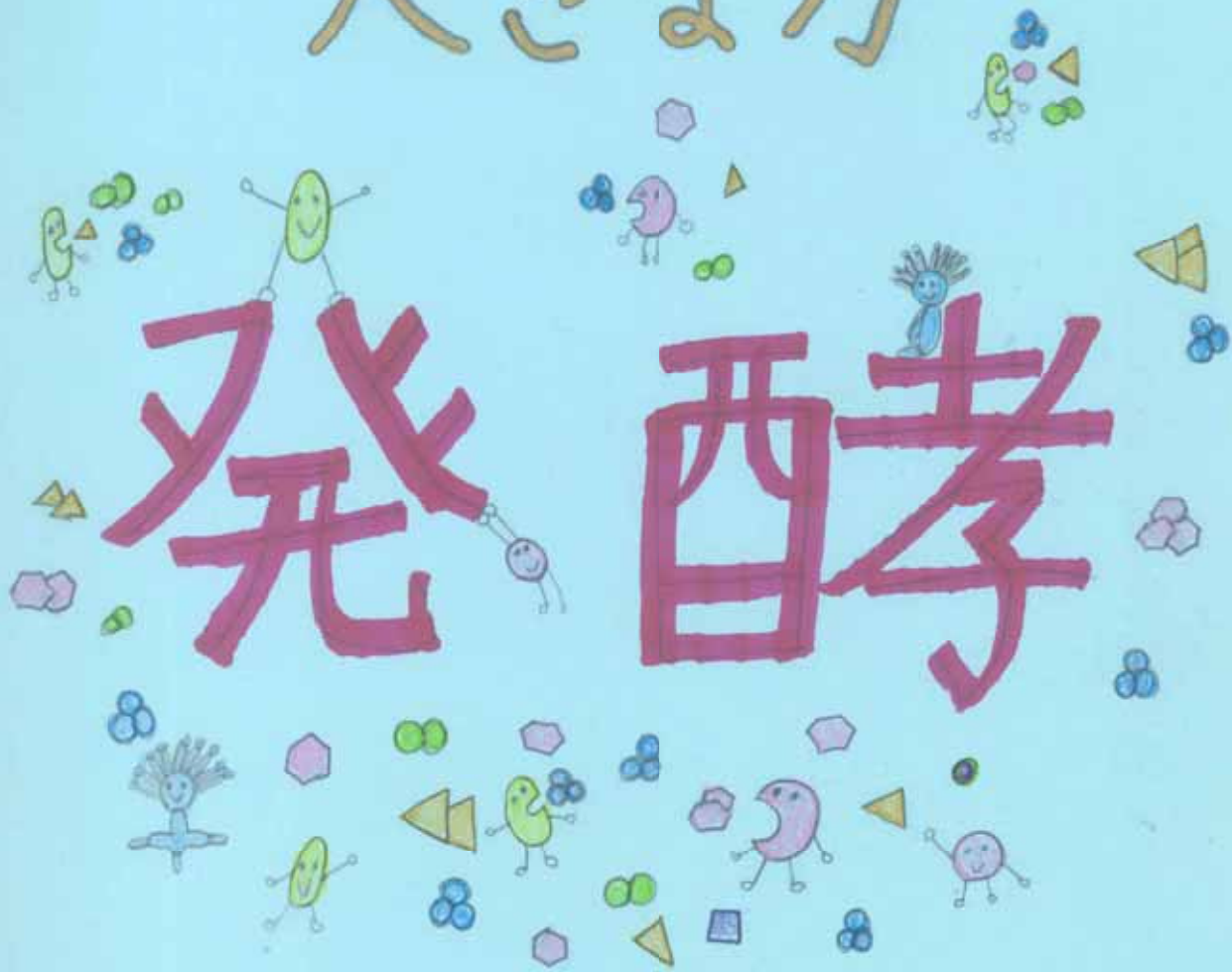


小さな微生物の

大きな力



豊島区立仰高小学校

3年1組 岩井まゆ

はじめに

私は食べるのが大好きです。

だから家でも学校の給食も、ほぼ毎日おかわりをします。

家での食事の時のお手伝いはぬか漬けを漬けることと、納豆をませる
ことです。

7月のある朝、ぬか床からキュウリを取り出し、糸納豆をませていたらお父さんが

「ぬかも納豆も菌がおいしくしているんだよ。発酵食品は体に良いだよ」

と言いました。

「え？菌？発酵？」

菌と聞くと、インフルエンザとか怖いものしか思い浮かびません。

“おいしくしている菌”なんてあるのかな？

“発酵”って何？

おいしくて体に良いという菌と発酵について調べてみたくなりました。

目次

はじめに	1	[14] 大活やくする“発酵”	38
疑問と予想	3	[15] 下水と発酵	40
[1] 発酵って何?	4	[16] 下水処理施設で発酵が生まれるもの	42
[2] 発酵と腐敗	5	[17] 実験・発酵で土を作る	44
[3] 発酵の微生物① 酵母	6	まとめ	48
[4] 発酵の微生物② カビ	8	写真撮影	49
[5] 発酵の微生物③ 菌	10	利用した図書館	49
[6] 発酵食品の3つの特徴	12	参考資料	50
[7] 発酵食品のはたらき	17		
[8] 日本の発酵食品	18		
[9] 世界の発酵食品	20		
[10] 調査報告・スーパーマーケットの発酵食品	22		
[11] “発酵”を食べる	24		
[12] 報告「発酵のチカラ親子教室」	27		
[13] 体験・納豆を作る	32		

<疑問と予想>

疑問1 ぬか漬け・納豆を辞書で調べたら、両方とも「発酵食品」と書いてありました。発酵食品は、どうやって作るの？

予想 納豆は大豆にネバネバの調味液をませたもの。ぬか漬けは「ぬか」という味噌に漬けて味をしみ込ませたもの。

疑問2 日本には、納豆とぬか漬け以外にどんな発酵食品がある？

予想 大豆からできているものは発酵食品だと思う。しょうゆ、味噌。また、発酵食品は塩辛いイメージがあるので、梅干し。

疑問3 「発酵」って何だろう？

予想 腐ること。腐っても、食べられるものと食べられないものがある(食べられるものを発酵という)。

疑問4 「豆が腐る」と書くので、豆腐も腐っているのだろうか？

予想 腐っている(発酵している)。

疑問5 発酵食品は、いつからある？

予想 味噌が100年くらい前から。

疑問6 食べもの以外で、「発酵している何か」があるのだろうか？

予想 お父さんと六義園に虫の観察に行った時、「土が腐ると栄養がアップして草木がよく育つよ」とお父さんが言っていたので、土。

1 発酵って何？

① 発酵とは

目に見えない小さな生き物「微生物」のはたきによって、人の暮らしを豊かにすることをいいます。

食べものでは、食べものの形や味などの性質を変え、人の役に立つ別の食べもの(発酵食品)にすることをいいます。

【例】

大豆を煮て、稲ワラに包んでおくと、数日後に納豆ができます。

煮た大豆と、納豆は……

- ・においや味、色がちがいます。
- ・煮た大豆は糸を引きませんが、納豆は糸を引きます。

⇒煮た大豆の性質が変化して、別の食べものの納豆になった(発酵)。



② 発酵に関わる微生物

大きく分けて、「菌」「カビ」「酵母」の3種類が関わります。

菌 乳酸菌、納豆菌、酢酸菌など。それぞれチーズやヨーグルト、納豆、酢などを作る。

カビ 味噌やしょうゆを作る時に大活躍(コウジカビ)。カツオ節を作るカツオブシカビも仲間。

酵母 パンやビール、ワインを作る時に活躍する。



発酵は微生物が行う、人の役に立つはたきであることがわかりました。腐っているのとどうちがうのだろう？

2 発酵と腐敗

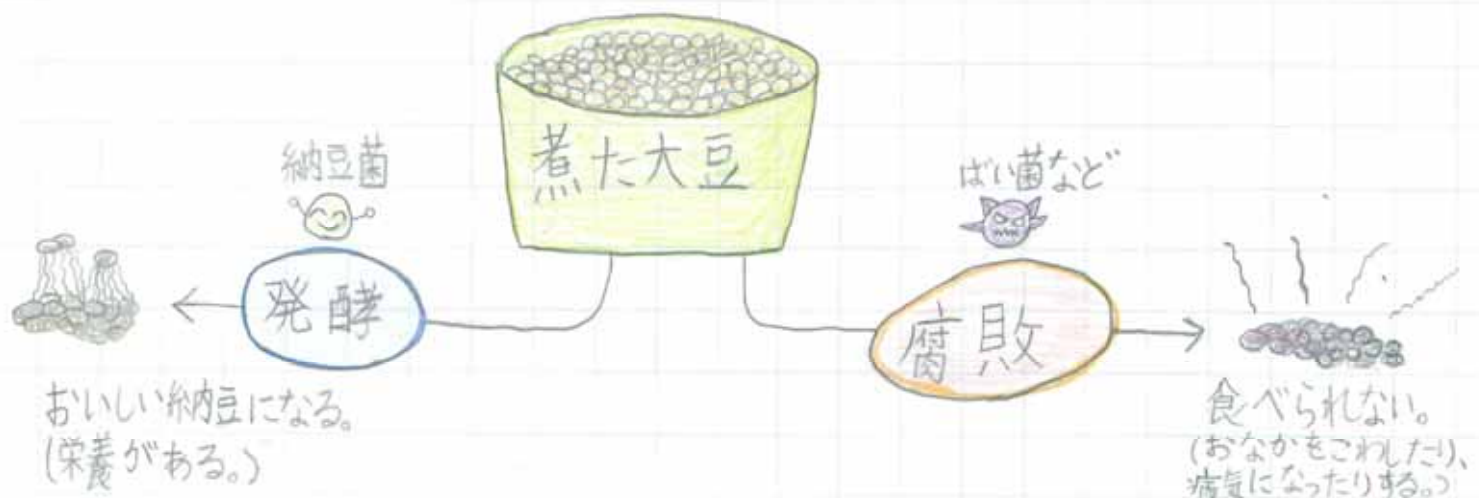
食べものが腐ることを腐敗といいます。腐敗も同じく微生物の働きによって起こります。

腐敗 微生物が、食べものの形や味などの性質を人にとって悪いものに変えることです。

発酵 微生物が、食べものの形や味などの性質を人に役立つ別の食べ物に変えることです。

〔例〕

煮豆をお鍋に入れたまま何日も放っておくと、だんだんいやなにおいができて色や味が変わります (腐敗)。



腐敗も発酵も微生物の働きは同じです。しかし、人に役に立つ微生物と人に害のある微生物と種類がちがうので、人にとっては発酵と腐敗は全く別のものです。



人に害を与えるのが腐敗で、発酵とはちがうことがわかりました。発酵に関わるる種類の微生物について詳しく知りたいです。

3 発酵の微生物① 酵母

〈酵母のはじめ〉

6000年前

メソポタミア文明で果汁をしぼるために石臼を使い、ワインのためのぶどうの木も栽培される。



6000~5000年前

古代エジプトで発酵パンが作られる。

(たまたま焼き忘れた生地に酵母が入り、ふくらんだものを焼いて食べてみたことから始まったと考えられている)

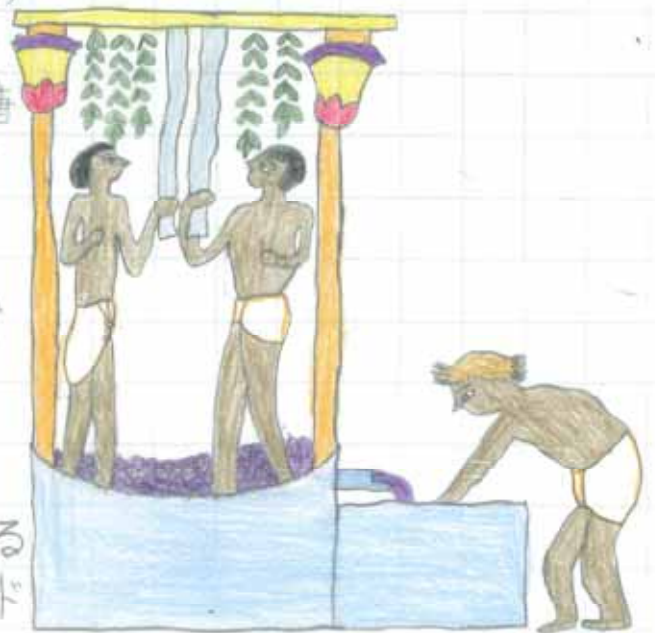
5500年前

メソポタミア(現在のイラクあたり)でビールが作られる。

〈発酵の母「酵母」〉

ブドウをしぼったブドウ汁には糖(ブドウ糖)がたくさん含まれています。このブドウ汁に、ブドウの果実の表面にしている酵母が入ると、酵母は糖をアルコールと炭酸ガスに変えます(発酵)。こうして、酵母の発酵によってアルコールが作られることから、この微生物を発酵の母「酵母」と呼ぶようになりました。

