



微生物なのに世界最大生物!!!

きのこ



板橋区立高島第三小学校

5年2組 福井彩葵





1. はじめに

P1

2. きのこと

P2

● きのことは

P2

● 乳酸菌や納豆菌などの細菌類と菌類のちがいを

P3

● きのこの生育環境

P4

● 妖精の輪!?! [菌輪]

P4

● 地球上最大の生物は?

P5

● 根性菌糸束

P5

3. きのこの種類

P6

● 担子菌類

P7

● 子のう菌類

P7

4. きのこのからだ

P8

● いろいろ!きのこの形

P10

● カラフルであざやかなきのこ

P13

● きのが光る!?!発光するきのこ

P14

● きのこの毒は何のため?

P14

● 日本のこわい毒きのこ

P15

5. 胞子

P16

● きのこの戦略 ~胞子を飛ばす工夫~

P16

● 胞子拡散のために生き物を操る!?

P18

● きのこの胞子が雨を降らせる!?

P19

6. きのこの生活環

P20

● ライフサイクル

P20

7. きのこのはたらき

P22

● 腐生菌 ～生き物の死骸を分解するきのこ～

P23

● 菌根菌 ～生きた植物と共生するきのこ～

P24

● きのこを利用するずい植物

P25

● 果物づくりに役立つアバースキューラー菌根菌

P25

● 昆虫と共生するきのこ

P26

● 寄生菌 ～生きた動植物に寄生するきのこ～

P27

● アリを操る菌

P27

8. きのこと地球

P28

● 地球の救世主! 「白色腐朽菌」

P28

● 地球温暖化を防ぐ!? きのこと

P29

● 炭素の貯蔵庫

P30

● 農作物の栽培に役立つきのこ 自然栽培

P31

● 環境汚染問題ときのこ バイオレメディエーション

P32

● ダイオキシン、PCB

P33

● 化石燃料の使用を減らす! 第2世代バイオエタノール

P34

● 栄養満点! きのことの代替肉 マイコプロテイン

P36

● マッシュルームレザー

P38

● 天然皮革、合成皮革、ヴァーガンレザー

P39

● プラスチックの代わりにきのこ?

P40

● 建築にもきのこ!? きのことレンガ

P41

9. きのを守る

P42

10. おわりに 感じたこと、分かったこと

P44

● 参考文献リスト



はじめに

私にとって「きのこ」は、しいたけ、エリンギ、えのきだけなど絵本の絵にかかれるような形のきのこや、小さいころには「ウケ」だと思っていた「ウケ」など“食物”としては身近な存在でした。しかし、公園や森など野生に生えているきのこには“毒”のイメージが強く、どちらかというと近づきたくなく、みかけても興味を持って観察したいとは思いませんでした。

6月に、家の花だんにきのこが数本生えているのを見つけ、めずらしいなと思っていた同時期に、たまたま新聞できのこが代替肉に使われていることが書かれている記事を読みました。コンビニやスーパー、レストランなどでたびたび大豆ミートで作った商品などを見かけることが多くなって代替肉という存在が身近になりましたが、代替肉は大豆などの豆類だけだと思っていました。きのこも代替肉で使われていることを知って、きのこに興味をわき、数日前に花だんで見かけたきのこを観察しようと思いましたが、たったの数日の間に全て無くなってしまい観察できませんでした。

きのこは、一体何なのか？何の仲間なのか？
どんなところに生えるのか、どうやって増えるのか、など代替肉にわざわざ使われるきのこについて調べてみようと思いました。



きのこ

●きのことは

きのこはスーパーで野菜とともに並べられているため植物の仲間とおもわれがちですが、植物でも動物でもない。カビ・酵母と同じ「菌類」に属し、真菌と呼ばれるグループにふくまれている生き物です。

“きのこ”とイメージする目に見える音階は専門的には“子実体”と呼ばれるもので、“子供を実らせる体”という意味の子実体は胞子をつくるための生殖器官で、植物に例えると花や実に当たるものであり、きのこの本体ではありません。

きのこの本体は、土の中や木材の中に広がっており、細い糸のような形をしています。この本体は、菌の糸という意味で「菌糸」と呼ばれます。

きのこの本体の菌糸は約10 μ m(マイクロナートル)くらいです。細いだけでなく、きのこの菌糸は多くの場合半透明なので、うす暗い地面の中に入ると肉眼ではほとんど確認できません。きのこの本体は細い菌糸が何回も枝分かれして、地面の中にひろがっているのです。

実際に菌糸を1本だけ見ることは難しいですが、束になっているものは見ることができます。

ほとんどの菌類は菌糸のままで一生を過ごしますが、一部の菌類は、生殖活動をする時期になると菌糸をたくさん伸ばし、独特の色・形を持つきのこ[子実体]を作ります。そしてきのこから胞子を飛ばして、自分と同じ菌類を増やします。

「きのこ科」「きのこ類」といった「きのこ」という正式なグループはなく、きのこの定義は次の通りです。

「菌類のうち、子実体の大きさが肉眼で確認できる程度のもの」

肉眼で確認できるとは、だいたい数mm以上の大きさのもので、それを総称して「きのこ」とよびます。肉眼で見ることはできない子実体を形成するものは、総称して「カビ」と呼ばれます。

植物との大きな違いは、植物は光合成をするが、菌類はしないということです。菌類は動物と同じく自分自身では栄養を作ることができない**従属栄養生物**で、倒れた木や枯れた葉、虫などを分解して栄養にしています。進化的に見れば、他の生物がいないと栄養を得られないという点で、植物より動物に近い生き物です。

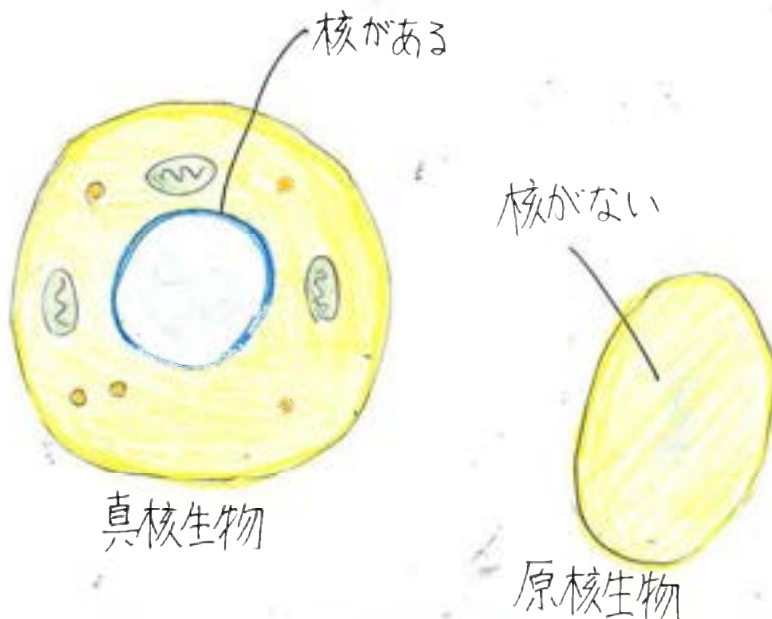
棚板のようなきのこは、ボール、こんぼう、かさねた、ゼリーのようなきのこがあり、いろいろな大きさ、色のものが森をうめつくしています。食べ物としておなじみのきのこですが、それだけでなく、森林などの環境を守る重要なはたらきをになっており、植物とも動物ともちがう暮らしをしています。

乳酸菌や納豆菌などの細菌類と菌類の違い

乳酸菌や納豆菌、大腸菌などの細菌類(バクテリア)は、名前に“菌”とあるので菌類と混合されがちですが、それらは原核生物に属し、菌類とは全く異なる生物です。

生物は大きく**真核生物**と**原核生物**に分けられます。細胞に核を持つ菌類は、動物や植物と同じ真核生物です。

一方、細菌類(バクテリア)などの原核生物には核がなく、真核生物とは細胞のつくりが大きく異なります。



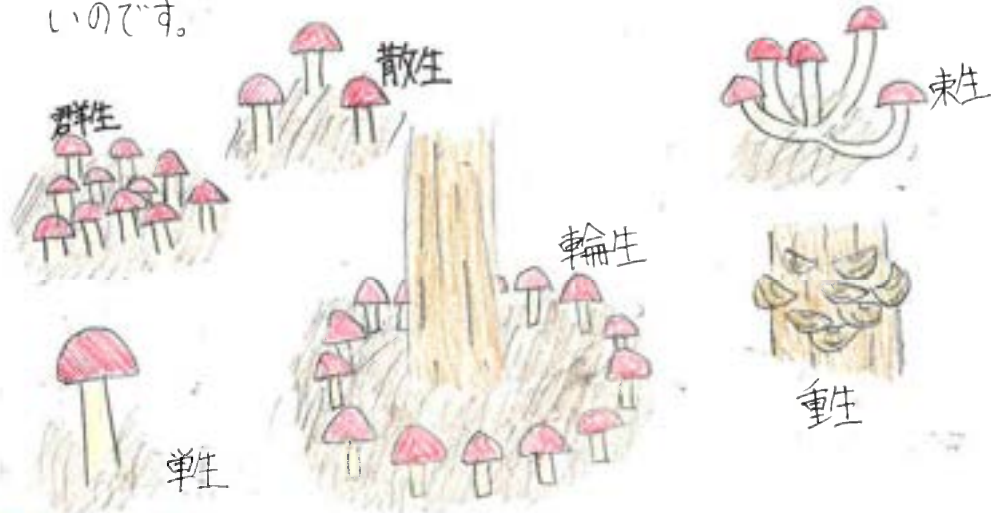
きのこの生育環境

きのこは地球にあるすべての大陸の様々な環境で生えます。きのこは土地面や木の幹など必ずしも森の中というわけではなく、日当たりのよい公園や庭などにもたくさんきのこが生えます。南極大陸や、大陸ではありませんが、北極にもきのこは生えます。高山植物が生えているような場所であれば、標高4000mをこえる場所でもきのこは生えます。地球上できのこが生えない環境を探すほうが大変なくらいです。水中でも数十センチほどの深さであればきのこが生えることはあります。必ずしも子実体が発生した後水没するだけではなく、水中で子実体が発生する場合もあるようです。また、潮の満ち引きで一時的に水没するような海岸部やマングローブ林にも多様なきのこが発生します。ただし、海底に発生するきのこは確認されていません。

妖精の輪！？ [菌輪]

きのこの生え方には大別して、単生、散生、群生、束生、重生、輪生があります。単生はツルツケなどのように、1本だけポツンと生える生え方です。散生は一区画に、ポツンポツンと生え、ワサウラベニタケなどがその代表です。群生は1か所に密集する生え方でユカネタケなどがそういった生え方をします。束生は1つの根元から株状に何本も生えるもので、ホンシメジなどが有名です。重生という生え方はヒラタケやウチワタケのようにいくつかの個体が重なっています。その中でも、輪になって生える輪生は不思議な生え方です。シバツタケ、マツタケもこういう生え方をすることがあります。このような現象や輪そのものを菌輪といいます。

きのこの菌糸は地中で放射状に成長し、生理的に最も活発な先端部に集中的にきのこ(子実体)が発生するので、輪状になることが多いのです。



●地球上最大の生物は？

本体である菌糸は子実体よりもずっと遠くまで広がっている場合があります。地中でつながった2つの個体なのです。

シロナガスクジラは総重量だけでみれば最大ですが、大きさ(体積)では、現在確認されている世界最大の生き物は微生物である菌類の「きのこ」なのです。

地中に広がった同じ遺伝子を持つ菌糸体をふくむ最大のきのこはアメリカのオレゴン州で発見されたオニサラタケ(アルミラリア・オストヤエ)です。総面積が約8900平方メートルにもなり、推定年齢は約2400歳以上といわれています。

ナラタケ属のきのこがここまで成長した理由としてナラタケ属のきのこは菌糸が束になって表面がこう化した根性菌糸を形成して伸長する性質があるからのようです。

月に見える子実体でいうと、180kgの重さを記録したニオウシメジや直径1m近くになることもあるオニフスベがあります。一方最小のきのこはというと、菌糸レベルでは特定が難しく、子実体をもつものだと大きさ1~4mmのロクショウバサレキンやビョウタケではないかといわれています。

根性菌糸束

きのこの柄の根元をよく見ると、くつひものようなものがついている場合があります。「根状菌糸束」とよばれ、ふつうは弱々しい菌糸が、束となってひも状となり、白色の束状、ときに黒々として厚い壁をもつ菌糸によっておおわれ、物理的に丈夫になった姿をとるものです。菌糸という名前がついていますが、菌糸束は動物にたとえると手足やきょう覚器のような独立した役割をもった器官に相当します。菌糸束は微生物だらけつまりは敵だらけの森林内の土じょうつの中を進み勢力範囲を広げ栄養分をもったエサを探します。菌糸束は厚い壁をもっているため、多りの乾燥等の悪条件に耐えられます。林床をわたいエサとなる倒木等の森林の有機物の塊を見つけると、すぐさま取りつき、侵入し、菌糸を広げ分解を始めます。菌糸束はきのこがもつエサ探さく装置であり、住宅拡大装置です。

