすため）ろう状の物質で覆われているものもあります。

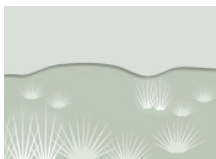
喉が渴いた動物から身を守るため、ケイパーとアロエ植物はともに葉にとげがあります。残念なことに、ラクダの厚い口はどんなケイパーのとげも構わず噛みちぎってしまいます。しかし、アデニウムオベスムは安全です。なぜなら、この低木の全ての器官に毒があるからです。



もっと近くで見てください。スキップアロエをタップしてください。水分をどのように貯蔵し、保護していますか。

スキップアロエは、太くて、ろう状の物質で覆われた葉の中に水を蓄え、とがった先端によって草食動物から身を守ります。

アロエの上をスワイプして、葉の内部を覗いてみましょう。葉をタップして、透明なゲル状の樹液を絞り出してみましょう。



ツンドラ

(シベリアのツンドラをベースにしています)

風が強く、木が存在しないツンドラは、過酷な砂漠と同様に極限環境の土地です。ツンドラは最北の最も寒い生物群系であり、最も乾燥した環境の1つです。気温は通常氷点下まで下がりますが、年間積雪量は1フィート以下です。

小さな植物が広大な平原全体にわたり完全な暗闇の中で生息しています。カリブーは雪の下にある地衣類も嗅ぎわけて見つけ出し夕食にします。

時間ダイヤルを回しましょう。どれだけの数の季節があるでしょうか？

ツンドラには主に2つの季節があります。長くて凍えるような冬と、短い夏です。

植物と動物は、どのようにツンドラの突き刺すような冬を耐えるのでしょうか？

常緑のクマコケモモを除くほとんどの植物は、休眠状態で過ごし、延々と続く長くて暗い冬を耐えます。根がエネルギーを豊富に蓄えるため、植物は夏の太陽の下で急速に成長することができます。

鳥やある種の哺乳類は、より暖かい気候の土地へ渡ります。また、レミングなど他のある種の哺乳類は、雪の巣穴の下で眠ります。ホッキョクグマは、厚い毛皮と体脂肪により体温を保ち、アザランなどの獲物を求めて一年中動きまわります。また、ベリー類、根、海藻を食べることもあります。

植物と動物は、ツンドラの短い夏の間は何をするのでしょうか？

1日24時間照りつける夏の太陽によって、植物は急速に成長し、花を咲かせ、種子を残します。セイヨウオキナグサは砂漠のエフェメラル植物に似ています。セイヨウオキナグサの鮮やかな黄色の雄しべがあるスミレ色の花は、2週間しかもちません。

夏の気温は最高10°Cに達します。一日中太陽が照りつけることで地表の活動が盛んな表土層の雪が解け、乾いた根に水がもたらされます。また、この水は永久凍土層の上にもたまり、蚊、ハエ、受粉を促すハチの群れが利用します。オオハムなどの渡り鳥は、昆虫を食べて卵を産みます。レミングなど、新しい風景に溶け込むため、毛皮の色が冬用の白から夏用の茶色に変わる動物もいます。

画面を横方向にスワイプすると、風を起こします。風はツンドラにどのような影響を及ぼすでしょうか？

成長期間が短く動物も少ないため、植物は風を頼りに種子（ホッキョクワタスゲ）や孢子（北極コケ、地衣類）の散布を行います。

激しい風と低い気温は、植物がどのように成長するか、または成長しないかを決定する要因でもあります。自身の身を守るため、植物は密集して地表の低い位置で成長します。低木であるホッキョクヤナギは、高さが2〜30センチメートルと様々で、まっすぐな姿を保つための丈夫な根があります。

画面を横切るようにスライダーを動かしましょう。何が見えますか？ 土壌は植物の生命活動にどのような影響を及ぼすでしょうか？

ツンドラには、薄くて活動が盛んな表土層があり、夏に地表の雪が解ける際に栄養素をもたらします。

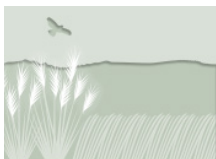
表土層の下には永久凍土層という永久に凍結している層があり、深さは450メートルほどに達します。

深くて肥沃な土壌がないため、植物はたいがい成長しても浅い根とともに小さいままです。しかし、サイズが小さいということは、使うエネルギーの量が少ないということです。

植物はどのようにツンドラに適応してきたのでしょうか？何か固有の特徴はあるのでしょうか？

寒くて暗い環境に対応するため、ツンドラの植物はシンプルな構造をしています。葉は小さくて、ろう状の物質で覆われており、水分を保つのに役立ちます。また、茎（幹）には熱を閉じ込めるため毛が生えています。セイヨウオキナグサなど、氷点下で樹液を生み出し、それにより冬の環境の中で凍るのを防ぐ植物もあります。