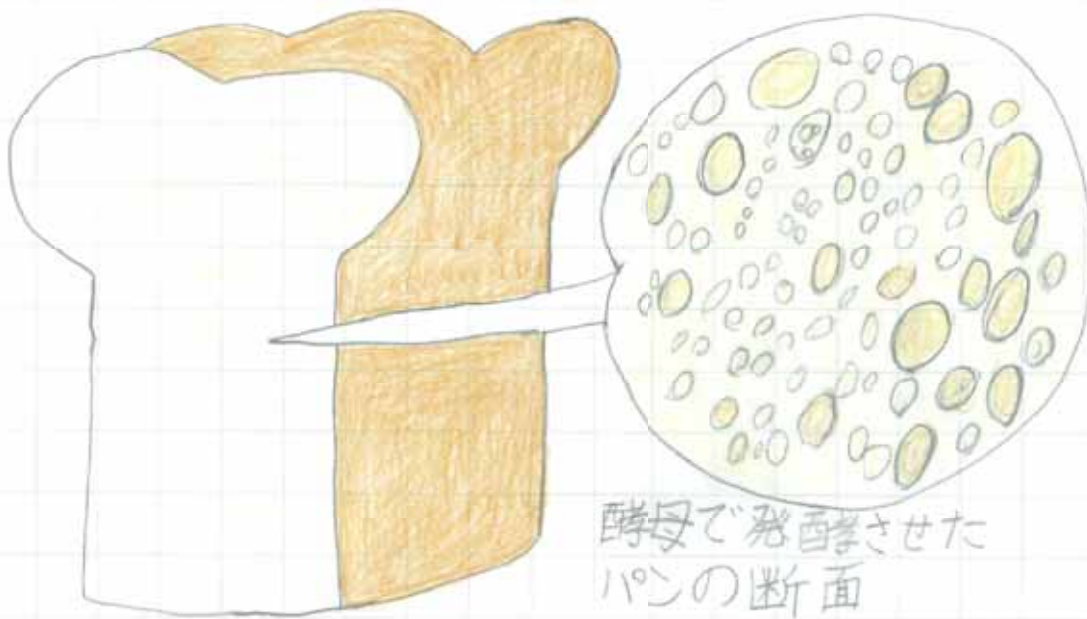
ブドウをつぶすだけで、ブドウの皮にしている酵母が働いてブドウ酒が作られることから、ブドウ酒は人間が一番古くから作っていたお酒ではないかと考えられています。



古代エジプトで描かれたワイン作りの様子

<パンの穴は発酵が働いている証拠>

パンの材料は小麦粉で、それに水、酵母、食塩、砂糖などを加え、こねて生地を作ります。こねることで小麦粉の中のたんぱく質(グルテン)がねばってきて、次に酵母が発酵するとアルコールと炭酸ガスで生地がふくらみます。それを焼いて、パンのできあがりです。




パンの生地に穴がたくさん開いているのは、酵母が発酵する時に出た炭酸ガスの気泡です。



6000年前から発酵食品が作られていたとは驚きです。
人間と酵母は長いつきあいなんだと思いました。

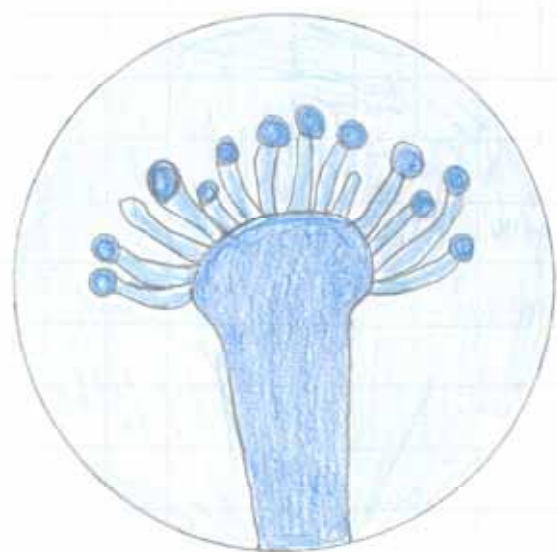
4 発酵の微生物② カビ

＜カビのはじめ/日本＞

710~794年	奈良時代、こうじを使った酒作りがはじまる。	
794~1185年	平安時代、地位の高い人たちが味噌を食べるようになる。	
1185~1333年	鎌倉時代、金山寺味噌のおかげにたまった液体を調味料として使い、しょうゆがでできる。	
1573~1603年	安土桃山時代、みりんが作られる。	
300年くらい前	高知でかつお節が作られる。当時呼ばれていた「カリオいぶし」から「かつお節」になった。	

＜和食に欠かせないこうじ＞

コウジカビがつくる「こうじ」は、しょうゆ、味噌、甘酒、日本酒、酢、みりんなど和食で使う調味料に欠かせません。こうじは米や麦、大豆などを分解し、かわりに甘味や旨味がかわり、消化がよく、おいしいものになります。



アスペルギルス・オリゼー
(コウジカビ)

＜国の菌＞

コウジカビの一つ、アスペルギルス・オリゼーは、日本の豊かな食文化を作ったことで「国菌」に認定されています。

国花: サクラ/キク

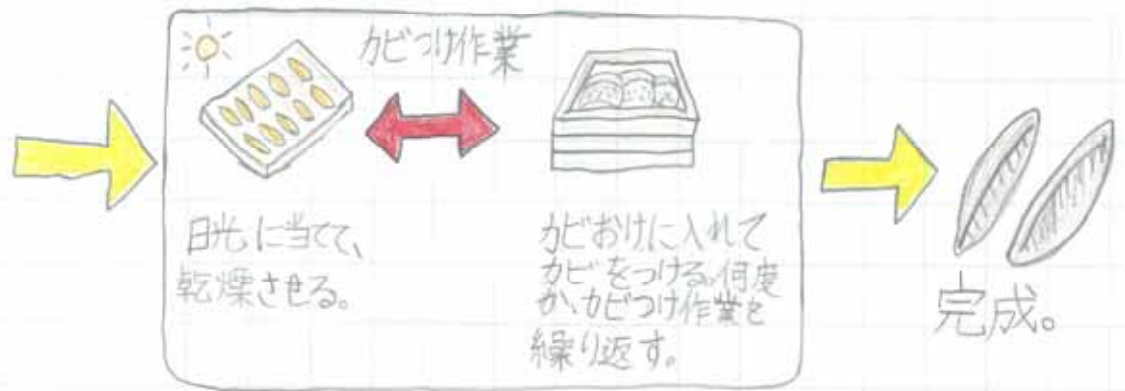
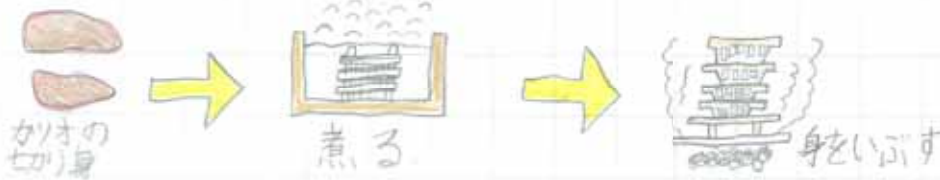
国蝶: 桐花ササキ



くかつお節がカチカチになるわけ

くかつお節は世界一硬い食べものと言われています。くかつお節は、カツオをいぶし、表面にカビ(カツオブシカビ)をつけて、乾燥させ、カビをみがき落とすといった作業を繰り返して作ります。

● くかつお節がで"きるまで"



カビなどの微生物は水分がなければ生きていきません。くかつお節のもと(なまりぶし)にカツオブシカビをつける(カビつけ)ことで、カビがなまりぶしの中の水分をどんどん吸っていきます。ふつうはこのカビつけを4回行います。そうすることでなまりぶしの水分がほとんどなくなって、カチカチになり、腐りにくくなって長く保存できるようになります。

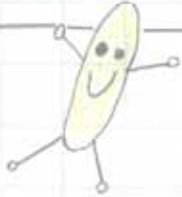
世界一硬い食べもの、くかつお節。でも食べる時はふわふわやわらかくて、不思議な食べものです。

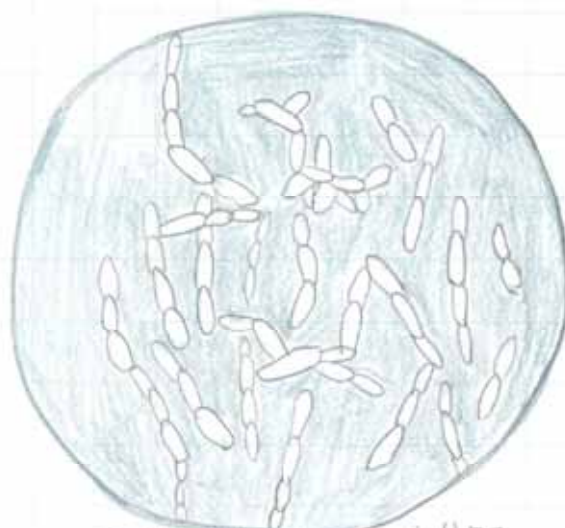


日本の料理にはコウジカビの発酵がなくてはならないものであることがわかりました。

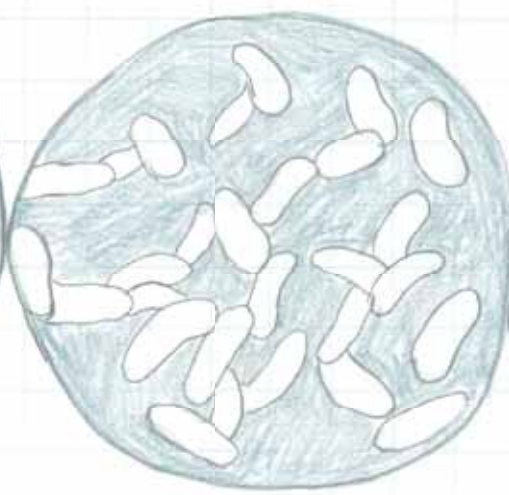
5 発酵の微生物③ 菌

〈菌のはじめ〉

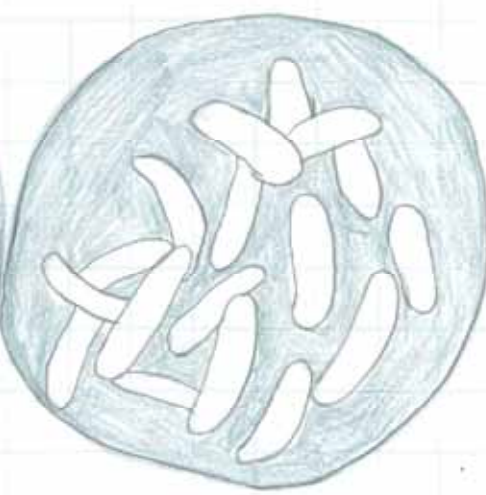
5500年前	中近東でヤギやヒツジの乳からヨーグルトやチーズが作られる。	
3000年前	中国でなれずしの原型となる食べ物が食べられる。	
2700年前	中国でひしお(肉や魚を塩に漬けて発酵させたもの)が作られる。	
500~710年	日本に中国からひしおが伝わる。	
710~794年	[日本]奈良時代、野菜を漬けたものにして食べはじめる。	
1200年	韓国でキムチの原型の記録が残される。	
1336~1573年	[日本]室町時代、糸引き納豆が作られる。	



ラクトバチルス・ブルガリクス
(乳酸菌)



(納豆菌)



(酢酸菌)