十ラタケの根状菌練⇨

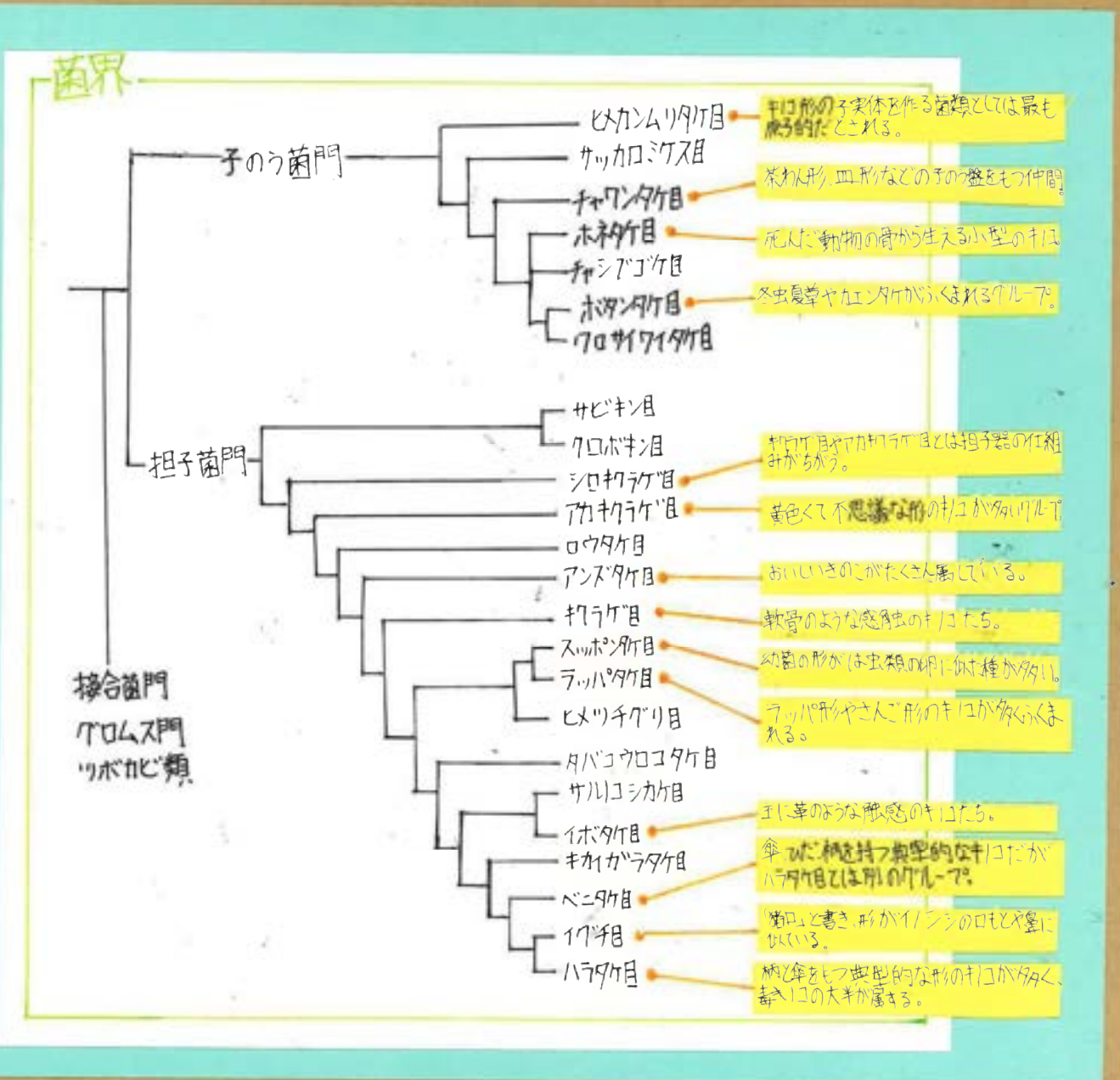




きのこの種類

菌類全体の約10分の1がきのこであると考えられています。これまでに名前がついている菌類は約10万種でこのうちきのこは2万種足らずです。菌類150万種いると考えられ(お) 菌学者が名前をつけた菌類は全世界に存在する菌類の10分の1にも満たないといわれています。それすら過小評価で500万種以上といわれているほど地球上にはまだまだ未知の菌類が多数存在します。日本では食用きのこは300種以上、日本に生育するきのこは5000~6000種といわれていますが名前がついているものは約2000種にすぎません。身近な環境をふくめ新種がたくさんかくされているのがきのこの世界です。

きのこのつくりと形・大きさは様々ですが「胞子を作る器官のタイプ」によって細胞の外部で端に4個の担子胞子を形成(担子胞子の数は例外あり)する**担子菌類**と、8個の胞子を細胞包の内部で形成する**子実のう菌類**の2グループに大別できます。きのこのほとんどは担子菌類に属しています。

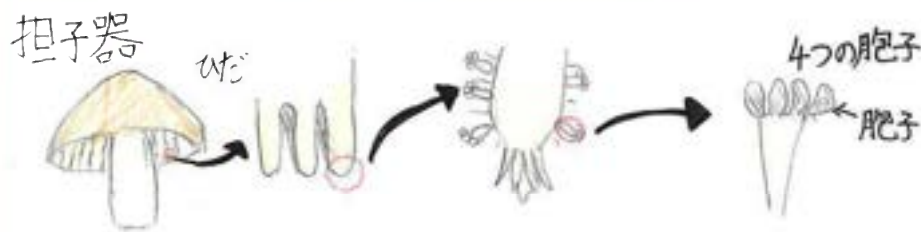


●担子菌類

傘と柄があるきのこらしい形をしい仲間が多く担子菌類では接合子が担子器へ成長し、担子器の上に原則として4個の胞子をつくります。その担子器の端から担子胞子が放出されます。

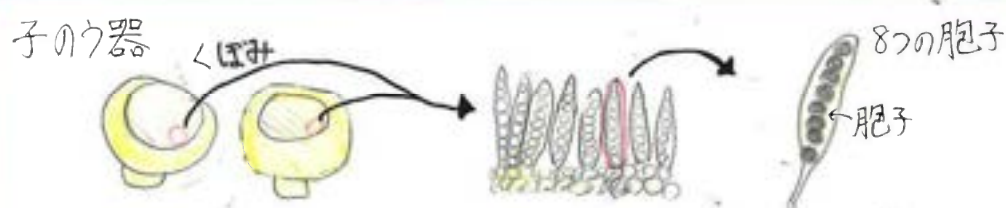
「担子器」とは「胞子という子供を担う器官」という意味があります。担子器が並び面状に広がった組織を子実層と呼び、子実層は子実層托という組織の上に形成されます。子実層托の形態は、ヒダ状、管孔状、あるいはただの平面など様々であり、子実体の形も様々です。

担子菌類の中には一般的にイメージするきのこが丸い袋状の姿で成熟後も原則として胞子を外側に露出しない、球形の子実体をつくるものがあり、**腹菌類**と呼ばれています。



●子のう菌類

一般的なきのこと異なり、子実体が茶碗形や棒状で、小型で軟質のものが多く、見た目がどんな形でも「子のう」という器官で胞子をつくります。子のうという袋の中に、原則として8つの胞子をつくるのが特徴です。**「子のう」とは「胞子という子供が袋(嚢)に入っている」という意味があります。**子のうは担子菌類と同じく、子実体表面にある特定の部分に子実層がつけられ、そこに子のうが立った姿でびっしりと並びます。茶碗形のチャワンタケ類は、茶碗の内側に、棍棒状のものは棍棒の表面に、球形の場合はその内部全体に、子実層が形成され子のう胞子がつくられます。





きのこのからだ

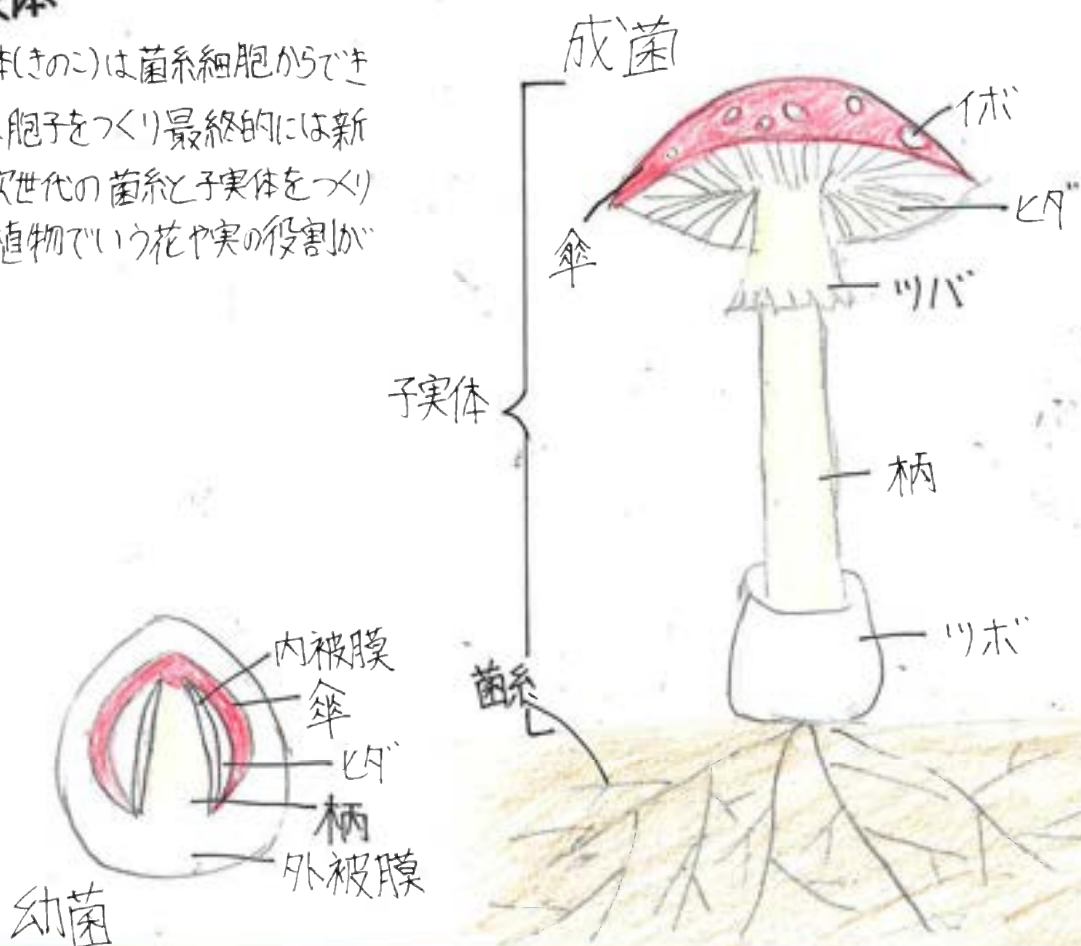
菌類は気温の変化に敏感で、周囲が適温になるときにだけ生殖活動を開始し、きのこを発生させます。多くのきのこには傘とそれを支える柄があります。傘の上にはイボがついていることがあります。傘の裏にはヒダがあり、また、柄の上部にはツバがあり、柄の基部にはリボがあります。このような形をハラタケ型といいます。最初きのこは卵のような状態です。きのこの本体は外被膜という卵の殻にあたる構造の中に入っています。一方、ヒダは柄の上部と傘のふちとをつなぐ内被膜によって保護されています。成長するときのこの本体が外被膜を破れていきます。そして、内被膜もヒダの成熟にともなってやぶれます。外被膜の残りは基部のツボとなり、内被膜の残りがリボとなるのです。また、外被膜の一部が傘の上に残るとイボとなります。

●菌糸

ずうきのこの根だと思われてきた菌糸は、きのこという生物の本体。枝分かれした菌糸体(糸状の管)は地中で何百kmも伸びることもある菌糸は栄養を運び、栄養源や共生生物の方向を移動し、競合する菌をからめとり攻撃したりすることもある。

●子実体

子実体(きのこ)は菌糸細胞からできている。胞子をつくり最終的には新しい次世代の菌糸と子実体をつくり出す植物でいう花や実の役目がある。



● 傘

傘は形が様々で色も多様。きのこのきこには形は成長に合わせて変化し、丸い形からだんだん開いて半球状になり、成熟すると平たくなる。傘をもたない種類もある

傘の表: 表面はなめらかなもの、ひび割れ模様があるもの、ネバネバするものとかた伏があるもの、放射状の条線があるものなど様々。

傘の裏: 傘の裏の形(ヒダ、孔、針、しわなど)や色を見て種を判別ける

● 柄

傘の下についている傘を支える円柱形の部分を指し、きのこのきこには柄があるわけではない。胞子をより効果的に拡散するため地面から持ち上げている。棒状の部分の中が詰まっている中実と、空間がある中空があり、筋張ったものも軟らかいものもある。柄は生殖能力のない菌糸でできている。