ホッキョクヤナギや地衣類は栄養生殖を行い、折れた枝ややぶから新しい生命を芽生えさせます。これらの植物は、風などの受粉を促す花粉媒介者（ポリネーター）に依存することなく、自ら次世代へつなげることができます。



温帯草原

(南アメリカのパンパスをベースにしています)

草原は、季節的な干ばつ、草食動物の群れ、低い位置で一面に発生する自然火災による影響を受けます。草原には主要な季節が2つあります。暑くて雨の多い夏と、寒くて乾燥した冬（霜が降りることもあります）です。晩夏の嵐によって雨や落雷が起こります。

この土地は草地、低木、花で満ちあふれています。肥沃な土壌には朽ちていく草の根からの栄養素が豊富に含まれています。また、シロアリやアリも暗色の土壌に植物の成分を戻してリサイクルする役割を果たしています。脚が長い動物は丈の高い植物の間を動きまわり、比較的小さい動物は巣穴を掘ります。

植物はどのように自然火災、干ばつ、草食動物の環境に耐えるのでしょうか？

草原の植物には、地表の近くまたはすぐ下に特殊な成長を遂げる芽があり、自然火災が発生したりお腹を空かせたシカがやってきたりした後でも継続して成長することができます。深い根のネットワークによって、肥沃な土壌から水や栄養素を吸収することができます。

草原の木の一つであるオンブノキには特有の適応力があります。オンブノキの海綿状の幹（非常に柔らかく、ナイフで薄切りできます!）には、砂漠の多肉植物と同様に水が豊富に含まれています。この水によりオンブノキは干ばつや自然火災から身を守ることができます。また、有毒な樹液によって草食動物から身を守ります。

木（高木）と低木の違いは何でしょうか？

科学者の見解によると、違いはありません。

ただし、日常的な用法では、木とは丈夫な幹が1本あるもので、その一方で低木とは複数の幹があるものです。

メスキートやオンブノキなど、低木から成長して高木になる木もあります。しかし草原では、自然火災のため幼齢の低木は—オンブノキは例外ですが—決して高木に成長することはありません。

画面を横切るようにスライダーを動かしましょう。なぜ草原の土壌は栄養素や無機物が非常に豊富なのでしょう？

分解していく根、昆虫、菌類、そしてマメ科植物の全てが、草原の深い、深い表土の形成に関わっています。

アリとシロアリは、菌類とともに、枯れた根や植物の成分を分解し、栄養素を土壌に戻しています。マメ科植物（種子のさやがある植物）は根に小さな細菌類があり、それによる化学変化によって、空気中の窒素が、健康な状態を保つために植物が利用できる構造に変わります。マメ科植物が枯れると、窒素が放出されて土壌が豊かになります。

草原の植物は、えさとして食べる他にどのように動物にとって役立つのでしょうか？

丈の高い植物によって、小さな哺乳類は身を隠すことができます。自然火災の後、ビスカッチャなどの動物の姿がさらされやすくなるため、タテガミオオカミなどの捕食動物に見つかりやすくなります。

飛べない鳥であるアメリカレアは、卵も草でできた巣の中に隠します。

さらに詳しく知るために

生物群系や植物の生命の様子についてもっと知りたいですか？ まずは以下の資料から読んでみてください。

ARKIVE

<http://www.arkive.org>

NATIONAL GEOGRAPHIC EDUCATION

<http://education.nationalgeographic.com/education/>

SCITABLE: THE NATURE EDUCATION KNOWLEDGE PROJECT

<http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/terrestrial-biomes-l3236757>

WEATHERSPARK

<http://weatherspark.com>

世界自然保護基金

<http://worldwildlife.org/biomes>

謝辞

Tinybopのアプリは全て、感情を動かし、楽しさをもたらし、知識を与える目的で開発されています。弊社は徹底的な調査を尊重しており、専門家と協力して科学的な考え方に間違いはないか確認しています。今回の「植物」に関して、時間をかけ、注意を払い、計り知れないほど支援していただいた監修の方々に多大な感謝を申し上げます。

Sean M. Beckmann, PhD

Hannah Buckley, PhD

Cameron Douglass, PhD

Jennifer Marie Jacobs

Stephen R. Johnson, PhD

Emily Lescak, PhD Candidate

Karin Neff, PhD

Michal Shuldman, PhD

Mary Stark, PhD

Stephanie A. Stuart, PhD