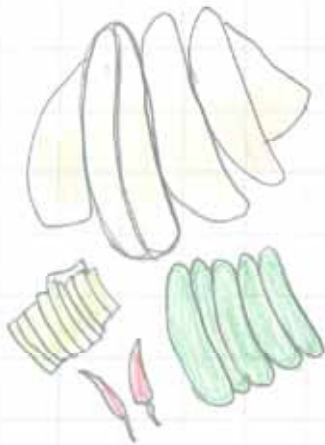
<すっぱさのもとには乳酸>

乳酸菌は牛乳に含まれる乳糖(人の体を動かすエネルギーになる栄養素)を食べて、それをもとに乳酸などの酸を外に出します。この乳酸がヨーグルトのすっぱさを作っています。酸を作るはたらきのことを乳酸発酵といい、ヨーグルトの他にもチーズ、味噌、しょうゆ、漬けものなどを作る時にも利用されます。

<乳酸菌が作る漬け物>

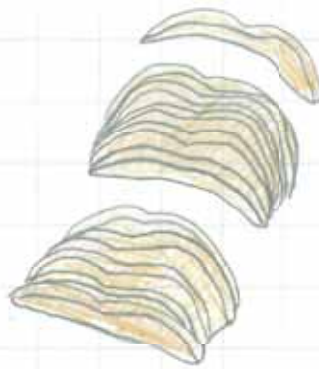
最初の漬け物は、野菜と塩を漬けて作る「塩漬け」だと考えられています。塩には食べものが腐るのを防ぐ力があり、塩につけると野菜から水分が出るかわりに塩が野菜にしみこんでいき、野菜の皮にいる乳酸菌が発酵を進めます。

いろいろな発酵漬け物



ぬか漬け

米ぬか(米のけずり)かすを使った漬け物。



かす漬け

日本酒を作る時に
出る「酒かす」を使った
漬け物。



らっきょう漬け

塩漬けしたら、らっきょうを
発酵させたあとに
酢に漬けたもの。



ヨーグルトや漬け物のすっぱい味は、乳酸菌がはたらいた結果であることがわかりました。

6 発酵食品の3つの特徴

発酵食品には、3つの特徴があります。

- ① 独特の味とにおいがある。
- ② 腐りにくくなって、長もちする。
- ③ たくさんの栄養がある。



① 独特の味とにおい

発酵食品には、発酵によって元の食べものにはなかった味が加わります。また、それぞれ特有のにおいがあります。

発酵食品の味の変化

 牛乳	 酵母	 カツオ
さっぱりアップ!!	あまみアップ!!	うまみアップ!!
 ヨーグルト	 あま酒	 かつお節
乳酸菌が働いて、 すっぱりになる。	コウジカビが糖類(栄養素の1つ)を増やしておまくなる。	カツオブシカビが作るうま味の成分によって、うま味が増す。

世界一くさい食べ物

スウェーデンの「シュール・ストロミング」というニシンの塩づけを発酵させたかんづめは、世界一くさい食べ物として有名です。発酵のため、炭酸ガスでパンパンにふくらんだかんを開ける

時には、中身が飛び出る可能性もあります。かんには、次のような注意が書かれているのですが



- ① 家の中で開けない、② 開ける時は汚れておよい服装で、③ 冷蔵庫に入れてカスの圧力を下げる、④ 風下に入がないか確認する — どくなかんづめなのでしよう

②腐りにくく、長もち

〈どうして保存できるのか〉

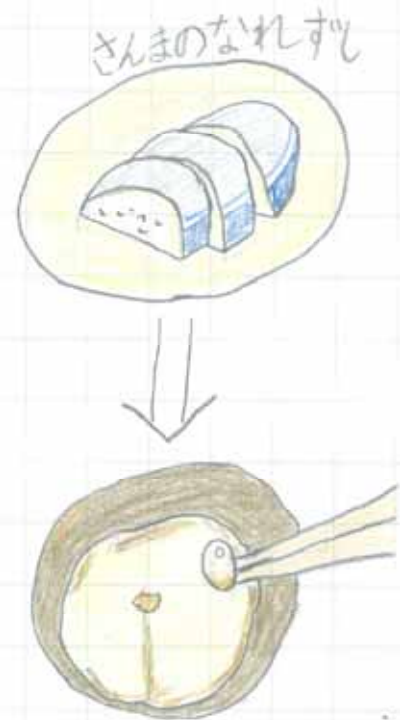
微生物には、その種類によって適した環境(温度・湿度など)があります。その環境で、まとまった数がいれば、その微生物だけがが増えて、他の微生物を寄せつけなくなります。発酵を行う微生物が増え続けると、腐敗させる菌が来なくなり、腐らずに長く保存できるようになるのです。

〈どのくらい保存できるのか〉

中国南部では、何十年間も漬けた肉や魚のなれずしがあります。和歌山県新宮市には、30年もののサンマのなれずしを作る店があります。

ヨーグルトや納豆も牛乳や煮た豆より長く保存できます。納豆は「永遠に食べられる」と納豆職人の関本氏は言っていました(32ページ参照)。

でも、時間がたつと発酵が進みすぎて、ヨーグルトだったら酸が強くなり、納豆だったら納豆のくさが強くなって食べにくくなります。



30年ものの
さんまのなれずし
カPOPの状態でさんまの
形はすでにありません。
ヨーグルトのようです。

〈食べものを腐らせない工夫〉

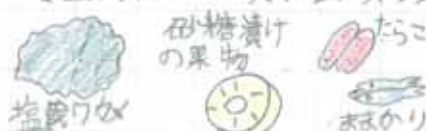
むかし人は、冷蔵庫がなかったのでいろいろな保存方法を考えました。発酵の他には、干物・乾物、塩漬け・砂糖漬け・酢漬け、くん製などがあります。

発酵以外の保存方法

〔干物・乾物〕



〔塩漬け・砂糖漬け・酢漬け〕



〔くん製〕

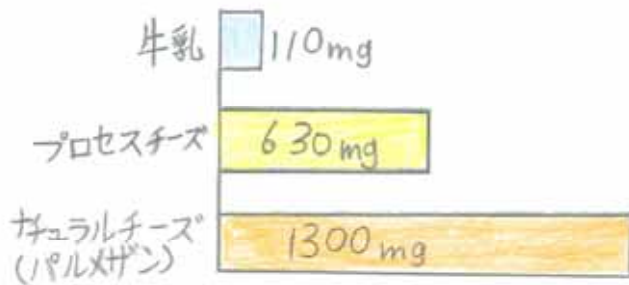


③ たくさんの栄養

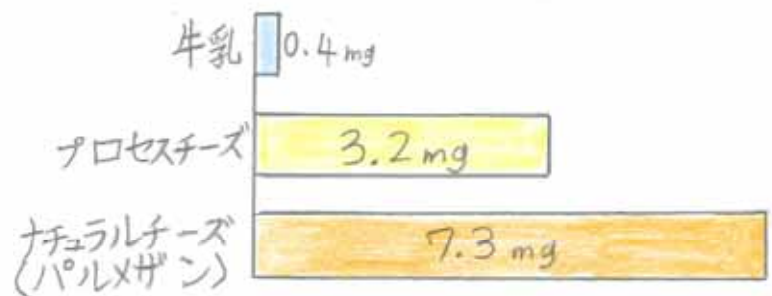
発酵するとき、微生物のはたらきによってたくさんの栄養のもとが増えます。それらは発酵食品の中にたくわえられます。とくに多く作られるのがミネラル(カルシウムや亜鉛など)やビタミン類です。これらは人の体の中では作ることができません。しかし、生きていくためには必要なものなので、食べものからとらなければなりません。