● 外被膜

幼菌の間、子実体全体を包んでいる膜組織。この外被膜は子実体が成長すると裂けたり割れたりし、その細胞の構造によって、成熟した子実体に様々なイボやリボなど、形やパターンの残骸を残す。

● リボ(外被膜の残骸)

リボは幼菌を保護していた外被膜の残骸で柄の下の方に残ったもの。外被膜がいくつかにも分かれずに割れて中から成熟したきのこが突き出てくるとやぶれた袋構造が基部に残り、リボになる。

● リバ

柄のなかばやや下から4分の3ほどのところにあり胞子を作るきのこのヒダや管孔をする幼菌時の内被膜や外被膜が成長とともにやぶれ柄の上部に残ったものを指し、リバがないきのこもある。子実体によっては繊細なレースのようになるもの、半透明のもの、網状のもの、中身が詰まって分厚く筋っぽいものなどもある。

● ヒダ

傘の裏に生じる放射状の部分の指し、傘を裏から支えている。胞子を作る器官で、胞子の色によってヒダの色にもちがいがある。ヒダの表面には胞子を作る担子器という細胞が並び、ヒダ構造によりこれらの細胞がたがいにくっつかないようにずり胞子散布を助ける。形はヒダ状、脈状、うね状、時にヒダがないものもある。

● 管孔

きのこの中にはヒダではなくチューブ状の細い管が集まって管孔という器官を作る種があり、傘の裏は無数の穴があいているようにみえる。これは胞子を作る器官の表面積を増やすために進化したものだと考えられている。

● 内被膜

きのこが成熟し、胞子を散布するまでヒダをおおう薄い膜。

● 肉

きのこの傘や柄の内部組織のこと。

● いろいろ!きのこの形

きのこについて思い浮かべ、なじみ深いものは傘に柄がついていて、シイタケ、エノキタケ、エリンギ、なめこなど傘の下にヒダを作るタイプです。マイタケははきりした柄はなく、ヒダではなくよく見ると細かい穴が空いています。スーパーでもたまに見かけるヤマブシタケなどは細かい針のような物体が多数寄り集まっています。サルノコシカケのように硬いものには、体を硬くする骨格菌糸という構造があります。多くの場合ヒダはなく、孔があいています。他にもさんご状のもの、コップ型のもの、柄がなく丸いものなど様々な形があります。きのこ(子実体)に様々な形があるのは、子実体の役割が「胞子を作ること」で、そして「胞子をいかに遠くに飛ばすか」という戦略が子実体の形にあらわれています。

● 傘の形



半球形



まんじゅう形



中高の平ら形



平らなまんじゅう形



中筒形



中央がくぼむ



ろうと形



円錐形



釣がね形



半円形



扇形



へら形

● 傘の表面



扇面状



粒溝状



条線



せい模様



りん片がある



いぼ状の外被膜のかけら



パリッとした外被膜のかけら



ミビ割れ



環紋



粉状

● 傘の縁



放射状にさける



波打つ



被膜のなりをける

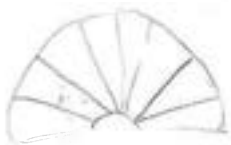


外側に巻く



内側に巻く

● ヒダの形状



疎・疎性



密・密性



小ヒダがある



分岐する



連絡脈がある



管孔



針状



網状

● 柄のつき方



中心生



偏心生



柄は上部



側生(無柄)



背着生(無柄)



半背着生(無柄)

● リバの形



膜質のリバ・下向き



上向き



二重



リング状



爪の巣状

● 代表的な形



ハラタケ



多孔菌



コウヤタケ



ホウキタケ



腹菌類

カラフルであざやかなきのこ

きのこの色は様々です。全体的に見ると地味な茶色や灰色のものが多くいますが、赤・黄・緑・青など、きのこの世界で存在しない色はない、といってもよいほど様々な色をしています。明るいきのこの色は、毒きのこから食べるなと動物に警告したり、派手な色の毒きのこにぎ態しているとも考えられますが、ぎ態しているのだからそれによってどのような利点があるのか、きのこにとっては食べられることによって胞子を分散できる面もあるので、警告することによって利点があるのか、色を変えることにより昆虫などに何らかのシグナルを送っているのかどうか、まだ分かっていないことはかりです。



キヌガサタケ



ベニナギナタタケ



タマゴタケ



ベニチャウナタケモドキ



オムラサキアンズタケ



ニカクグリタケ

きのこが光る!?発光するきのこ

光るきのこは全世界で50種を超え、日本でも未記載種も含めると10種以上が確認されています。子実体が開くと発光が始まり、多くの種では子実体は数日で枯れて、発光なくなります。発光きのこの光は、どれも同じ緑色で、別の色に光るきのこは見つかっていません。このことから、おそらくどのきのこも同じメカニズムで発光していると分かりますが、具体的なメカニズムや光る理由については全く分かっていません。一番考えられるのは夜行性の虫をおびき寄せるためですが、実証はされていません。研究によると、子実体だけではなく、菌糸も光る種があるようですが、もし菌糸が食べられてしまうと、きのこにとっては負のえいしょうがあります。逆に何らかの警告であるとか、特に意味はなく、代謝による老廃物がたまたま光るだけという意見もあります。発光には様々な説がありますが、どれも確かな証拠があるわけではなくまだ謎だらけの分野です。

●主な光るきのこ

ツキヨタケ、ヤコンタケ、シイノトモシビタケ、ギンガタケ、スズメタケ、エナシラッシャタケ

きのこの毒は何のため?

きのこの毒はゆっくりと効き目をあらわれます。ヒトの例だと、胃腸系で約1時間、致命的なもので6時間体が反応するまでに時間がかかります。そのため、”きのこ本体を食べられないようにするために”という役割をきのこの毒成分は果たしていないのではないのかといわれています。捕食を回避するという目的を果たしていないとすると、何のための毒なのでしょう。きのこの毒の役割についてはよく分かっていません。

●恐ろしいきのこ毒

日本できのこの中毒を引き起こす毒のタイプは5つに大別できます。

- ①細胞を破壊し、肝臓、腎臓に障害を与える毒
- ②おもに自律神経に作用する毒
- ③おもに中枢神経系に作用する毒
- ④おもに胃腸を刺激する毒
- ⑤手足の末端の腫脹、壊死、末梢神経障害による疼痛をきたす毒

このうち①は高確率で致命的とされ、それ以外も摂取量、処置や体調などにより死に至る場合があります。

●日本のこわい毒きのこ

毒 ドクツルタケ

分類：テンタケ科テンタケ属

時期：夏から秋

大きさ：傘5~15cm 柄8~25cm

毒成分：アマトキシン類、ファロトキシン類など

1本(約8g)で致死量となる。誤食すると6~24時間で激しい嘔吐や腹痛、下痢を引き起こす。これらの症状は1日ほどで治まるが、その後、黄胆や肝臓肥大、消化器官からの出血などが起こるので必ず医よう機関での胃洗浄や血液透析を受けなくてはならない。



毒 マズイタケモドキ

分類：テンタケ科テンタケ属

時期：夏から秋

大きさ：傘4~20cm 柄5~15cm

毒成分：アマトキシン類

誤食すると6~24時間でこのような下痢や嘔吐、腹痛が起る。症状は1日くらいで治るが、4~7日くらいして肝臓肥大や黄疸、胃や腸からの出血が起こり、内臓細胞の破壊が起って、最悪死する。一度回復するように見えるので手遅れになりやすい。



毒 カエンタケ

分類：ボトランタケ科ボドストロム属

時期：初夏から秋

大きさ：高さ4~15cm

毒成分：トリコセン類

誤食すると10~30分で、急激な腹痛、頭痛、嘔吐、下痢などが起こり、その後、めまい、手足びれ、呼吸困難、言語障害、全身の皮膚がただれてはげ落ちなどの症状が現れる。さらには肝不全や腎不全の症状を起し回復しても小脳の萎縮や言語障害、運動障害や脱毛などの後遺症が残ることもある。手に触れただけでも皮膚が炎症を起す。



毒 ドクササコ

分類：キヌメ科パラピストアス属

時期：秋

大きさ：傘5~10cm 柄3~5cm

毒成分：アトロシン酸、リチジン、チロビニル酸など

誤食するとまず目に違和感を覚え軽い吐き気が起こす。数日後に皮膚の知覚が敏感になり、指先や鼻先など体の末梢部分が赤く腫れ散く痛み、患部には水泡がでる。重症のケースでは壊死したり、はげ落ちたりもする。散痛は1か月以上も続くことがあるが決定的な治療法はなく、モルヒネなど鎮静剤も効かない。



毒 リキヨタケ

分類：リキヨタケ科リキヨタケ属

時期：初夏から秋

大きさ：傘10~25cm 柄1.5~2.5cm

毒成分：イルジンS、イルジンMなど

日本で最も中毒事故が多いきのこの一つ。誤食すると食後30分から1時間程度で嘔吐、下痢、腹痛、下痢など胃腸系に症状が出る。重症の場合は脱水、低血圧、ショック症状、アシドーシス(血液が酸性に偏る)こともある。





胞子

きのこは“胞子”で増えます。きのこの胞子には生殖に必要なすべてが入っています。植物の種や花粉はきのこの胞子と似た役割をもちますが、胞子のほうがはるかに小さく空中に飛び出した胞子は気流によって運ばれ遠くまで飛んでいきます。胞子の大きさは $10\mu\text{m}$ 前後でだいたいのは $5\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ の間の大きさです。 $10\mu\text{m}$ はだいたい髪の毛の太さ(0.1mm 前後)の100分の1のサイズで“肉眼でしか”と見ることはできません。栄養分をたくさんもては重くなり、軽すぎると栄養が足りず舞い降りた場所で定着に失敗する確率が高くなるのでこれが気流に乗れる最適な大きさなのです。

きのこの傘の裏から微細な胞子が大量に放出されています。一つのきのこ(子実体)から毎秒約30000個の胞子が放出されており、毎日数十億個、毎年数千万トン胞子が放出されていると考えられます。きのこは空気中の湿度が高くなる夜により多くの胞子を出します。

きのこの戦略～胞子を飛ばす工夫～

子実体の役割は胞子を飛ばすことです。子実体に様々な形がある理由は、その胞子をいかにして遠くに飛ばすかという戦略が子実体の形にあらわされています。例えば、多くのきのこによくみられる柄は胞子が形成される部分をできるだけ上にもち上げ、胞子が風に乗る可能性を高めています。

きのこが胞子を拡散する方法は“飛ばす”だけではありません。虫や動物がきのこを食べ、はなれた場所でフンをする事で胞子を運ばせる種もあります。こうしたきのこは虫や動物に食べてもらうための働きかけを行っています。きのこは胞子を拡散してもらいたいタイミングで虫や動物が好むにおいを発し引き寄せます。

キノコケのなかま～乾燥につよい子実体～

キノコケは根元に短い柄のようなものがありますが、上に向かって伸びているわけではありません。キノコケは木の上の方に生えるので、子実体を上に持ち上げる必要がないからです。キノコケはふわふわしたゼラチン質の不定形なからだがを(お)り、雨が降ると水を吸い活動を始め、乾燥すると収縮しますが死んでしまうことはありません。

キノコケはゼラチン質を持つことで長い時間にわたって胞子を形成し続けることができるようになっています。



● チャダイゴケのなかま ～雨の粒を利用する～

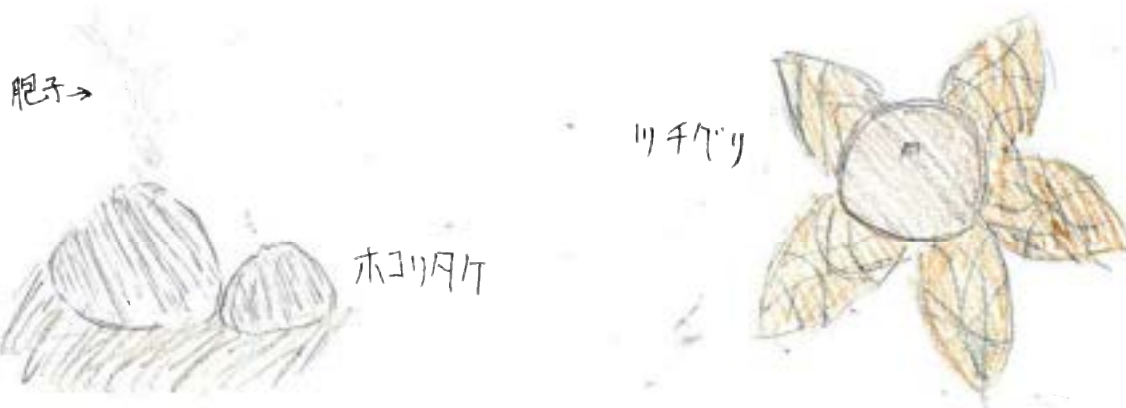
チャダイゴケというきのこは通常1cmに満たない小さいコップのような形をしていて、コップの中に胞子の塊を約30個整然と並べ雨を待ち、コップの中に雨滴が入ると、コップ全体が揺れ、丸い胞子塊が上から順番に飛び出します。胞子塊には粘着性があるため、飛び出すと周囲の草など付着します。チャダイゴケの種類によっては胞子塊にヒモがついており、それも草に絡まる被害を果たします。草に付着した胞子塊は、夏がすぎて、草が枯れ倒れると、草の重なりあつた場所をすみかとする腐生菌として生活を始めます。また、草食獣のフンの上に子実体をつくらせて草の上に胞子塊を飛ばす種類もあつた。



● ホコリタケやツチクツリのなかま ～雨の粒を利用する～

これらのきのこは丸い形をしており、胞子の成熟とともにふくれ、内部が糸くず状の弾糸と胞子の塊になるのですが自力では噴出できません。頂端に1箇所、孔を開き、雨粒などによる外から力がかかると、ポッ、ポッと頂孔から胞子を噴出し分散させます。

ツチクツリはかわいて厚い皮がまるまって胞子袋まるようにつつまっています。雨にぬれると、皮はひらいて胞子袋がでてきて同じように雨によって胞子を噴出させます。



● トリュフやショウロのなかま ～動物や虫を利用する～

食用菌として有名なきのう菌類のトリュフや、日本のマツ林に見られる担子菌類のショウロ等は、地面の下できのこが成熟し胞子を形成する地下生菌です。地中は乾燥する心配が少ないのですが、胞子を飛ばす風も雨粒もありません。地下で成熟するきのこの中には、胞子が成熟すると強い香りを出すものが多く、昆虫やネズミなどのけい菌類などをひきつけ食べてもらいます。きのことともに食べられた胞子はフンにまじりあちこちに散布され、胞子分散をその動物に託します。



トリュフ

● スッポンタケのなかま ～動物や虫を利用する～

腹菌類のスッポンタケなどは胞子分散を昆虫などに依存します。子実体は卵状の幼菌から伸びだし、その頂端にはねはねとした胞子塊、ゲレバと呼ばれる胞子をふくんだペースト状の粘液がたまりついています。ややフルーリのようなにおいや強烈な腐敗臭を発しハエなどを呼びよせ、着地したハエの足や羽に胞子はくっついて運ばれていきます。



スッポンタケ

● ヒトヨタケ

ヒトヨタケは自ら酵素を分泌し、木材を溶かし、インクのような液体状とし、水流とともに胞子を散布します。



胞子拡散のために生き物を操る!!

きのこが化学物質で周りの生き物を操るのは、食べてもらいたいときは「かりて」はありません。

胞子をつくらしている途中で食べられてしまうと子孫を残すことができないため、こうした段階のきのこは毒などで食べられないよう身を守っています。そして、胞子を散布する時期には毒をやめ、食べていいというメッセージを発することで行動をコントロールしているのではないかと考えられています。実際、毒があるベニテンタケをシカヤリスが食べている様子が報告されたこともあります。

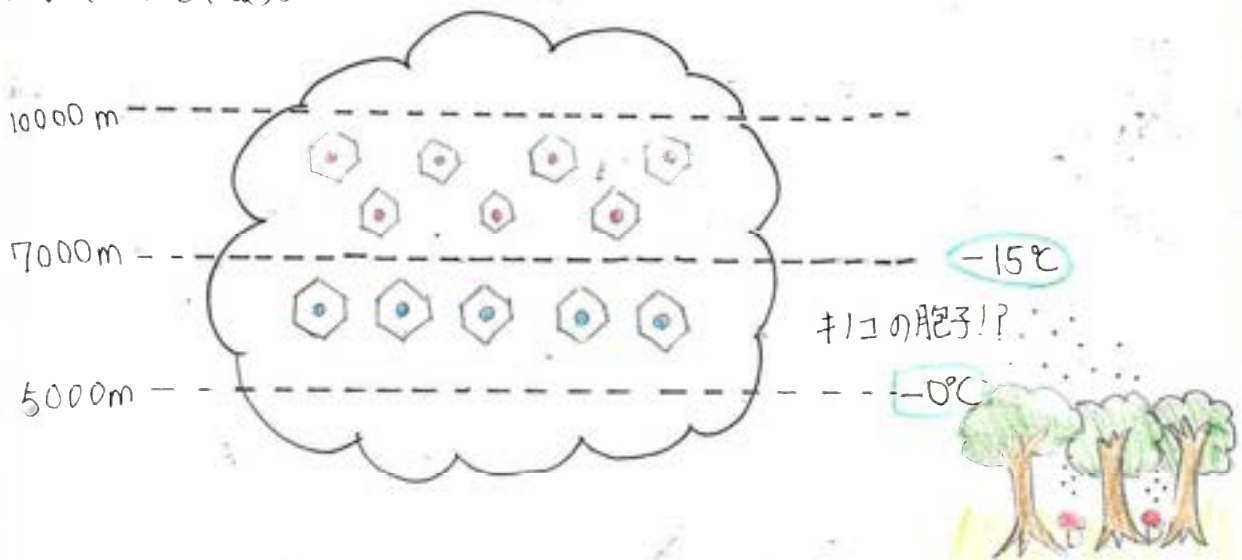
きのこの胞子が雨を降らせる!!

最新研究できのこが天気にもじょうを与えている可能性があるとされています。
雲は大気中の微細な粒子を核として、周りの水蒸気がくっついて凍った氷の粒「氷晶」によって形成されます。これまで、 -15°C 以下の低い温度でできる雲は、鉱物など無機物が氷晶の核となっていることがわかっていましたが -15°C 以上になると無機物は氷晶を形成できないため低い高度でどのような物質が氷晶の核となっているのかは明らかになっていませんでした。

ある実験できのこのなかまの細胞と鉱物粒子をそれぞれ水に浸し、人工的に温度を下げたところ -15°C を下回ったところできのこの細胞はいいいに凍り出しました。きのこの細胞が持つたくはく質の構造にはまわりの水分を連鎖的に凍らせる性質があるためではないかと考えられています。

多くのきのこの胞子はまん丸ではなく、ゆがんだ形をしており、少しくぼんだところには空気中の水分が水滴としてたまりやすくなっています。さらに胞子の表面には水分を効率的にとらえるような成分がうくまれており水滴がつきやすくなっているのです。

雨季には相当な数のきのこが生えることから上空にもたくさん胞子がとったついているはず。そして上空をたどる胞子は「核」として水分を集めて雨粒となっておちていくかもしれないのです。きのこの成長に重要な役割を持つ雨をきのこ自身の胞子が原因となって降らせているということです。まだまだ本格的な研究が始まればかりですがこれからの研究で明らかになっていくことでしょう。





きのこの生活環

ライフサイクル

きのこの一生は、子実体から飛ばされた胞子からはじまります。

ひとつの子実体からは数億個もの胞子が放たれ、湿度や温度の条件がみたされた場所にたどりつくと発芽し、菌糸を伸ばします。この菌糸は核を一つだけ持った**一次菌糸**といい、遺伝的に均一な核を持っています。一次菌糸はそのままでは長く生存することができず、子実体を形成することはできません。一次菌糸には性があり、性的(遺伝的)に異なる一次菌糸に出会うとたがいにやう合(菌糸やう合)し、**二次菌糸**となります。この時、核はやう合せずに一つの細胞内に遺伝的に二つの核をもった二次菌糸となります。子実体を作ることのできるのはこの二次菌糸で、きのこの大半はこの二次菌ですこします。

菌糸が増殖し、発生に適した環境になると原基といわれる子実体の芽が形成され、これが地上や地中で子実体として成長し再び胞子を形成します。



●子実体ができる

多くの場合雨が降る
気温が下がる(または上がる)
など様々な環境の変化が刺激
によって子実体ができる。

●きのこのヒダで胞子で形成される

担子器

子のう器

●菌糸は先端から分か
れて放射状
に広がっていく。

●菌糸体が大きくなる。

●胞子を飛ばす。
風や虫に運ばれる。

●生育に合った環境にたど
りつくと発芽する。
(一次菌糸)

●成長を
続ける。

●一次菌糸が成長:

●^{さう}融合(二次菌糸)
性別のちがう一次菌糸同士が
出会うと融合して核が2つの
二次菌糸になる。



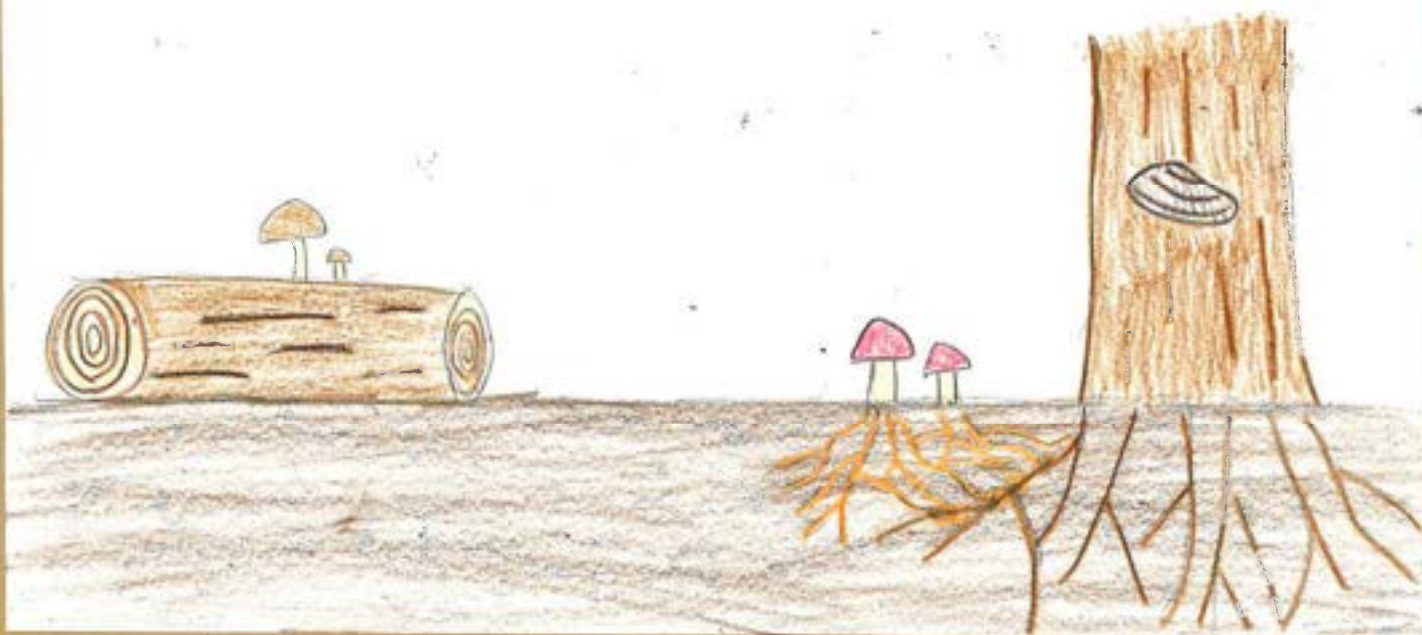
きのこのはたらき

きのこを含む菌類は、倒木やかれた葉、動物の死骸などを分解して自分の栄養にして土にかえし、地球において生態系を維持する重要な役割をはたしています。菌類のはたらきのおかげで、山で木が倒れたり、動物が死んだりしても、倒木や動物死骸でいっぱいになります。また、きのこが分解するときには無機物と呼ばれる植物の成長に欠かせない栄養が作られ、その栄養を取り入れて植物が育ちます。植物は光合成による無機物を有機物に変え、動物はその植物を食べることで生きるために必要なエネルギーである有機物を得ています。森林の生命のサイクルの中できのこはとても重要な働きをしています。

植物は光合成により無機物から有機物を合成する「生産者」。動物はそれを直接もしくは間接的にせ取する「消費者」。菌類は動植物の遺体や排泄物を再び無機物に分解する「分解者」となる者がバランスをとることでうまく物質が循環しています。

きのこは栄養をせ取する方法で大きく3つのタイプに分けられます。植物の死骸(木材、おち葉など)を分解して栄養を得るきのこを「腐生菌」、生きた植物の根に菌根を作り、植物に無機物を送るかわりに養分を得る共生関係をきずく、きのこを「菌根菌」、生きた動植物や他の菌類に寄生して、養分を吸収し、宿主を殺してしまうきのこを「寄生菌」といいます。

現在人工栽培が可能なシタケやタコなどの種はほとんどは腐生菌です。生きた植物と共生する菌根菌にはマツタケ、コシタケ、トリュフなど数多くの種類がありますが、これらのきのこは森の樹木との共生が基本なので人工栽培が難しいとされています。



腐生菌 ～生き物の死骸を分解するきのこ～

植物や動物の死骸や排泄物などを分解し、栄養を得ている腐生性のきのこのうち、枯れた木を分解する腐生菌を**木材腐朽菌**といいます。

木にはセルロースの他に、リグニンという成分がふくまれています。リグニンにはからだを支える他にも、木を腐りにくくする役割りがあります。リグニンを取り除くと木は分解しやすくなります。