＜牛乳とチーズの栄養のちがい＞牛乳100g、プロセスチーズ100g、ナチュラルチーズ100g

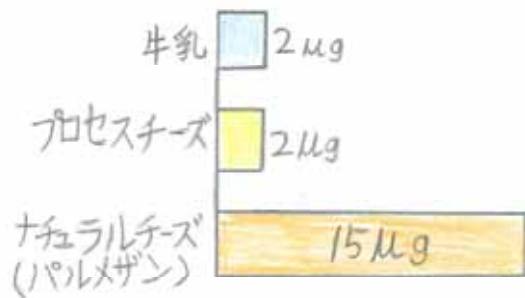
カルシウム



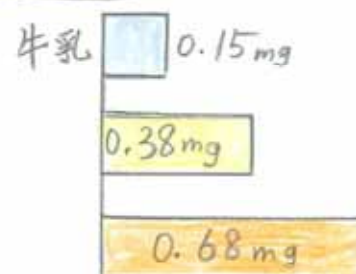
亜鉛



ビタミンK



ビタミンB₂



参考資料 (3)より

カルシウム…骨や歯のもとになるミネラル

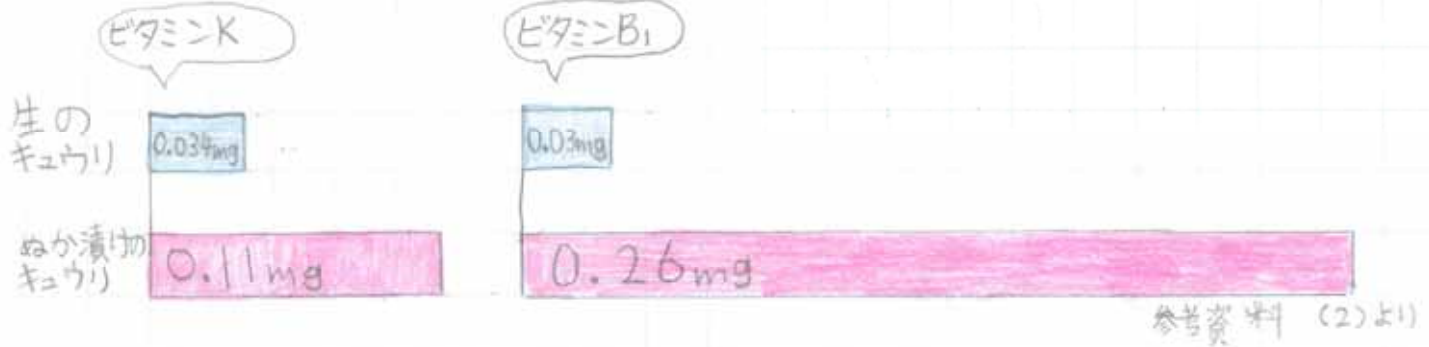
亜鉛…新しい細胞を作るのに必要なミネラル

ビタミンK…骨を作るのを助けるビタミン

ビタミンB₂…皮膚などの健康を助けるビタミン

牛乳よりもチーズの方がこれらのミネラルやビタミンが多いことがわかります。

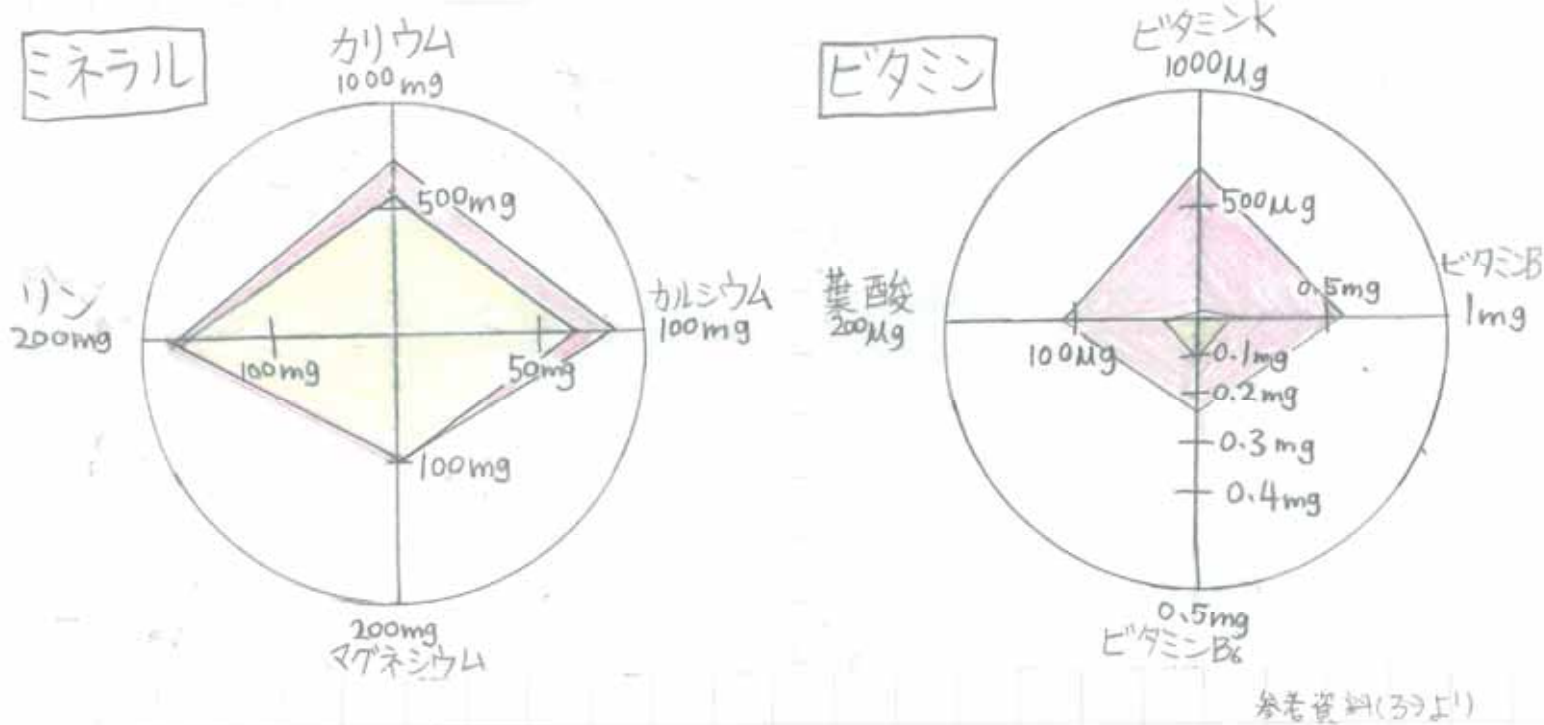
〈漬け物(ぬかづけ)の栄養〉



ビタミンB₁…… エネルギーを作ったり、皮膚などの健康を助けるビタミン

ぬか漬けのきゅうりは、生のきゅうりの9~10倍も多くビタミンB₁を含んでいます。ビタミンB₁は豚肉やウナギなどにも含まれ、疲れを回復してくれるビタミンです。

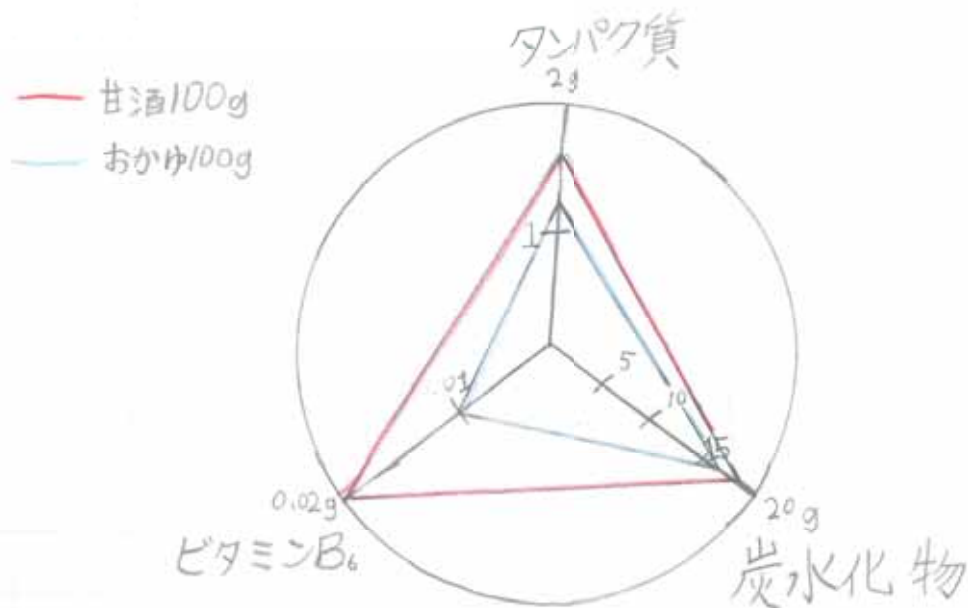
〈大豆と納豆の栄養のちがい〉 ■ 納豆100g ■ 大豆100g



- カルシウム…… 体の状態を一定に保つために必要なミネラル
- リン…… 骨や歯を作るもとになったり、エネルギーを作ったりするのに必要なミネラル
- マグネシウム…… 骨や歯を作るもとになったり、エネルギーを作ったりするのに必要なミネラル
- 葉酸…… 血を作るのに必要なビタミン
- ビタミンB₆…… たんぱく質(体を作る栄養素)からエネルギーを作りだすのに必要なビタミン

納豆では、ビタミンKがとくに大きく増えています。ビタミンKは骨を作るのを助けるビタミンで、体が大きくなる子どもにとって大切な栄養素です。

〈甘酒とおかゆの栄養のちがい〉



参考資料(2)より

たんぱく質……筋肉や血液など、体を作る栄養素
 炭水化物……体を動かすエネルギーになる栄養素

同じお米で作るおかゆと比べると、甘酒の栄養が増えていることがわかります。

夏バテ予防の強い味方・甘酒

エアコンやせんぷう機がないむかしは、夏の暑さで食欲がなくなり、体が弱ってしまうことがありました。そういう時に、栄養がたくさんある甘酒を飲んで、元気になっていたそうです。

江戸時代には甘酒を売り歩く人もいて、今の値段で1杯100円くらいでした。



①味とにおい、②腐りにくい、③たくさんの栄養
 という3つの特徴がどういうものかわかりました。

7 発酵食品のはたらき

発酵食品は栄養分が体に取り込まれやすくなっています。また乳酸菌などの菌は体の中に住みついて私たちの健康を助けてくれています。

<消化に大変良い食べ物>

食べものが口から入って、歯でかみ、胃や腸の中で細かく分解されて、栄養分が体に吸収されることを消化といいます。発酵食品は、食べる前にすでに栄養が微生物によって細かく分解されているので、栄養分の吸収がとても良い食べ物といえます。

例えば甘酒はおかゆにこうじをまぜて発酵させて作ります。コウジカビから発酵によって生まれた物質(酵素)が栄養分を細かくして、体の中に取り込まれやすくしています。



<菌が体を守ってくれている>

人の体には常に住んでいる菌がいます(常在菌といいます)。腸や口の中、皮膚など、体の決まった場所に集まっています。例えば、発酵食品を作ってくれる乳酸菌は腸の中にもいて、私たちが食べたものの中で消化しきれなかった残りをエサにしています。そのおかげで、私たちは消化しきれなかったものを消化できるのです。



常在菌の数



食べものを、胃や腸によって細かくすることを発酵がやってくれていることがわかりました。

8 日本の発酵食品

日本各地、どんな発酵食品があるか都道府県別に調べてみました。

③① 島根
さばの塩
辛

③② 鳥取
らっきょう漬
け

②④ 兵庫
うすししょう
ゆ

②② 福井
さばのへしこ
さばのぬか漬
け。

②③ 石川
フグの卵巣
のぬかつけ

③③ 山口
再仕込み
しょうゆ

③④ 広島
広島菜漬
け

③⑤ 岡山
イカナゴし
ょうゆ
イカナゴを使った
しょうゆ。

②⑤ 京都
すぐき漬
け
カブの半割の
すぐき菜を使った
漬けもの。

②⑥ 滋賀
ふなずし

④① 長崎
せん
サツマイモを発
酵させたもの。

④① 佐賀
かん漬
け
カニの塩辛。

④② 福岡
高菜漬
け

④③ 熊本
高菜漬
け

④④ 大分
焼酎

④⑤ 鹿児島
黒酢

④⑥ 宮崎
ねむらせ豆腐
木外葉豆腐を昆
布で煮込んで、味噌
で漬けたもの。

④⑦ 沖縄
とぶ、よう
馬豆腐を米こう
じ、おこし、あわびり
で発酵させたもの。



②⑦ 大阪
ちり口漬
け
ちり口大根を酒
かすで漬けたもの。

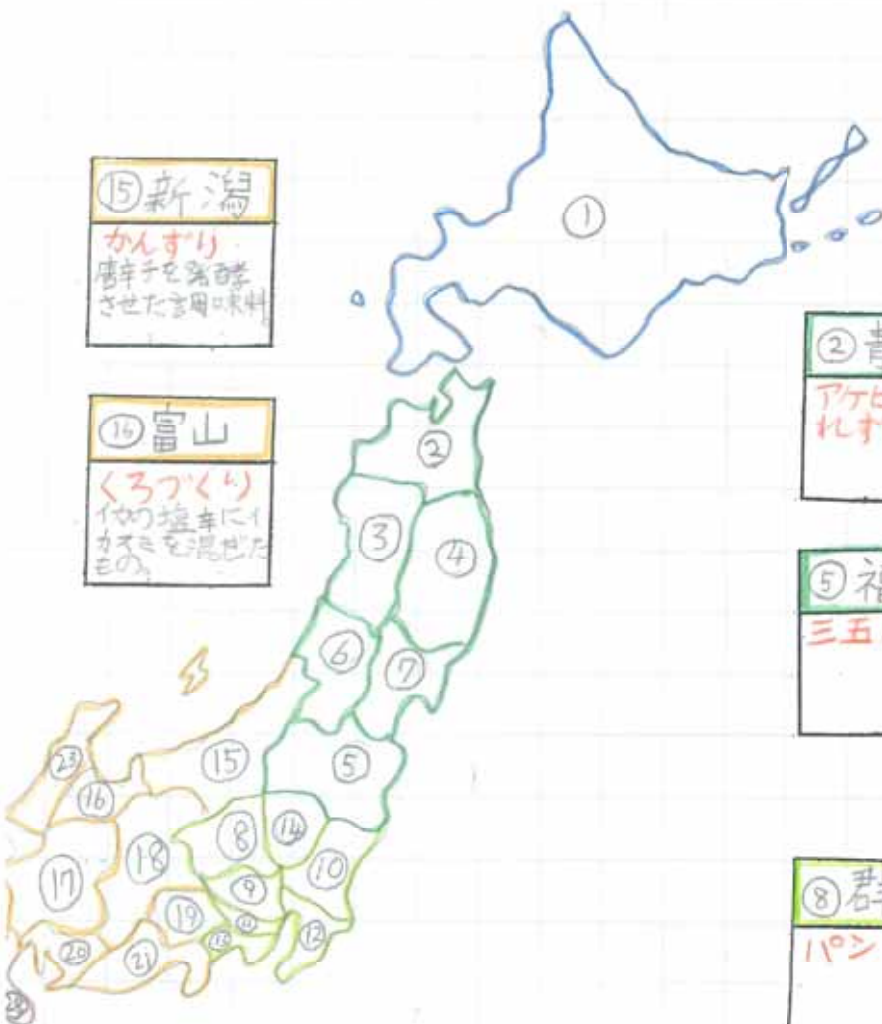
③⑧ 愛媛
天狗黒茶
ウーロン茶と同じく、
2回発酵させた
お茶。

③⑦ 香川
濃口しょう
ゆ

③⑧ 高知
かつお節

③⑨ 徳島
あわばん
茶
天狗黒茶と同じく、
2回発酵させたお茶。

発酵食品にも、その土地その土地の特徴が表れています。



①北海道
わらん
さけの内臓の塩辛。

②青森
アケビのなれずし

③秋田
しょつろ
いかたなどで作る魚、しょつろ

④岩手
発酵バター

⑤福島
三五八漬け

⑥山形
三五八漬け
塩、米こうじ、味噌、
さくら、村々の割合で使った漬けもの。

⑦宮城
あざら
メダカという魚と、白
味噌、酒、サトウキビ
に漬けたもの。

⑧群馬
パン

⑨埼玉
しゃくしな漬
け

⑩茨城
納豆

⑮新潟
かんすり
唐辛子を発酵させた旨味調味料

⑯富山
くろづくり
イカの塩辛にイカマシを混ぜたもの。

⑳三重
いせうどん
(なれ)

⑰山支阜
しぶうるか
アユの内臓の塩辛。

⑱長野
野沢菜
漬け

⑲山梨
ワイン

⑪東京
べったら漬
け

⑫千葉
濃口しょうゆ

㉑和歌山
さんまがし

㉒奈良
奈良漬

㉓愛知
このわた
アユの内臓の塩辛。

㉔静岡
かつお節

⑬神奈川
甘酒

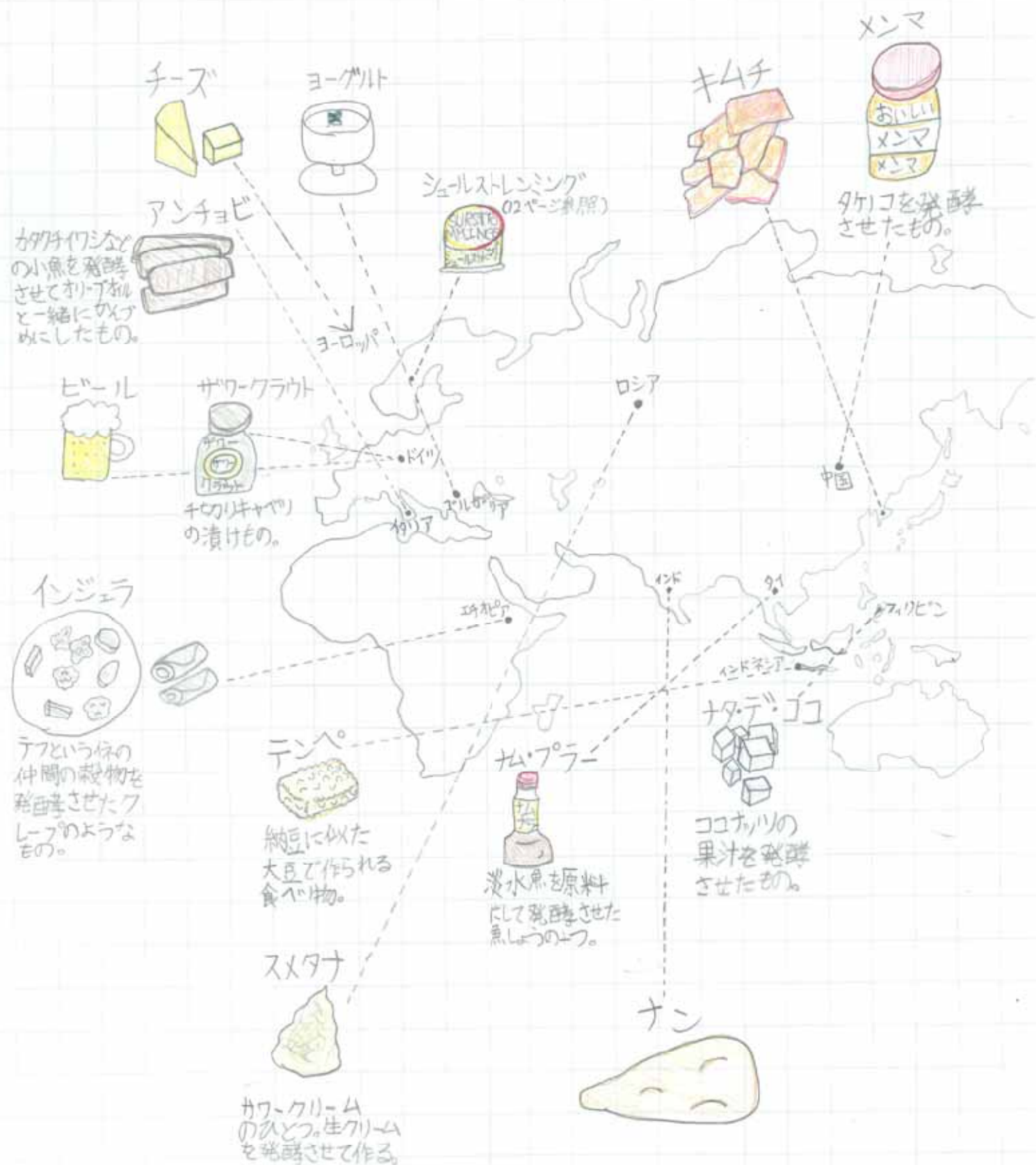
⑭栃木
味噌



47都道府県それぞれに、様々な発酵食品があります。では、世界はどうでしょう？

9 世界の発酵食品

世界にも、様々な発酵食品があります。
代表的なものを調べてみました。



キビヤック



アガラシのお腹で
凍烏を発酵
させたもの。

タバスコ



カナダ

アメリカ

チーズ



テキーラ



リュウゼツランという
植物からとれた汁
を発酵させたお酒。

ボン・デ・ケイジョ



キャッサバというイモの仲間
を発酵させた粉を使
って焼いたもの。

ブラジル

この中でとても興味があるのは、シュールストレミングとキビヤックです。



発酵する微生物が世界各国で活やくしているところがおもしろい
と思いました。

10 調査報告・スーパーマーケットの発酵食品

スーパーマーケットに発酵の品がどのくらいあるか調べてみました。
(サミットストア業鶴店で調査)



しょうゆと味噌はたくさんの食品に使われています。それを見るとかなり多くの食品が「発酵」に関わっています。

米ぬか
化粧品



フルーリ



発酵食品・製品が分かるように色をぬってみました。

■:発酵食品・製品があるたな
発酵食品を使っているものがあるたな

■:料理の時に発酵食品を使いそうなものがあるたな

売り場の多くに発酵が関わっていることが分かります。

発酵がいろいろな形で私たちの暮らしに関わっていることがわかりました。

特設コーナー	フルーツ	フルーツ	野菜	野菜	野菜	野菜
--------	------	------	----	----	----	----

洗剤	キッチン用品	風呂台所洗剤	おたれ
洗剤	キッチン用品	風呂台所洗剤	おたれ

お米	お米	お米	お米	お米	お米	お米	お米	お米
----	----	----	----	----	----	----	----	----

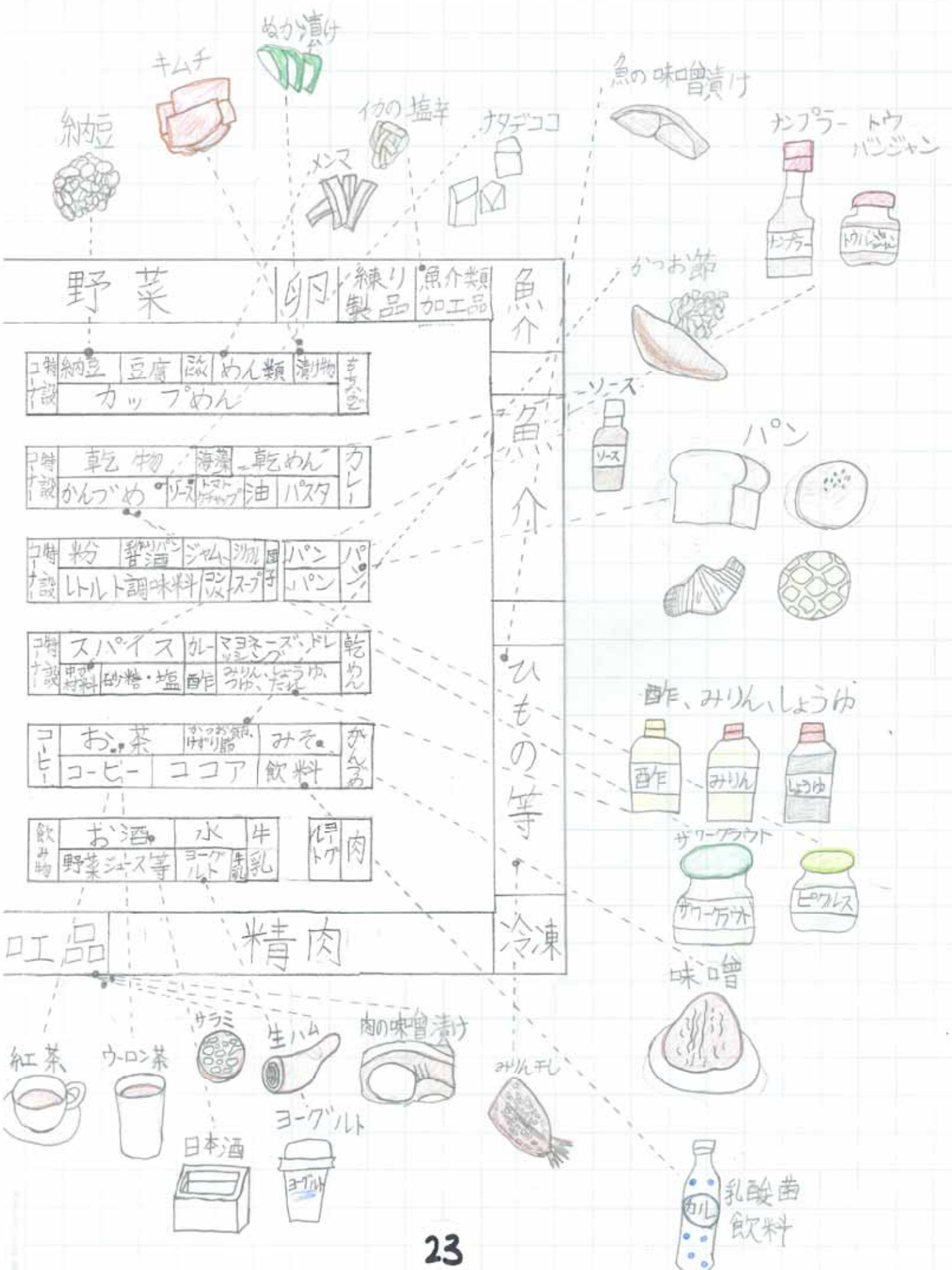
飲み物	飲み物	飲み物	飲み物	飲み物	飲み物	飲み物	飲み物
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

アイス	冷凍食品	冷凍食品	お酒
-----	------	------	----

めん類	飲み物	お酒	ワイン	デザート
-----	-----	----	-----	------

揚げ物 お弁当 お寿司 サラダ肉





野菜

卵

練り製品

魚介類加工品

魚介

魚介

ひもの等

冷凍

コトナ	納豆	豆腐	漬物	めん類	清物	きんぎょ
特設	カップめん					

コトナ	乾物	海藻	乾めん	カレー
特設	かんづめ	ソース	トマトソース	油
			パスタ	

コトナ	粉	醬油	ジャム	粥	菓子	パン	パン
特設	トルト	調味料	コンフィ	スープ	パン	パン	パン

コトナ	スパイス	カレー	マヨネーズ	ドレッシング	乾めん
特設	香料	砂糖・塩	酢	みりん・しょうゆ	

コトナ	お茶	かつお節	みそ	かんづめ
特設	コーヒー	ココア	飲料	

飲み物	お酒	水	牛乳	肉
	野菜ジュース等	ヨーグルト	生乳	肉

加工品

精肉

紅茶
ウーロン茶

サラミ
生ハム
ヨーグルト

肉の味噌漬
みりん

日本酒

味噌

乳酸菌飲料

11 "発酵" を食べる

〈毎日の食事にはたくさんの発酵がある〉

日本の食事には発酵食品がたくさんあります。
和食だったら、味噌汁の味噌、お魚にかけるしょうゆ、おひたしにかけるかつお節、煮物に使われるお酒、納豆。漬け物のぬか漬も発酵食品の代表的なものです。

洋食では、パン、ヨーグルト、チーズ、ドレッシングの酢など、やはり発酵でいっぱいです。



8月17日に山梨県の河口湖に旅行に行きました。
旅館の朝ごはんを見て、やはり発酵が活やくしていると思いました。
完食です。



撮影本人



全て、この日のエネルギーになるのです。

納豆、魚の味噌漬、お味噌汁、かつお節と根菜の味噌和え、ヨーグルト、ドレッシング、いたわさ(わさび)漬、ぬか漬

<発酵食品を食べる>

これまで食べたことがない発酵食品を食べてみました。

① ガワークラウト

撮影・本人



ドイツの発酵食品で、キャベツの漬け物です。「すっぱいキャベツ」という意味ですが、酢漬けではなく、乳酸菌が発酵したものです。キャベツにはビタミンCがたくさん含まれていますが、発酵によってビタミンCがさらに多くなります。

撮影・父



香りはすばく、味も苦みのあるすっぱさでした。歯ごたえはキャベツですが、キャベツの味はしません。

ソーセージと食べるとおいしいそうです。

② べったら漬

撮影・本人



大根をこうじで発酵させた漬け物で、東京の名産品です。表面についた甘酒のこうじがべとべとしていることからこの名前になりました。

食べた感じは、たくあんと同じですが、とても甘く、スイーツのようでした。

撮影・父



日本橋大伝馬町では10月に「べったら市」が開かれ、毎年秋の行事としてニュースになり、東京の人は「そろそろ冬だな」と思うそうです。

③へしこ

撮影・本人



撮影・父



福井県の発酵食品で、サバを塩漬けにしさらにぬか漬けにした料理です。サバの他に、イワシやツグもへしこにするそうです。

この名前は、漁師が魚をたるに漬け込むことを「へし込む」といい、「へし込まれた物」を略して「へしこ」となった説や、アイヌ語からきたという説などがあります。

おせち料理のこぶ巻きの香りがしました。甘じょはくごはんに合いそうです。さばの良い脂の味がしました。あとから、旨味がじわじわ出てきます。



へしこちゃん

福井県美浜町には「へしこちゃん」というゆるキャラがいます。

とうふようと奈良漬りにも挑戦しようと思いましたが、お酒が強いので、ストップがかかりました。



実際に食べて共通しているのは、味が濃いということです。甘からたり、しょっぱかったり、すっぱかったり、とにかく濃かったです。

12 報告「発酵のチカラ親子教室」

7月24日、「発酵のチカラ親子教室」に行きました。
乳酸菌飲料(カヒス®)を調べながら、発酵について学びました。これまで書いた内容と重なるところがありますが、教室で学んだことを紹介します。