木材腐朽菌には、リグニンを分解する**白色腐朽菌**（広葉樹に多い）と主にセルロースとヘミセルロースを分解する**褐色腐朽菌**（針葉樹に多い）があります。分解が進むと木は、白色腐朽菌は白色に、褐色腐朽菌は褐色になります。

動物は植物を構成しているセルロースやリグニンを分解できませんが、菌類はそれらを分解して植物の根が養分として吸収できるようにしてくれます。特に白色腐朽菌は、難分解性のリグニンを、単独で完全無機化する唯一の生物として知られています。

生態系の中では枯れた樹木の分解者として重要な役割りを果たしていますが、中には生きた樹木の中心（心材）に侵入し、樹木を弱らせてしまうこともあります。

分解の進んだ木材

褐色腐朽菌



アカキリタケ類、カンゾウタケ、
ハナビラタケ、マスタケ、
リカサルコシカケなど

白色腐朽菌



ヒラタケ、タモギタケ、シイ
タケ、サメコ、マイタケ、ユ
フキサルコシカケ、カワ
ラタケなど

保坂 健太郎 小学館の図鑑 NEO POCKET きのこPI29

● 菌根菌 ～生きた植物と共生するきのこ～

ほとんどの樹木は**菌根菌**と共生関係にあり、菌根菌は樹木の成長を助ける役目も担っています。木(特にマツ科やマツ科)の根を見るとあちらこちらにふつふつの根とは異なる肥大して分岐した先端が見られます。これは菌類と根が一緒になって作っている構造で**菌根**と呼ばれています。

菌根菌のきのこは地面から直接生えているように見えますが菌糸をたどっていくと木の根にたどりつきます。菌根菌は共生する植物の根が近くにあると土の中にいる胞子が発芽し菌糸を伸ばします。根の外側に巻きついたり、なかにまで入りこんだりして土中に張り巡らされた菌糸から土中の水分や窒素やリンなどの**ミネラル(無機物)**を樹木に提供し、その代わりに植物からは光合成でつくられた**有機物(糖類)**をもらいます。**従属栄養生物**である菌類は、光合成をして自分で栄養分を作り出すことができないからです。このようにおたがいが利益になる関係を**相利共生**と呼びます。

植物種の80%が共生関係にあるといわれており、菌根を形成した植物はそうでない植物に比べて成長が促進され、体が大きくなることが知られています。

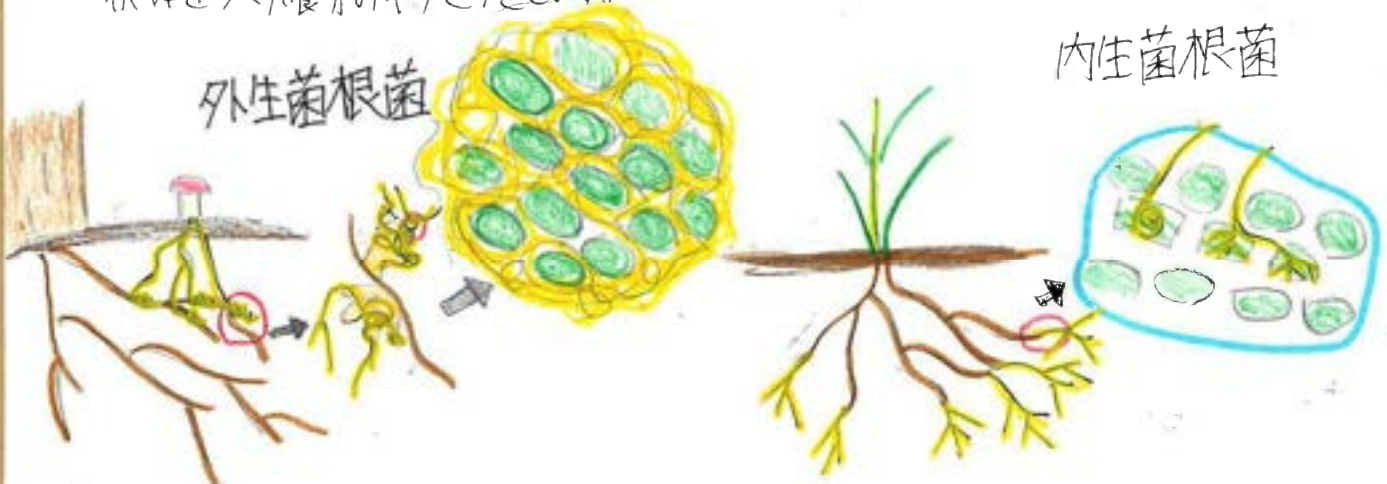
菌根菌は大きくマツ類が形成するタイプの**外生菌根菌**とスギ、ヒノキや多くの草本植物が形成するタイプの**内生菌根菌**に分けられます。

● 外生菌根菌

外生菌根菌は菌糸を根の細胞壁の外側をさや状に巻きつけて養分のやりとりをします。外生菌根菌は樹木で多くみられ、中でも有名なものが生きているアカマツの根と共生するマツタケです。海岸近くの石が浜や、山地の尾根筋の岩場、栄養分の少ない岩場など、悪条件の環境でもマツが生き残っているのは、これらの菌根菌が水分や栄養分を集めてくれるおかげです。

● 内生菌根菌

内生菌根菌は菌糸を根の細胞壁の内側に侵入させます。細胞内に菌糸が枝分かれした樹枝状体をつくり、養分のやりとりをします。



きのこを利用するすうい植物

植物は光合成をして自分で栄養をつくり出すことができますが、なかには光合成を行わず、菌類の栄養を一方的にうばってくらしているものもあります。自分の根に他の樹木と共生関係にある菌を共生させてそこから無機物だけでなく、有機物も得ています。そのような植物を「菌従属栄養植物」と呼びます。菌従属栄養植物はツツジ科とラン科に多くみられます。葉緑素を失って白色をしていることも多く、葉は退化しています。利用する相手のきのこはだいたい決まっています。



保坂 健太郎, 小学館の図鑑 NEOPOCKET, きのこと, P.125

果物づくりに役立つアーバスキュラー菌根菌

菌根菌の中でもアーバスキュラー菌根菌は果樹栽培など農業用に市販もされています。ただ、この菌根菌はアブラナ科の植物の根には共生しないことが知られています。アーバスキュラー菌根菌は植物生育に必要な肥料の一つであるリン酸を植物に供給します。リンは資源が少なく無くなってしまうことが心配されていますが、菌根菌を利用してリン酸を節約する研究がされています。

昆虫と共生するきのこ

きのこは共生しているのは植物だけではなく。

ヒトケタケというきのこは、カブトゴミムシダマシという昆虫などと共生しています。このきのこは中が空洞になっていて、昆虫が卵から成虫になるまで安心して過ごせるすみかとなります。一方、きのこは、昆虫に胞子を付着させ、胞子を散布してもらうことで増殖を得ています。

日本南西部などに生息するタイワンシロアリは巣の中でオオシロアリタケというきのこを育てています。シロアリの仲間は樹木を食料としますが、タイワンシロアリは樹木をかたく丈夫にする物質であるリグニンを分解できないため、樹木の栄養分を得ることができません。そこでこのシロアリは、食べた樹木を「ぎらん」と呼ばれるふんのような形で巣の中に排出します。オオシロアリタケはこのぎらんにふくまれるリグニンを分解し、糖などの栄養を取り込んで成長します。こうして分解されたぎらんやぎらんに付着したきのこの菌糸を食べることでシロアリは栄養を得ています。

中南米には植物の葉を切り取って運ぶハキリアリはその葉を養分にしてきのこを栽培しています。ハキリアリの働きアリは3つに分類でき、外敵から巣を守る大型の兵隊アリ、大きくて強いなごをもっている葉を切り取って運ぶのが仕事の中型のアリ、中型のアリが運ぶ葉はのじに乗って寄生バエが仲間に卵を産みつけないようにする見張り役の小型のアリです。巣の奥には湿度・温度が管理された農園があり、アリたちはそこへきのこの菌糸を植え育ており雑菌があれば取り除いたりもします。

葉にふくまれる「セルロース」をハキリアリは消化することができないため、それをきのこに分解してもらい、できた糖分をアリが使っています。代わりにきのこは外敵から守ってもらい、大切に育てられています。

女王アリが巣立つときは、きのこの菌糸を必ず口に入れて運びます。両者には切りはなせない共生関係が成り立っているのです。



寄生菌 ～生きた動植物に寄生するきのこ～

寄生菌は生きた動植物や他の菌類に寄生し、一方的に栄養を吸収して宿主を死へと追いやります。樹林に寄生して病原菌となり枯らしてしまうナツメの一種や虫に寄生して殺しては冬虫夏草が有名です。冬虫夏草はかやせみの幼虫などに寄生して栄養を吸収し、きのこ(子実体)をはやします。冬は虫の姿だったものが夏は草(きのこ)として姿を現すので「冬虫夏草」と呼ばれるようになったといわれています。一見怖いと感じますが漢方薬などに利用されています。さらに昆虫の寄生菌は自然界で増えすぎた虫を殺してバランスを取りもどすという役割があります。



アリを操る菌

オフィオコリテアスという名前の菌に寄生されたアリは、歩き方がゾンビのように見えるので「ゾンビアリ」と呼ばれています。この菌は生きたアリに寄生してアリのあやついていると言われていて、菌にとって気温や湿度がちょうどいい高さの葉の上まで歩かせて、そこで落ちないように葉脈にかみつかせてから死なせる様子が観察されています。菌はそこできのこをつくらせて胞子を飛ばし、ふたたびアリに寄生します。





きのこ地球

●地球の救世主！「白色腐朽菌」

恐竜が誕生するよりもさらに大昔、古生代後半の**石炭紀**（約3億4千万年前～約3億年前）には、大型のシダ植物が地上で**繁栄**していました。この時代にはまだリグニンを分解する生物は存在していなかったため、シダ植物の**遺骸**は分解されずに**地中**に埋まって化石化し、時代の名前が表すように**石炭**となりました。シダ植物が**二酸化炭素**を体に取り込んだまま**石灰化**したので、**大気中の二酸化炭素量は激減**し、地球は寒冷化して**大規模な氷河**が形成され、この時代に**多くの生き物が絶滅**したといわれています。

そんな石炭紀の末期にリグニン分解能力を持つ**白色腐朽菌**が出現したことによって、シダ植物の遺骸は水と**二酸化炭素**に分解され、**二酸化炭素は大気に還元**されました。

リグニン分解能力を持つ**白色腐朽菌**が誕生し、**二酸化炭素が大気中に放出**されたおかげで、地球の温度を上げたためにこの**危機**脱することができたといわれています。**白色腐朽菌**のリグニン分解能力は、地球が現在の姿になるため欠かせない力だったのです。

現在の**地球**でも、もしきのこが樹木を分解できなくなったとしたら、枯れた木が**地面にたまっていき**、森が森として成り立たなくなるかもしれません。



●地球温暖化を防ぐ!!きのこ

本来、地球は動植物の活動で発生した二酸化炭素を植物が吸収するという自然界のサイクルがあり、バランスが保たれていました。

地球温暖化は、人間の活動が活発になったことで、温室効果ガスである二酸化炭素の排出量が増加することによって起きました。

植物は光のエネルギーを使って二酸化炭素から各種の糖などの有機物を作り出します。その際、大気中の二酸化炭素は植物に吸収され、有機物は植物の体をつくると共に、植物を食べた動物、さらにその動物を食べた動物の体に吸収されます。やがてそれらの動植物が死骸になると、菌類などの微生物は、死骸にふくまれる有機物を分解し、そこから自分たちの栄養を**取り**出します。