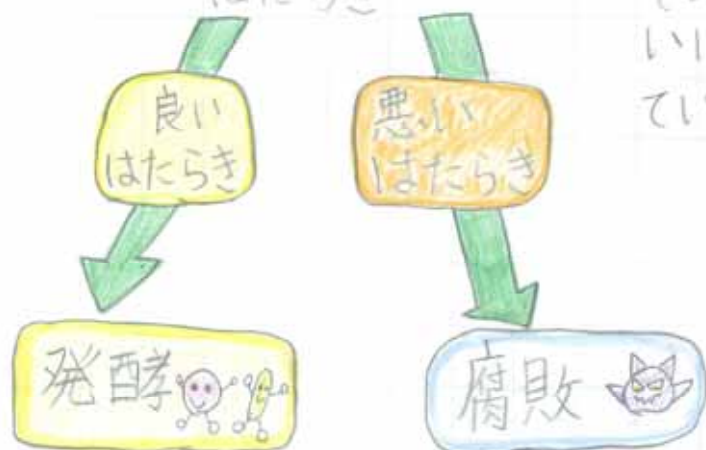
①発酵で起きているのはどんなこと？



発酵では、微生物がエサを食べて仲間を増やしています。エサを食べやすく細かくしたり、食べた後に新たな成分が作られたりするので、原料の性質が変わります。

②新しい成分を作る—良いはたらき、悪いはたらき

新しい成分を作る微生物のはたらき



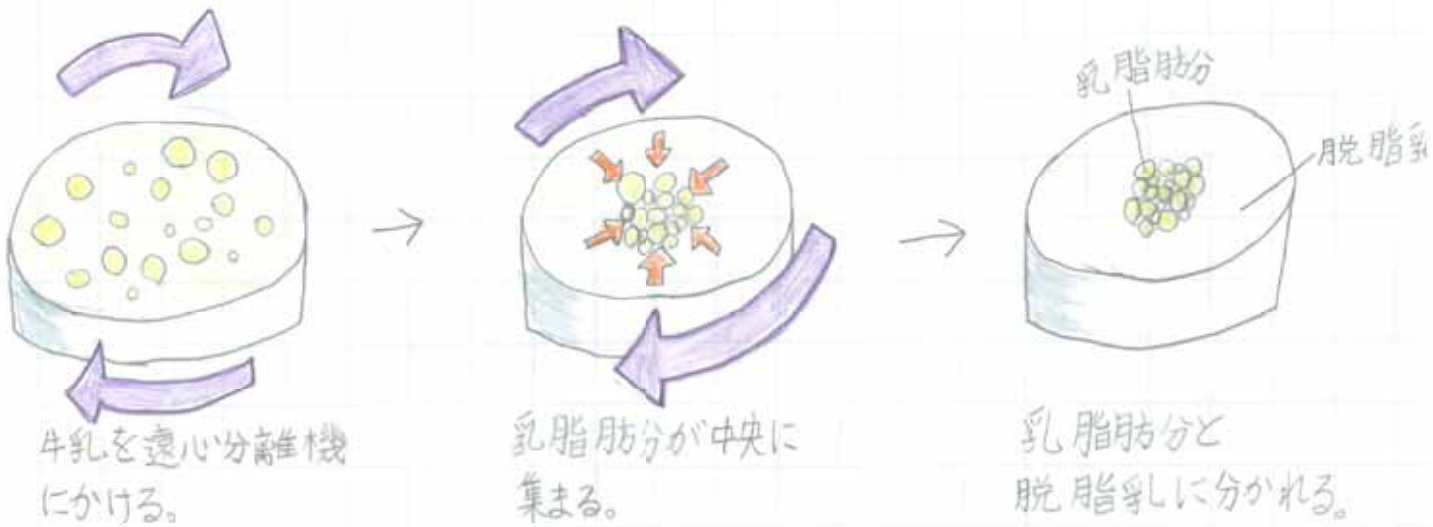
発酵と腐敗は、どちらも微生物が新しい成分を作るはたらきのことです。その結果を、良いはたらきは発酵、悪いはたらきは腐敗と、人間の都合で分けられているだけです。

この乳酸菌飲料のものは、
モンゴルの草原で飲まれて
いた発酵食品だそうです。



③乳酸菌飲料ができるまで

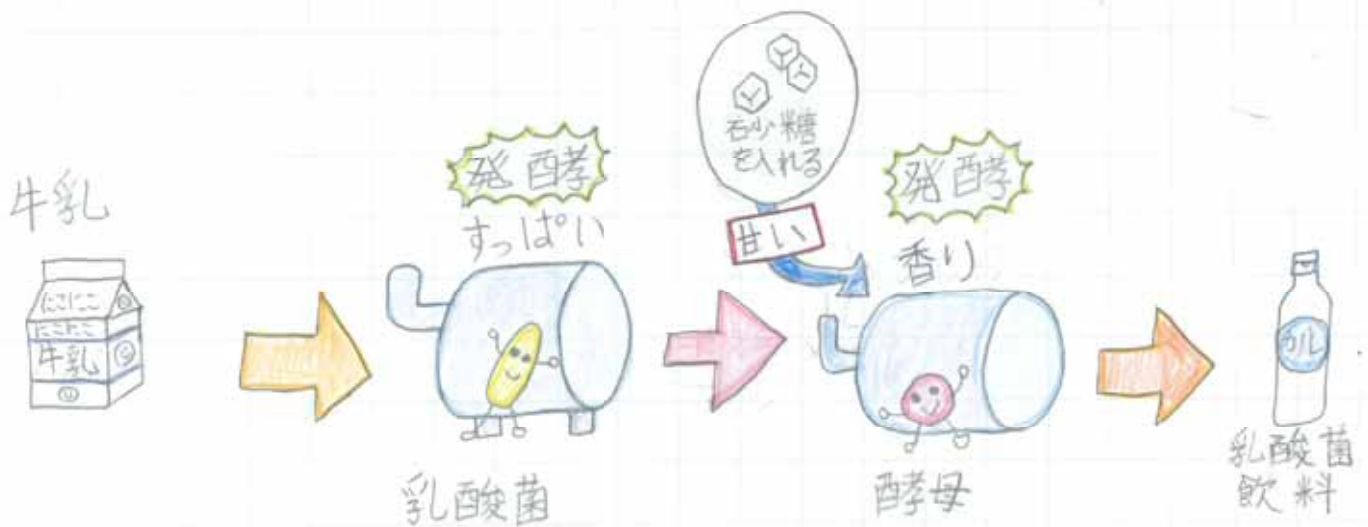
(1)牛乳を遠心分離機で、脱脂乳と乳脂肪分に分ける。



乳脂肪分はバターになって、脱脂乳が乳酸菌飲料のもとになります。

(2)発酵が2回行われる。

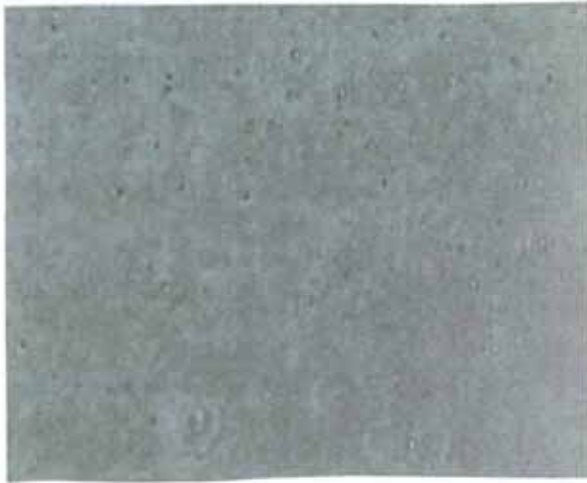
乳酸菌飲料の特徴は、すっぱさと独自の香りにあります。すっぱさは乳酸菌の発酵によって作られ、独自の香りは酵母の発酵によって作られます。



④牛乳と乳酸菌飲料を比べてみよう。

〈顕微鏡で観察する〉

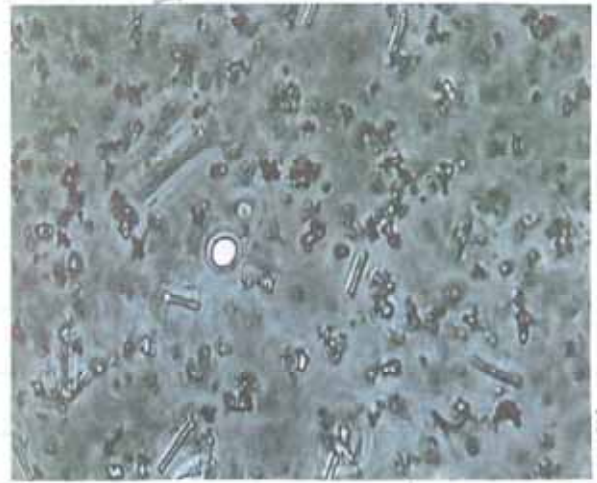
牛乳



撮影
本人

栄養の粒が見えます。

乳酸菌飲料



撮影
叔

白く丸く光るのが酵母、細長いのが乳酸菌です。

〈すっぱさを調べる〉

乳酸菌が作るすっぱさは乳酸菌飲料の特徴です。そのすっぱさがどのくらいか調べてみました。

(1)すっぱさを調べる紙(試験紙)の先を、牛乳、乳酸菌飲料、レモン汁のそれぞれに1秒間つける。

「それぞれの試験紙」

赤丸→●:牛乳

青丸→●:乳酸菌飲料

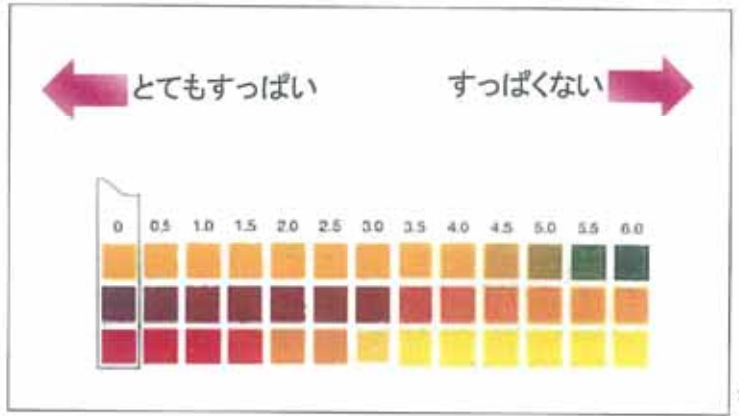
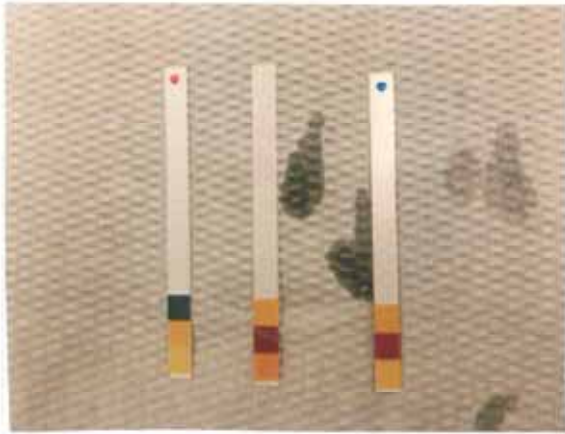
無印:レモン汁

(次のページ参照)



撮影
父

(2) すっぱさの強さ表の色と比べて 数値を見る。

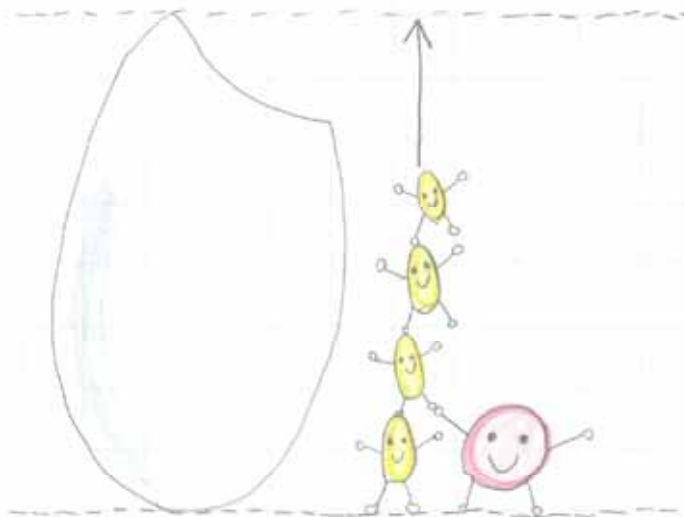


結果

牛乳	6.0
乳酸菌飲料	3.0
レモン汁	2.0~2.5

乳酸菌飲料のすっぱさは、牛乳よりもレモン汁に近いことがわかりました。

⑤ 乳酸菌や酵母の大きさ

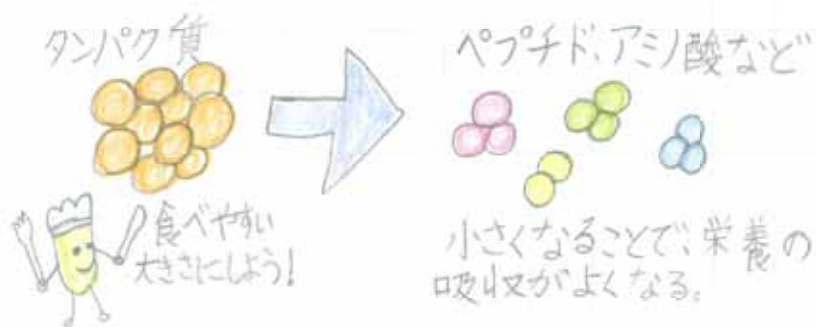


乳酸菌や酵母の大きさは、米粒の2500分の1です。

こんなに小さな微生物たちががんばって人の役に立っているのですね。



⑥発酵の体に良いカ



乳酸菌は、すっぱい味だけでなく、原料の栄養(タンパク質)を小さく切り分けて、ペプチド、アミノ酸などの体に良い成分を作ります。



酵母が作る香りは、おいしさだけではなく、体にうれしいカ(ほっとした気持ちになる)を生みます。

おいしさ
独自の
さわやかな香り

体にうれしいカ
香りをかぐと
ほっとした気持ちに
なる

酵母のカによって「ほっとした気持ち」になることは、最近の研究でわかったそうです。



発酵のはたらきの全体を学ぶことができました。

13 体馬食・納豆を作る

「親子でワラ納豆作り教室」(主催:文化庁)に参加しました。
(8月6日、南大塚地域文化創造館)

講師: 関本政英さん(菅谷食品)

〈関本さんのお話・納豆について〉

- 1万年前(縄文時代)にすでに食べられていたそうです。
(中国から来た大豆を蒸して食べていましたが、家の中のワラに落ちた大豆にワラの納豆菌が発酵して納豆になりました。)
- 稲ワラがないと納豆はできません。(稲ワラの中に納豆菌がいるからです。)
- 納豆がよく食べられるようになったのは、戦国時代です。
武士が戦場に行く時に、馬にエサのワラと自分たちのごはんの大豆をのせていました。馬の体温で、ワラの納豆菌と大豆が発酵して納豆になり、食べられるようになりました。
- 納豆菌は、暑さにも寒さにも強い。
120°Cの熱、-100°Cの冷たさまでたえられます。
だから、炒飯にしても凍らせても納豆菌は生きています。
- 納豆菌は、一度発酵したら他の菌をよせつけません。
消費期限が過ぎても、いつまでも食べられます。

1本の稲ワラに1000万個の納豆菌がいるといわれています。

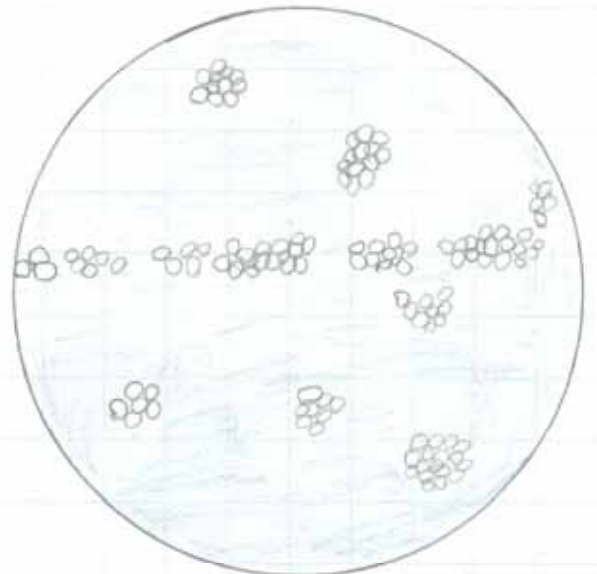


<納豆菌を見る>

顕微鏡で納豆菌を見てみました。



撮影
父



丸い粒がたくさんつながって
いました。納豆菌の卵だ
そうです。



顕微鏡の倍率は400倍です。

<ワラ納豆を作る>

準備するもの:大豆、水、納豆菌、稲ワラ(タッパでも可)、保温箱、
ペットボトル、圧力鍋

①大豆をていねいに洗い、一晩水に浸ける。

②水を切って大豆を蒸す。圧力鍋で1時間。



撮影
本

圧力鍋で1時間。



撮影
本

蒸上がった大豆。そのまま食べてもいい。

③ 納豆菌をかける。

一度ふっとうさせたお湯に納豆菌を
うすめた菌液をスプレーでかけます。
そして、よくかきまぜます。



撮影
父

④ フラにつめる。

フラは、にぎりこぶしが入るくらいの大きさに広げます。
そこにスプーンで入れるのですが、すき間からこぼれないようにするのが
むずかしかったです。



撮影
父



撮影
父

⑤ 保温箱に入れていよいよ発酵。

保温箱の中には、50℃くらいのお湯を入れたペットボトルも入れます。
納豆菌は、酸素がないと生きていけません。保温箱のふたにキリで
小さな穴を1つ開けておくことがポイントです。



撮影
父



撮影
本人

< 発酵の観察 >

0時間 8月6日(日)12時



撮影
秋

ゆで豆のいい香り。
このまま食べても甘くておいしい。

4時間後 8月6日(日)16時



撮影
秋

変化なし。

10時間後 8月6日(日)22時



撮影
秋

豆の表面のツヤがなくなった。
ゆで豆のにおいが強くなった。

19時間後 8月7日(月)7時



撮影
秋

豆の表面が白くなってきた。
豆どうしが白い糸でつながって
いるところが数ヶ所見られる。
ゆで豆のにおいがうすくなって
きた。



表面が白くなって糸が見えた時は
ちょっとこわい気もしましたが、嫌な
においではなかったのて、やっぱり腐
っているのではないんだと思いました。

32時間後 8月7日(月)18時



撮影
本人

ますます白くなってきた。
1つ1つの粒に白いギザギザが出て
いる。

45時間後 8月8日(火)7時



撮影
本人

豆の色が濃くなって、1粒1粒が
くっついてきた。納豆のにおい
がする。

60時間後 8月8日(火)22時



撮影
本人

納豆になっている。



撮影
父

→ おはしでつまんだら糸を引いて
いる。



撮影
父

食べてみた。
まさに納豆の味。
ゆで豆とは全くちがうものになっ
ている。

⑥ 冷蔵庫で「熟成」させる。

1日冷蔵庫に置いておくと、糸引きがよくなる
そうです。

あとは途中で様子を伺いながら、自分のお好み
のころに食べられます。



撮影
叔

⑦ 完成

「いただきます」



撮影
父



撮影
叔

納豆との会話が大切

おいしい納豆を作るためには、発酵中の豆に
話しかけることが大切だそうです。「会話でき
るんだよ」と関本さんは言います。

ある日、関本さんが家で休んでいた時、ワラ納豆
の「助けて!」という声が聞こえました。気になって
納豆工場へ行ってみると木機械がこわれていて、
発酵中の納豆がためになってしまっていたそうです。
今回、納豆を育て、豆と話をする気持ちが分かりました。



撮影
本人

発酵中の豆を
時々見守りました。



糸納豆が生きていることを実感しました。

14 大活やくする“発酵”

発酵のはたらきは、食べものだけではありません。

〈発酵がつくる日用品〉

・洗剤、化粧品

服の汚れの多くは、皮脂というあぶらや、皮膚がはがれた角質というたんぱく質です。これらのあぶらやたんぱく質を分解する物質が発酵によって生み出されます。それを洗剤として利用しています。また、あぶらやたんぱく質を落とす化粧品が作られています。

・藍染め

藍という植物の葉を発酵させた液で布を青色に染めます。ジーンズなどに使われます。

幼稚園のときに藍染め体験でハンカチを作りました。それが発酵の力だだと知って驚きました。



撮影
本人

幼稚園の時に作った藍染めハンカチ

〈バイオマスエネルギー〉

現在ある動物や植物からつくられるエネルギーをバイオマスエネルギーといい、石油や石炭に代わるエネルギーとして期待されています。

・バイオマスエタノール…酵母菌の発酵で得られるアルコールを利用した燃料。

・バイオマスプラスチック…トウモロコシなどから得たでんぷんや米糖を、乳酸菌に発酵させ、それを原料に作るプラスチック。捨てても土の中で分解されます。

・バイオガス………生ゴミや下水処理の汚泥などから取り出した燃えやすいガス。

<医薬品/ペニシリンの発見>

発酵は、薬を作るのにも役立っています。

抗生物質という薬は、病気をひきおこす細菌をやっつけるはたらきを持っています。この抗生物質の多くが発酵によって作られています。

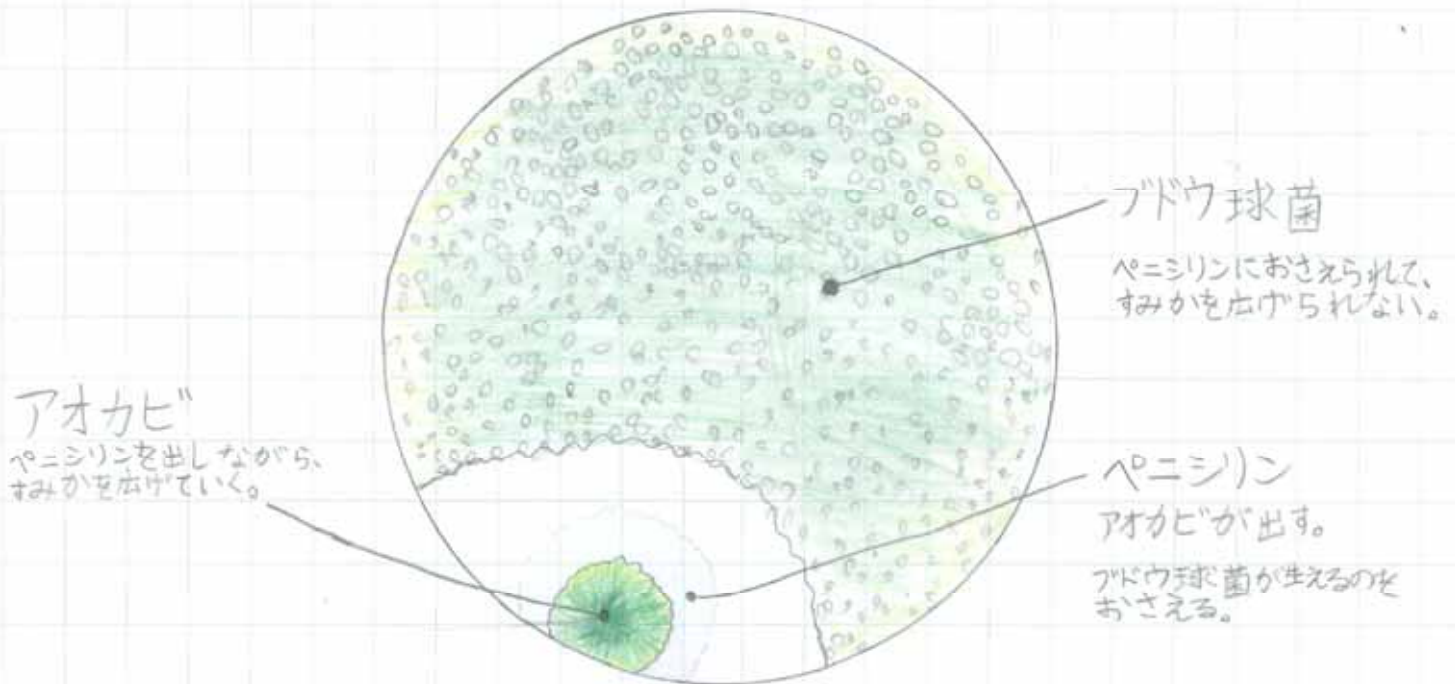


アレクサンダー・ Fleming
(1881年~1955年)
イギリスの細菌学者

皮膚にはブドウ球菌という微生物がいます。けがをすると傷口に急に増えて悪化させる菌です。

1928年、このブドウ球菌を培養していた Fleming は、ある日失敗してシャーレにアオカビを発生させてしまいます。捨てようと思った Fleming ですがよく見るとシャーレいっぱい繁殖するはずのブドウ球菌の中で、アオカビのまわりだけブドウ球菌が消えていることに気がつきました。