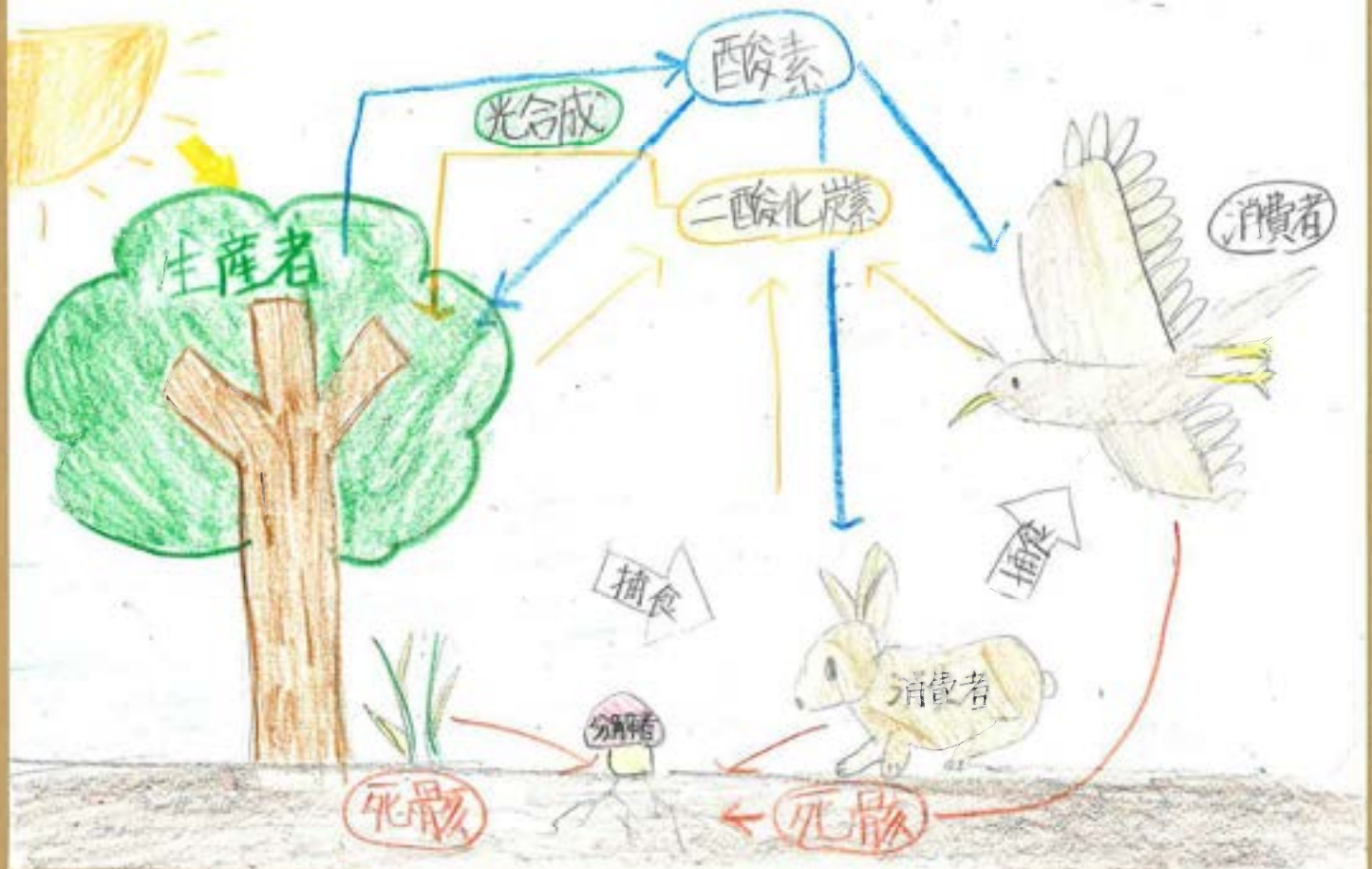
菌類によって有機物が分解される際に、二酸化炭素が排出され、大気中にもどった二酸化炭素は再び森や農地の植物に吸収されて有機物となります。こうして、二酸化炭素は形を変えながら地球の中をじゅんかんしています。

植物が自然のサイクルの中で行っている、二酸化炭素を有機物(炭素)に変える働きを**炭素固定**といいます。二酸化炭素は大気中にあれば温室効果ガスとなり、温暖化を引き起こしてしましますが、有機物のなかに組み込まれて生物の体や土じょうなどにとどまっている間はそうした作用を持ちません。二酸化炭素じゅんかんのバランスを修正するためには、人間の活動による二酸化炭素の排出を抑制するだけでなく、植物による炭素固定を促進することが必要です。炭素固定の主役となるのは植物であり、それを緑の下で支えるのが菌類などの微生物です。

二酸化炭素がじゅんかんするサイクルの中で、菌類は、**“有機物のなかに固定[炭素固定]”**と**“大気中にもどす”**の2種類の働きをしています。**“有機物のなかに固定[炭素固定]”**の働きの分かりやすい例が、菌根菌と樹木の共生です。菌根菌は樹木の根に住み着き水分や窒素、リンなど、植物にとって必要なものを地中から取り出して植物に供給する代わりに、樹木から有機物を受け取りたくわえています。また、腐生菌類が動植物の死骸にふくまれる有機物を分解する際には、二酸化炭素が排出され、**“大気中にもどす”**だけでなく、分解物の一部が土じょうの栄養分となり、土を豊かにします。その結果、植物がよく育ち、二酸化炭素を吸収する力が高まります。

地球温暖化を解決するには、菌類の助けを借りて植物の働きを促進し、二酸化炭素（ゆんかんのバランスを正常にもどすことが必要です。

SDGs 目標13: 気候変動に具体的な対策を Climate action



「炭素の貯蔵庫」

植物は、二酸化炭素を吸収し光合成によって有機物(炭素)に変え、葉や幹など様々な場所にたくわえますが、その**7割**以上は地下に運ばれます。地下の菌根菌は樹木の根に栄養素と水を供給する見返りに、樹木が光合成でたくわえていた有機物(炭素)を提供されます。菌根菌が植物から供給された炭素は、何千年ものあいだ地下にとどまることができます。菌糸体が死んでも、炭素はその内部に長期間保存されるという。菌糸体は**「炭素の貯蔵庫」**の役割も果たしています。

● 農作物の栽培に役立つきのこ 自然栽培

自然栽培とは自然の生態系が持つ物理的・化学的・生物的な働きや仕組みを活かし、無農薬・無肥料で農作物を育成する栽培方法です。環境を汚染せず、肥料をこするコストがかからないためメリットが大きいのですが、植物が成長するためには病気や害虫から守ったり、栄養を摂るよう手助けしてあげたりする土壌微生物や、土壌動物が土の中にいることが大切です。

農作物が育つのに最も必要な栄養素は窒素、リン酸、カリウムの3つです。土壌の中に住む菌類などの土壌微生物は、これらの栄養素を農作物が取り込みやすくします。

土壌微生物である菌根菌は、農作物の根に菌根という共生体を作り、農作物にリン酸を供給します。土の中に存在する菌根菌の一部が農作物の根の中に入ると、光合成によってつくられた有機物(炭素)をもらって外生菌糸という細胞を土の中に広く伸ばし、根から遠く離れたところからでもリン酸を運んでこられるので、農作物はより多くのリン酸を吸収することができるようになります。植物は菌根菌がなくても育つことができますが、根の周りのリン酸しか吸収することができないため、いずれ根の周りからリン酸が足りなくなってしまうのです。そのため、農家はリン酸が不足しないように大量のリン酸肥料をまく必要が出てしまいますが、これが土壌汚染や過栄養につながり、土壌の生態系のバランスを崩すことにつながってしまうため、菌根菌を活用することで土壌に負荷をかけずに栽培することが可能になります。

SDGs 目標2: 飢餓をゼロに

Zero hunger

SDGs 目標12: つくる責任 つかう責任

Responsible consumption, production

● 環境汚染問題ときこの バイオレメディエーション

難分解性の化学物質、ダイオキシン類やPCB(ポリ塩化ビフェニル)などの処理には通常、熱分解や化学処理などの方法がとられます。しかしこれらの方法が有効なのは、汚染物質がまとまっている場合のみで土壌汚染のように汚染物質が広い範囲に拡散している場合には、対処が困難です。そこで開発が進められているのが、“**バイオレメディエーション**”です。微生物(バクテリア)の力を利用して、有害物質に汚染された環境を修復する(レメディエーション)技術です。きのこには細菌が分解できない化合物も分解できる能力があるため、バイオレメディエーションへの利用が期待されています。

ダイオキシン類やPCBの分解に利用されるのは、植物の木質部分を強固にしている**リグニン**という難分解性の化合物を分解できる**白色腐朽菌**です。ダイオキシン類やPCBの構造はリグニンに似ているため、白色腐朽菌の中に、これらの汚染物質を分解できるきのこが存在するのです。

白色腐朽菌は汚染物質を自ら細胞の中に取り込んで分解します。分解の過程にはまだ不明な点も多くありますが、最初の段階で「シトクロムP450」という酵素が働いて、汚染物質を水に溶けやすい性質に変えて分解反応を進めやすくし、リグニン分解酵素群と呼ばれる酸化還元酵素が汚染物質を酸化することで原子間の化学結合を切れやすくし、分解が進むと考えられています。

また、工業利用するにはまだ技術開発が必要ですが、プラスチックを分解するきのこも見つかっています。きのこは分解者として環境汚染問題の解決に大きな可能性をもっています。また、環境汚染物質のほかにも、毒ガス兵器のひとつである「イペリット」を完全に分解することができたという報告や、植物にとって有害なアルミニウムなどの金属を無害な状態に変える種類もあり、そうした菌類の力をうまく借りることで、植物が育たないような荒廃地でも緑化を進めることができるようになるのではないかと期待されています。

SDGs目標3: すべての人に健康と福祉を

Good health and well-being

SDGs目標15: 陸の豊かさも守ろう

Life on Land

●ダイオキシン

ダイオキシンとはひとつの物質を指す名称ではなく類似の性質を持つ化合物の総称で、ダイオキシン類と呼ばれます。ダイオキシンは塩素を含む物質が不完全燃焼したときに発生するほか、過去には一部の農薬に不純物として含まれていました。環境中から人が摂取するダイオキシンは少量であると考えられますが、工じょうや河川などの底にちく積されたダイオキシンへの対策が課題となっています。

●PCB(ポリ塩化ビフェニル)

PCB(ポリ塩化ビフェニル)は人工的に作られた油状の化学物質です。不燃性、電気絶縁性など化学的に安定した性質を持っているため、電気機器の絶縁油や溶剤など、様々な用途に使用されていました。PCBは脂肪に溶けやすいため、慢性的に摂取すると体にちく積し、様々な症状を引き起こします。現在はPCBの製造および輸入が禁止されていますが、保管されているPCBの処理が問題になっています。

有害物質の中でも、とくに①難分解性②高ちく積性③長距離移動性④有害性を持つものは「残留性有機物質(POPs: persistent Organic pollutants)」に指定されており、ダイオキシン、PCBのいずれもがPOPsの対象物質です。

化石燃料の使用を減らす! 第2世代バイオエタノール

現在、世界では多様なエネルギー問題に直面しています。石炭や石油など化石燃料量の埋蔵量は有限で、このまま使い続けると、石油や天然ガスは約50年、石炭は約130年で足りなくなってしまうと予想されています。また、化石燃料の消費は二酸化炭素を発生させるため、地球温暖化の深刻な原因になります。

化石燃料に代わる新しいエネルギーの一つとして注目されているのが「バイオ燃料のバイオエタノール」です。バイオエタノールは、バイオマス(バイオ=生物資源、マス=量)を酵母で発酵させて製造するエタノールです。バイオエタノールを燃焼させたときに排出される二酸化炭素は、原料となる生物資源が成長する過程で空気中から取り入れたものなので「カーボンニュートラル」(二酸化炭素の全体量がプラスマイナスゼロ)であるとされています。

現在、バイオエタノールの主な原料とされているのは、技術的な点から、トウモロコシやサトウキビです。これらを原料とするバイオエタノールを第1世代バイオエタノールと呼ばれています。しかし、トウモロコシやサトウキビは食物であるため、将来食料不足などが起きた場合には問題が生じる可能性があります。そこで、木材や草本など地上に最も豊富にある非可食のバイオマスを原料とした、第2世代バイオエタノールの開発が進められています。

第2世代バイオエタノールの実用化するにあたっての問題点は、植物の木質にふくまれている分解するのが非常に困難な「天然の防腐剤」とも呼ばれるリグニンの存在です。木材などからエタノールを抽出するには、まずこのリグニンをセルロースやヘミセルロースから取り除く「前処理」が必要です。リグニンを取り除いた後に「糖化」「発酵」というステップを経てエタノールが抽出されるのですが、リグニンを取り除く「前処理」の工程に手間がかかってしまうために製造コストが高くなり、普及のネックとなっています。また、リグニンを取り除くには、高温、高圧下で酸やアルカリなどの薬品を使用するため、環境への負荷も無視できません。

そこで、**白色腐朽菌のリグニン分解能力**を利用することができれば、木材などからエタノールを製造するのに手間のかかる「前処理」が必要なくなります。また白色腐朽菌であれば常温・常圧でリグニンを分解できるため、環境への負荷も抑えられます。現在、産業利用に適するような分解効率の高い菌の探さくされており、すでにいくつかの高リグニン分解能力を持つ菌が見つかっているようです。

さらに、白色腐朽菌の中には、シロアミタケやアラゲカワラタケなどのように、**アルコール発酵能力**を合わせ持つ種類もあります。それらを使うことで、**前処理・糖化・発酵**を1つのプロセスにまとめた、**収率の良いエタノール生成の可能性も広がっています。**

SDGs目標2: 飢餓をゼロに

Zero hunger

SDGs目標7: エネルギーをみんなにそしてクリーンに

Affordable and clean energy

● 栄養満点! きのこの代替肉 マイコプロテイン

近年、代替肉などの代替タンパク質の需要がスピーディーに拡大しており、その背景には、大きな3つの社会課題があります。

- ・生活習慣病の予防や健康志向の高まりのため。
- ・動物倫理に配慮した社会実現のため。
- ・人口増加による食料不足の解消や環境保全のため。

代替タンパク質には、植物性タンパク質、培養肉、微生物、昆虫類、藻類などがあります。

代替タンパク質には、**畜産業に起因する温室効果ガスの削減や環境負荷の低減**につながるというメリットはありますが、代替肉を作る時にも、その多くは二重三重に加工されており、**自然食品**ではない、という点や、環境への負荷があるのではないか、という声もあります。

そこで今、代替肉市場において、注目を集めているのがきのこをふくむ菌類の作り出す菌糸を培養・加工して作られるタンパク質「**マイコプロテイン**」です。

マイコプロテイン、すなわち「きのこ肉」が代替肉素材に適している理由は次の通りです。

- ・成長スピードが早く、**コストの低減と量産化**が可能になる。
- ・食用肉と似たせんい状構造を持つため、鶏肉や赤みの肉に似た**食感**が味わえる。
- ・低脂肪高タンパク食品として、代替肉の中でもより**栄養価が高い**。
- ・大農地で生産する植物性タンパク質よりも**環境負荷が小さい**。

きのこ由来の代替肉はその他の素材と比べても、高タンパク質・高栄養食品であり、加工プロセスが少なく、効率的な供給システムを構築できます。きのこをはじめとする菌類は、**栄養分と環境さえあれば完全無農薬で**作ることができ、添加物の使用も最小限に抑えながら、動植物よりも短期間で大量に生産することが可能です。

加えきのこは、**動物でも植物でもない、自然の中間的な存在**であることから、動物や植物の良いところ取りをしようという優れた栄養効果があります。一般的に、**食物せんい**やビタミンB群、セレン、シズンD、カリウムやリンなどのミネラル類が豊富な上、低カロリーで、様々なアミノ酸(タンパク質)が豊富に含まれるため、きのこ特有のうま味が強いため、特徴として栄養素や旨味のあるマイコプロテインは注目されています。

SDGs目標2: 飢餓をゼロに

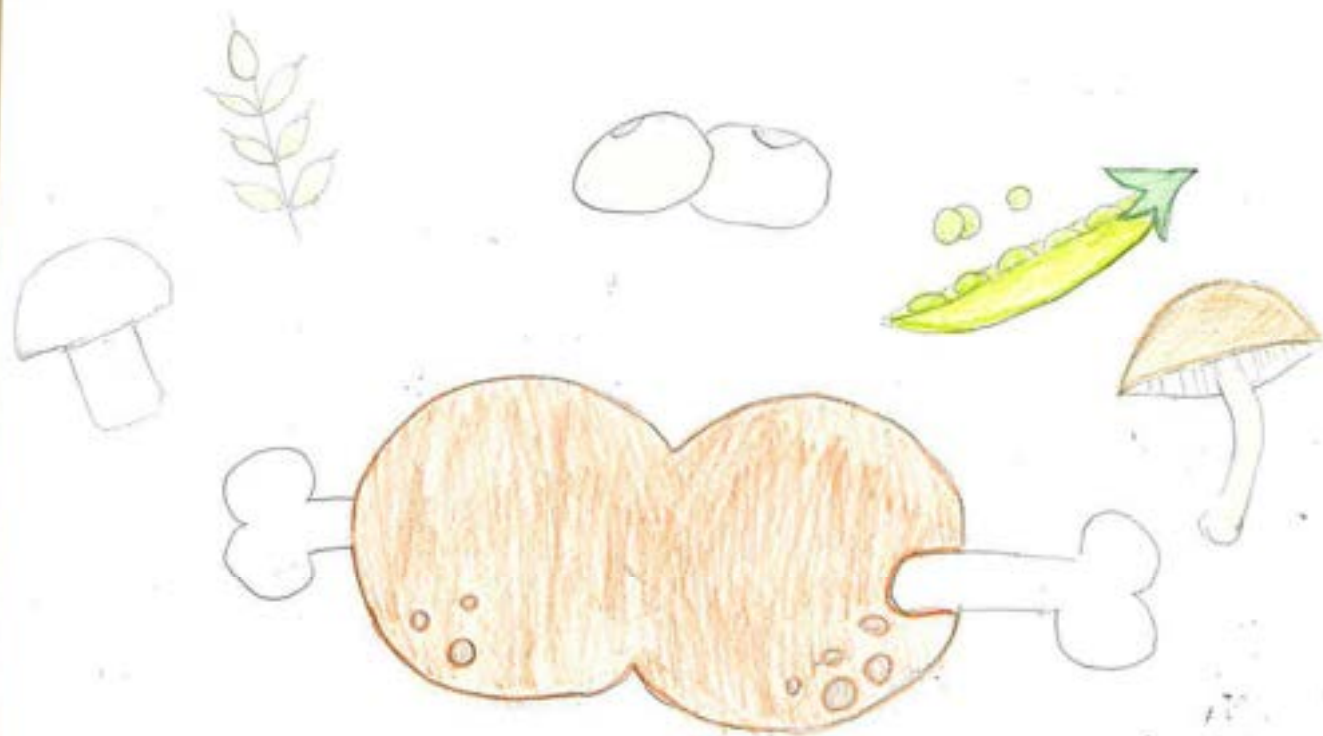
Zero hunger

SDGs目標12: つくる責任 つかう責任

Responsible consumption, production

SDGs目標13: 気候変動に具体的な対策を

Climate action



マッシュルームレザー

近年様々な業界において「サステナブル(持続可能)」であることが求められるようになりました。その動きの中で注目されているサステナブルな生地素材の一つが、植物由来の「ヴィーガンレザー」です。天然皮革や合成皮革に比べて環境への負荷が少なく、動物愛護の観点からも望ましいレザーの代替素材です。そのヴィーガンレザーの原料として、きのこの菌糸体を原料としたマッシュルームレザーが注目されています。

菌糸体は、せい状で、マッシュルームのようにふっくらとした見た目をしています。マッシュルームレザーの製造は、この菌糸体の胞子をシートに植え付け、おがくずや有機物を与えて、温度・湿度を調整した室内で菌糸体を育成します。成長した菌糸体を圧縮してマット状にし、なめしや染色といった加工を経てマッシュルームレザーとなります。菌糸体は2週間程度で成長するので、製造にかかるエネルギーも少なく、高効率で素材を作ることができます。また、菌糸体を収穫した後の培地は、次の菌糸体育成のための堆肥となるため、無駄がありません。素材としての特徴は摩擦などにも耐える高い耐久性があり、見た目・質感のみならず品質も天然皮革に匹敵します。プラスチックを使った合成皮革に比べるとひんやりするのに対し、マッシュルームレザーの手ざわりはやわらかく暖かなこともみかです。

マッシュルームレザーで作られた製品は、現段階ではまだ完全にプラスチックフリーではないため自然分解できませんが、ゆくゆくは、使用を終えた後に自然分解できる製品の開発が目指されています。

SDGs 目標12: つくる責任 つかう責任

Responsible consumption, production

〈天然皮革〉

天然皮革は、牛や豚、羊などの家畜の皮から作られるレザー。天然皮革については、家畜の飼育によって多くの温室効果ガスが排出されることが問題となっています。その一つが牛のげっぷで、げっぷにふくまれるメタンガスの温室効果は二酸化炭素の25倍。世界全体で見ると、家畜のげっぷで排出されるメタンガスは、温室効果ガスの4%にあたるそうです。また、牧草地を開拓するための森林伐採も問題視されているところです。天然皮革の原料に使用されているのは、主に食用の家畜の皮であるため、これらの問題は天然皮革といえども畜産業の問題とも言えます。しかし、皮革の加工に有毒な化学物質が使われていることには念すべき点であり、また動物愛護の点から天然皮革の使用に反対する考え方もあります。

〈合成皮革〉

合成皮革、いわゆるフェイクレザーは、布地にポリ塩化ビニルやポリウレタンをコーティングし、天然皮革の質感に似せたものです。天然皮革に比べると環境への負荷は小さいですが、製造過程に有害な化学物質が使用されています。また、ポリ塩化ビニルやポリウレタンは石油を原料とするプラスチックなので、自然分解が非常に困難です。

〈ヴィーガンレザー〉

ヴィーガンレザーという言葉に関してはけいりみつな定義はなく、動物由来ではないフェイクレザー全般の意味で使われることもあれば、プラスチックを使ったフェイクレザーと区別して植物やきのこの菌糸体由来のものをさす場合もあります。植物由来のヴィーガンレザーは、はいきりんごを使ったアップルレザーやパイナップルの葉を原料にしたパイナップルリーフレザーなど種類も様々です。

●プラスチックの代わり)にきのこ？

身の回りにはプラスチック製品があふれています。しかし、プラスチックは非常に自然分解しにくい材料のため、細かくなったマイクロプラスチックによる環境汚染や、原料となる石油の枯渇など、様々な問題があります。

これらの問題を解決するために開発されているのが、菌糸体を使った代替プラスチックです。中でも実用化されつつあるのは、菌糸体をベースにした梱包材です。麻のせんい工場から排出された麻の皮と菌糸体で作られた梱包材は、乾燥状態では非常に安定した素材でありながら、細かく砕いて土に埋めれば堆肥にすることができます。従来の梱包材であるプラスチックの発泡スチロールに代わるものとして期待されており、すでにスウェーデン大手家具メーカーのイケアやコンピューターメーカーのデルでは使用の取り組みが始まっています。

また、美容業界で利用されているメイク用のスポンジや、スリッパなど使い捨てプラスチックに代替する菌糸体の製品開発も進んでおり、今後さらにそのに熱い視線が注がれると考えられます。

SDGs目標12: つくる責任 つかう責任

Responsible consumption, production

SDGs目標13: 気候変動に具体的な対策を

Climate action

SDGs目標14: 海の豊かさを守ろう

Life below water

● 建築にもきのこ!?! きのこレンガ

低コストで環境にやさしいサステナブルな建築材料として、きのこをベースとした建材も注目されています。

建築材料に使われるのは、きのこの菌糸体の部分で菌糸体は乾燥させると非常に固くて軽い性質を持ちます。

きのこの菌糸を使ってつくる建材「きのこレンガ」は、菌糸体と農業廃棄物などを組み合わせで作られます。例えば、わらなどの農業廃棄物を母材にして菌糸体を培養すると、菌糸体は母材を分解しながら全体に菌糸を張り巡らせます。必要な形に成長したところで乾燥させて菌糸体の活動を止めれば、耐火性、断熱性、軽量性という優れた性質を備えたきのこレンガが完成します。きのこレンガは新しいバイオ素材として注目を集めています。

SDGs 目標12: つくる責任 つかう責任

Responsible consumption, Production

SDGs 目標13: 気候変動に具体的な対策を

Climate action



きのこをまもる

環境を破壊し、空気や土や水を有毒な化学物質やガスで汚し、気候にも影^{かげ}きょうを与え、多くの植物や動物や菌類の種を絶滅させています。

地球は1900年にくらべ、およそ100年間で、きのこも育つ場所や子実体を作る時期が変わりがつつあります。

例えば、オシロカラカサタケやニホシメジというきのこは、もともと沖縄や九州というような温暖な地域で知られていましたが、最近では、関東地方でも普通に見られます。(もしかしたら菌糸の状態ではずっと昔から関東地方に存在していて、それが最近になって、子実体を作るようになっただけということも考えられます。)

石油や石炭などの化石燃料を燃やして出るガスは、空気や土や水を汚しています。工場や農地で使われている化学物質も、水や土を汚し、肥料のせいで、窒素がたかさん土に加わり、そのため、植物のパートナーとなるきのこが減っています。

マツタケは発展による生活環境の変化により減少しているきのこのひとつです。

マツタケの減少は、おし獲が原因という人もいますが、おそらくそうではありません。地面に広がる菌糸をまるごと採集してしまうわけではなく、マツタケはやせた土地を好む菌根菌なので、下草がおいしくあらず、落ち葉も少ない、やせた松林が適しています。1950年代ころまでは、燃料のためのまきを得るために松林に定期的に入り、下草を除去するなどの手入れをしていたため、マツタケの好む生育環境でした。しかし、ガスが普及してくると、まきを採る必要がなくなり、林は放置され下草がおいしくなる。マツタケの発生に不適な林が多くなってしまったのです。

きのこ(菌類)がいなければ私たちの住む地球の生態系はおかしくなってしまいます。

地球温暖化や環境汚染も原因の一部ですが、きのこの生態を知り、生育環境を守ることもきのこの助けになります。

●とらない

ヒマラヤなどの高地の草原では、薬になると信じてとっている人がいるため、いも虫が食べる冬虫夏草が絶滅しそうになっています。野生のきのこを見かけても、とらないようにしましょう。

●もっと自然に

動物を飼う牧草地には、今では、はやく育つれすかな種類の牧草だけが植えられ、それを育てるのに肥料が使われています。きのこに必要なのはいろいろな植物が生えていて肥料の少ない土です。花のさきみだれる天然の草地を守らないといけません。

●枯れた木はそのままに

ぬすらいきのこの中には、くちはてるのに時間がかかる大きな老木を倒木がないと育たないものもいます。森の中、倒木や枯れ枝はそのままにしておいてください。森に落ちている枝は、きのこにとり貴重な食べ物です。

●古い木を守る

きのこが老木の真ん中を腐らせるのは、木の一生の中で自然に起きることです。それによって、虫や小動物、鳥のすみかができます。多様な動植物の住む森は多くのきのこを育てます。古くて空洞のできた木を切り倒してはいけません。



おわりに 感じたこと 分かったこと

私は、きのこについて調べて色々なことを学びました。きのこの知識があまりなかったからか、調べるのがとても楽しかったです。
難しい言葉も多かったのですが、たくさんの新しい専門用語や言葉を学ぶこともできました。

きのこの生態はおどくことばかりでしたが、特におどろいたことは、きのこの大きさです。きのこの本体は地下にあり、私たちが目にするきのこは花や実の役割りをしていること。地上で見えている部分はからだのほんの一部であり、その下(土の中)に何倍もの菌糸が広がっていることを初めて知りました。菌糸が地下に広くはりめぐらせているということにもおどろきましたか。世界最大のオニナラタケはその菌糸の広さが約30メートルのシロサがスクジラよりも大きいという事実は今回調べた内容の中で一番おどろきました。

また、ただ広がっているだけでなく森の木と共生関係にあって木に栄養を与えている存在だということも初めて知りました。

きのこの形には様々な戦略が隠されていることも知ったので、これからは公園や山に行くときに、地面と地下にはりめぐらされた菌糸を意識して、色々な色、形のきのこを身近で見たいと思いました。

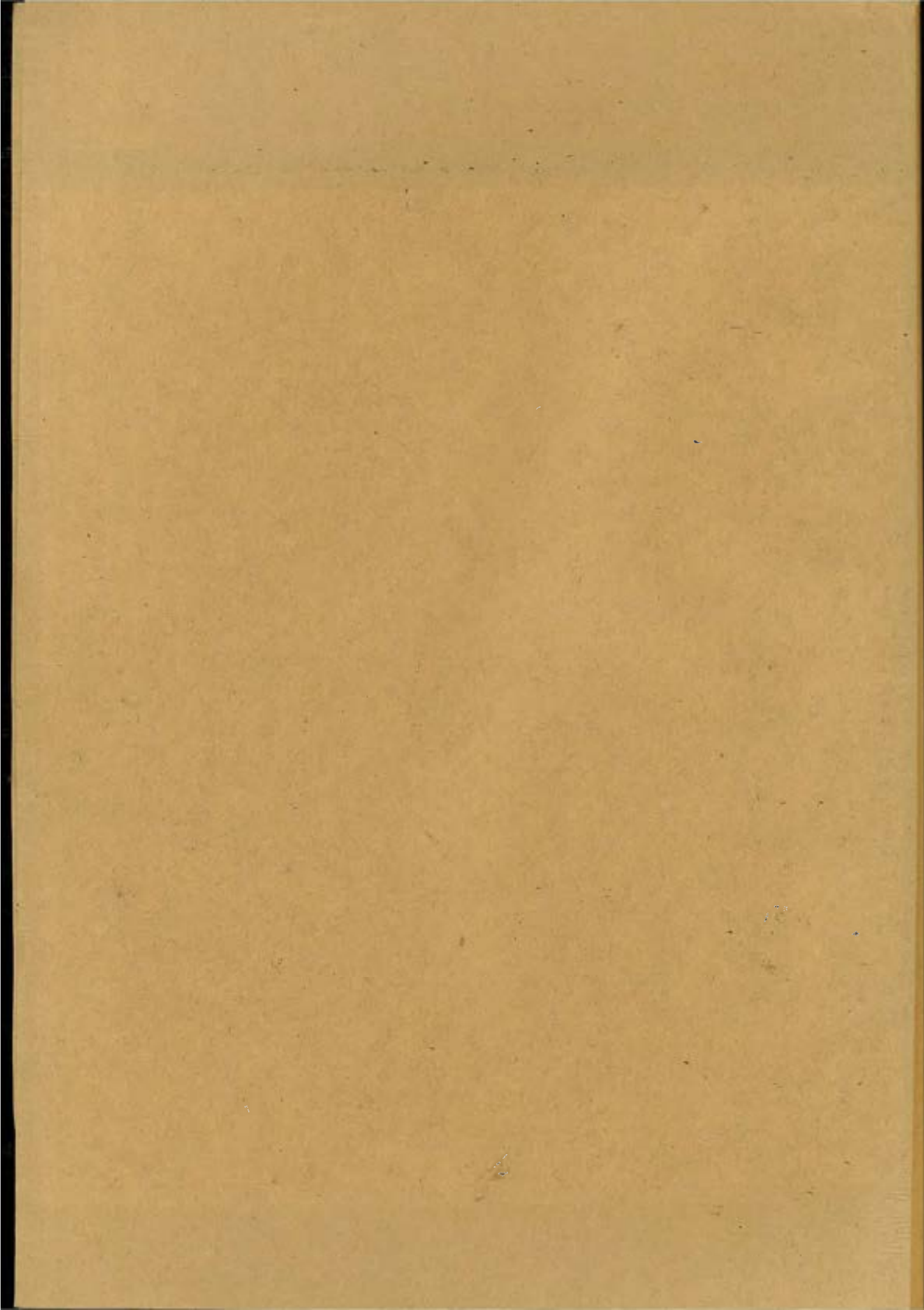
また、木材にふくまれているリグニンという物質の存在と、それを唯一分解できるのが“きのこ”だということも学びました。地球には人間をふくめた、たくさんの生き物が生きているのにリグニンを分解できる生き物は“きのこ”の白色腐朽菌だけで大昔、この白色腐朽菌がいなかったために枯れた木が腐らず、そのままの状態で積み重なって石炭になったということにもとてもおどろきました。枯れ木や落ち葉、虫や動物の死骸が“腐らない”ということは今まで想像もしたことがありませんでしたが、きのこ「菌類」をふくむ多くの微生物が存在して、はじめて分解されて土にかえり、そして栄養になっていくということを今回学習し、二酸化炭素のじゅんかんやカーボンニュートラルの内容をより深く理解することができました。

そして、きのこの地球の救世主と言われるほど、色々な分野で活用されている存在だということも学ぶことができました。

きのこはSDGs 17目標のうち少なくとも6つに貢献することができます。代替肉やマッシュルームソーサーは家畜の数を少なくすることで排出される温室効果ガスの一つメタンガスを少なくすることができ、地球温暖化を防ぐことができます。また、きのこの菌糸体を使った代替プラスチックは菌糸体で出来ているため埋めれば堆肥にすることができ、環境にやさしいプラスチックです。プラスチックの使用をおさえることで海洋プラスチックをこれ以上増やさず、原料となる化石燃料の使用も減らせます。他にも新しいエネルギーの作成に貢献し、天然ガスや石油などの枯渇を防ぐことなど地球の問題を解決することにつながっていることなどを初め知りました。

きのこが様々な分野で活躍していることはすごいいと思いますが、その反面きのこが活躍せざるをえない状況はそれだけ地球が危ないということだと改めて実感しました。きのこを通じて、物質の循環や地球環境、SDGsについても今までより深く理解することができたので、地球を守るための行動を意識し、自分にできることを見つけ、広げていき、貢献していきたいと思っています。

また、今回詳しく調べることはできませんでしたが、冬虫夏草についてや菌糸体が地中で他の菌類と電気信号で会話していたり、出会うと化学物質をだして戦ったりもするというような興味深い内容が書かれた本が色々あったので、機会を見つけてじっくりと読んでみたいと思います。



【参考文献リスト】

利用した図書館

中央	図書館
赤塚	図書館
高島平	図書館

本を書いた人	本の名前	出版社	出版年	ページ	請求 記号	図書館 名
リン・ボディ	奇妙で不思議な菌類の世界	創元社	2023	全ページ	47	高島平
塚坂 健太郎／監修	よくわかる日本のキノコ図鑑	学研プラス	2017	P40,190,204,210,211,226-231	474.85	高島平
塚坂 健太郎／ほか監修・執筆	きのこ 小学館の図鑑NEO POCKET 13	小学館	2022	全ページ	474.85	赤塚
佐久間 大輔／監修	考えるキノコ 厚詞不思議ワールド LIXIL BOOKLET	LIXIL出版	2012	P4-24	474.85	中央
白水 貴／監修	かび・きのこ 菌の絵本	嵐山漁村文化協会	2018	全ページ	46	小茂根
塚坂 健太郎／著	きのこの不思議 きのこの生態・進化・生きる環境 子供の科学★サイエンスブックス	誠文堂新光社	2012	P2-35,50-55	474.85	清水
ホクトきのこ総合研究所／監修	きのこ秋定公式テキスト	実業之日本社	2013	P8-46,130-141	474.85	中央
吹巻 俊光／著	きのこの下には死体が眠る!? 菌系が織りなす不思議な世界 知りたいサイエンス 057	技術評論社	2009	P47-69,84-86,110-151	474.85	赤塚
細矢 剛／著	菌類の世界 きのこ・カビ・酵母の多様な生き方 子供の科学★サイエンスブックス	誠文堂新光社	2011	P42-52	474.7	高島平
大作 晃一／写真	見つけて楽しむきのこワンダーランド 森の休日 4	山と溪谷社	2004	P4-100	474	高島平
塚坂 健太郎／監修	世界の美しいきのこ	バイインターナショナル	2013	全ページ	474.85	東板橋
サントラ・ローレンス／著	魔女の森 不思議なきのこ事典	グラフィック社	2023	P30,35,52-59,188,189	474.85	赤塚
佐久間 大輔／著	きのこの教科書 観察と種同定の入門	山と溪谷社	2019	P20-26,52-65	474.85	赤塚
大場 裕一／著 宮武 健仁／写真	キノコ 光るいきもの	くもん出版	2019	全ページ	474.85	西台
塚坂 健太郎／文	いつでもどこでもきのこ 森の小さな生きもの紀行 2	文一総合出版	2021	P1,12-47	474.85	高島平
国立科学博物館／編	菌類のふしぎ 形とはたらきの驚異の多様性 国立科学博物館叢書 9	東海大学出版部	2014	P5,6,8,41-70	474.7	中央
ポール・スタメッツ／編著	素晴らしいき、きのこの世界 人と菌類の共生と環境、そして未来	原書房	2021	P19-25,43	474.85	高島平
北元 恵利／著	のぞいてみようウイルス・細菌・真菌図鑑 3 キノコやカビのなかま菌のふしぎ	ミネルヴァ書房	2014	P2,3,20,21	491.7	高島平
長沼 毅／監修	長沼毅の世界は理科でできている 植物	ほるぷ出版	2013	P30,31	408	高島平
林 良博／監修 子供の科学編集部／編	自然の一生図鑑 あらゆるものの“ライフサイクル”を知って地球環境を学ぶ	誠文堂新光社	2021	P50-53	404	高島平
こどもくらぶ／編	目でみる地下の図鑑	東京書籍	2017	P16,17	450	高島平
ホクトきのこ総合研究所／監修	不思議で怪しいきのこのはなし	清水書院	2021	P20,21,138-140	474.85	小茂根
宮澤 七郎／監修	ミクロワールド微生物大図鑑 電子顕微鏡でさぐる単細胞生物の不思議な世界	小峰書店	2024	P5,77,106,107,145	465	中央
木山 卓朗／監修	ずかん根っこ 見ながら学習調べてなっとく	技術評論社	2023	P18-21,42,43	471.1	東板橋
中島 春菜／著	ずかんはたらき微生物 見ながら学習調べてなっとく	技術評論社	2022	P22,23	465	高島平
大園 享司／著	生き物はどのように土にかえるのか 動植物の死骸をめぐる分解の生物学	ベレ出版	2018	P75-174	468	東板橋
滝沢 茂樹／著 渡邊 俊／著	これならわかる!SDGsのターゲット169徹底解説	ポプラ社	2022	P15-38,61-76,125-168	333.8	高島平
農林水産省農林水産技術会議事務局／監修	自然の中の人間シリーズ 微生物と人間編 6 微生物は安全な工場	嵐山漁村文化協会	1997	P6,7	465.08	東板橋

参考にしたWebページ

サイト名	サイトを作った人・団体名	URL URL	見た日付
きのこらぼ	ホクト株式会社	https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/discovery/214443/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/discovery/210413/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/discovery/206499/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/discovery/205494/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/discovery/202617/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/discovery/201133/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/discovery/137590/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/discovery/58040/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/science/41507/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/science/41867/ https://www.hokto-kinoko.co.jp/kinokolabo/science/42491/	3/3~18
サイエンスZERO	NHK	https://www.nhk.jp/p/zero/ts/XK5VKV7V98/blog/bl/pkOaDjMay/bp/p30mv0j1j4/	3/3~18

参考にした新聞

名称	ページ	見た日付
読売KODOMO新聞 (2024年6月13日発行)	1面、2面	6/15,8/3~18

令和6年度 板橋区図書館を使った調べる学習コンクール 応募カード

タイトル	微生物なのに世界最大生物!!! きのご
学校名	板橋区立高島第三 小学校 ・ 中学校
ふりがな	ふくい さき
応募者氏名	福井 彩葵
連絡先 ※板橋区立小中学校を通じて 提出する場合は記入不要	【〒175-0082】【TEL 03(6909) 8996】 板橋区

【担当図書館 高島第三 図書館】(担当館が記入)

※テープやのりで貼る場合は四辺すべて貼ってください。