「このカビには、ブドウ球菌を増えさせない何かがあるのではないかと」思った Fleming はさっそく研究を開始しブドウ球菌の成長をおさえる物質「ペニシリン」を発見しました。



私たちの命を守ることにも発酵が役立っていることがわかりました。

15 下水と発酵

〈発酵で水をきれいにする〉

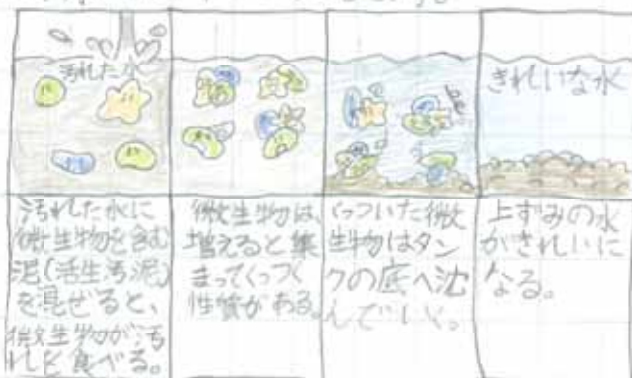
家庭や工場から出た汚れた水は、下水道を通して下水処理場へ運ばれます。ここでも発酵は活やくしています。

8月20日、東京都のお台場にある「虹の下水道館」に行きました。



撮影
友

反応そうの中で、微生物が水の汚れを食べて水をきれいにしていきます。



第一沈殿池

細かい汚れを沈めてとりのぞく。

反応そう

微生物による発酵。

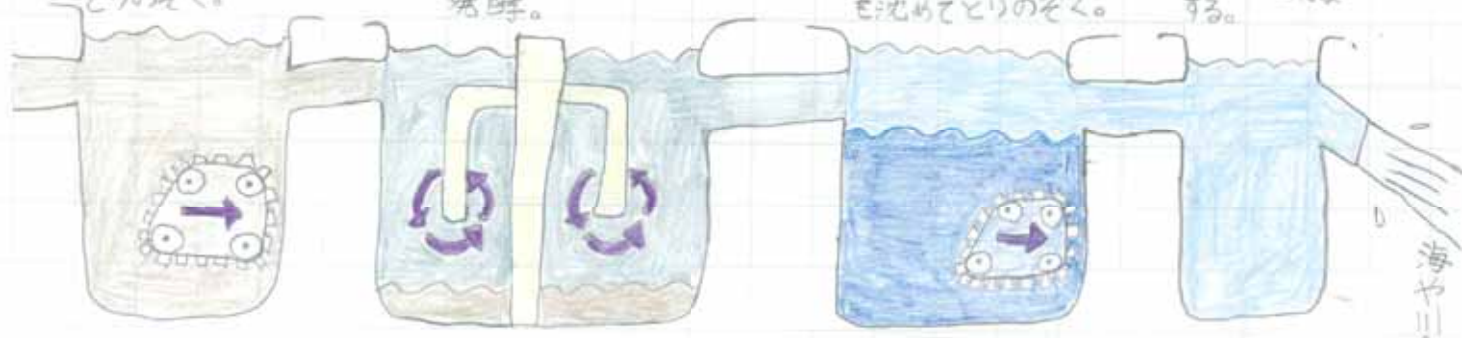
第二沈殿池

さらに、細かい汚れも沈めてとりのぞく。

消毒設備

上層の水を消毒する。

汚れた水



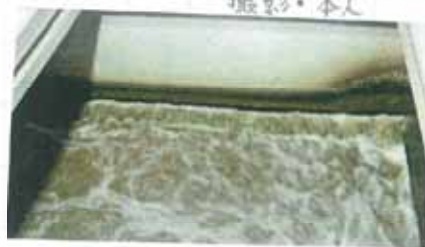
下水からゴミや砂などを沈めてとりのぞいた後、微生物と空気を送りこんで発酵を行います。

発酵で汚れをとりこんだ微生物は底に沈み、上層の水がきれいになります。この水を消毒して、川や海に流します。



撮影・本人

この下が反応そうです。深さ11メートルの水そうの中で微生物が活やくしています。

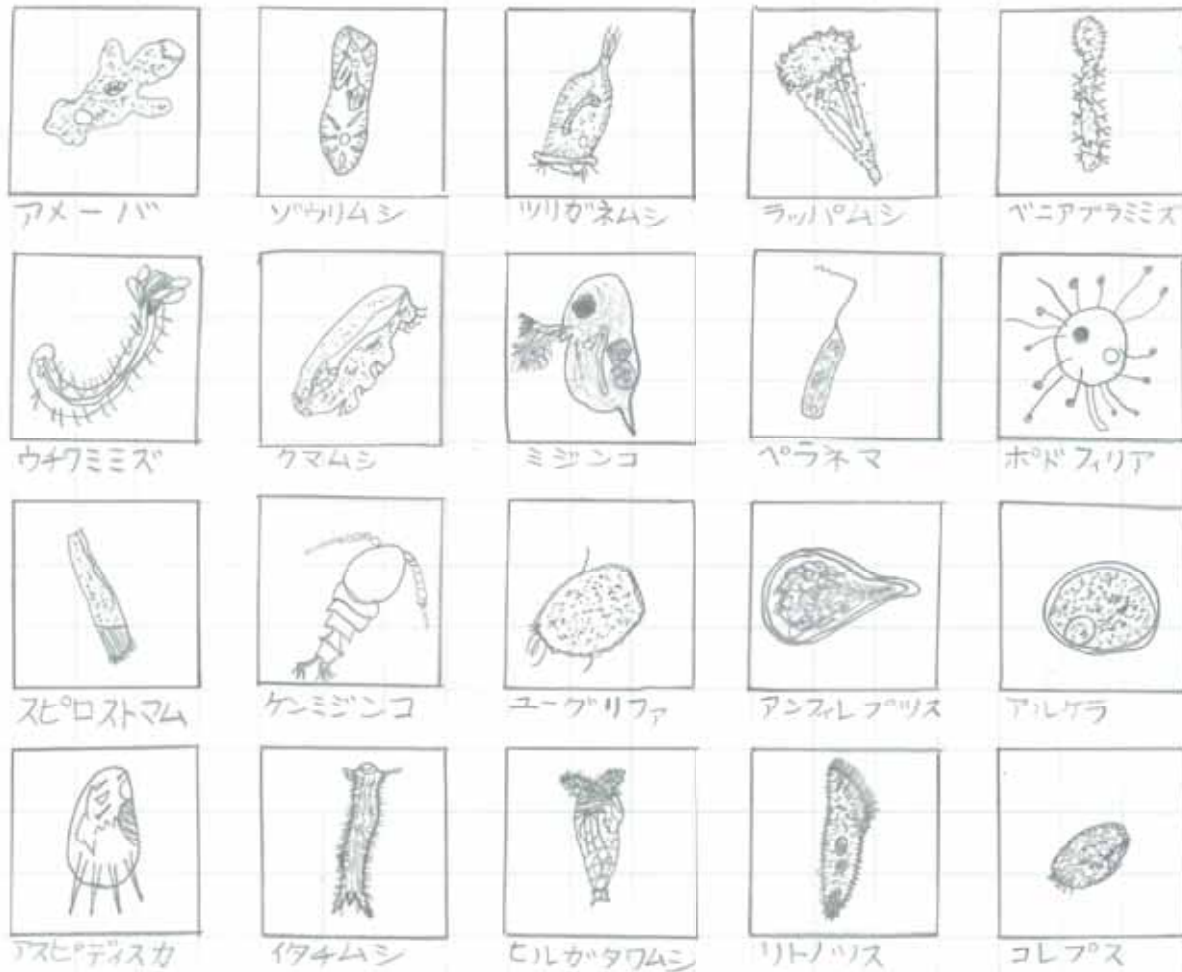


撮影・本人

空気を送りながら発酵が進んでいきます。

く水をきれいにする微生物

反応そうでは、たくさんの種類の微生物が活やしています。



実際に顕微鏡で微生物を観察しました。



撮影・父

くにくにくにや動いたり、スーッと進んだり、形もいろいろでした。



微生物がはたらく前の汚れた水。

発酵によって、こんなにどう明になる。

撮影・本人



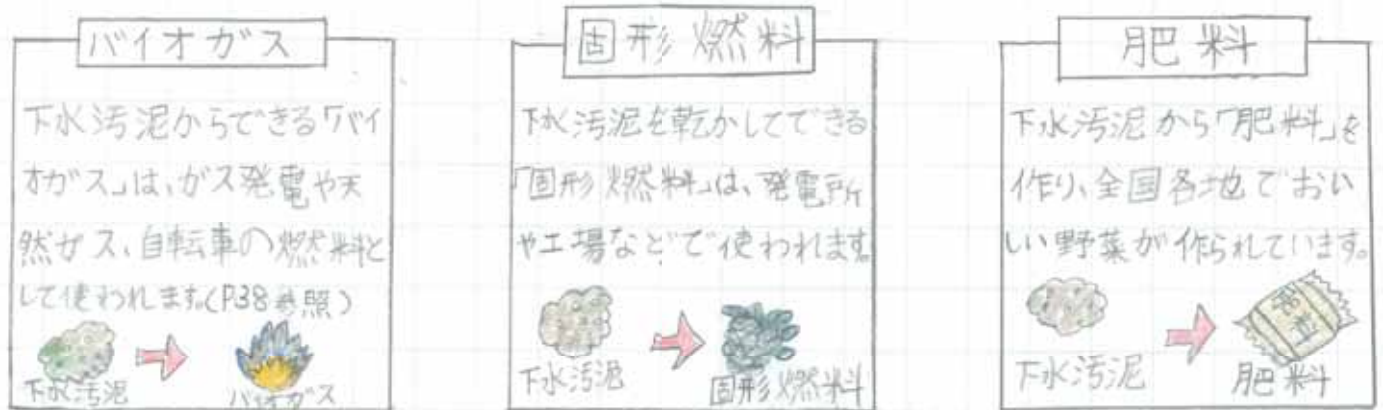
微生物が動く様子や水がきれいになる変化を実際に目で見、勉強になりました。

16 下水処理施設で発酵が生み出すもの

<下水汚泥の中の3つのエネルギー>

下水処理場の反応槽の中で、汚れを食べた微生物どうしがくっついて底に沈んでたまります。これを下水汚泥といいます。

下水汚泥は人のくらしの役に立つ3つのエネルギーを持っています。



<BISTRO下水道>

下水道から生まれた水や肥料や熱を利用して、野菜などを作る取り組みが全国各地で進められています。

国(国土交通省)と日本下水道協会などによるこの活動は「BISTRO下水道」と名付けられています。

ビストロとは、フランス語で「気軽に入れる小さなレストラン」という意味です。下水道からおいしいものができるということを表しているのだと思います。

〔下水汚泥から作った肥料を使ったもの〕

- ・北海道寒川町のかぼちゃ
- ・山形県鶴岡市の茶豆
- ・青森県八戸市のニンニク
- ・兵庫県神戸市のスイートコーン
- ・長崎県長崎市のトマト ほか多数

〔下水の再生水を使ったもの〕

- ・熊本県熊本市の水稲
- ・佐賀県佐賀市のスッポン
- ・鹿児島県奄美市のサウキビ ほか多数

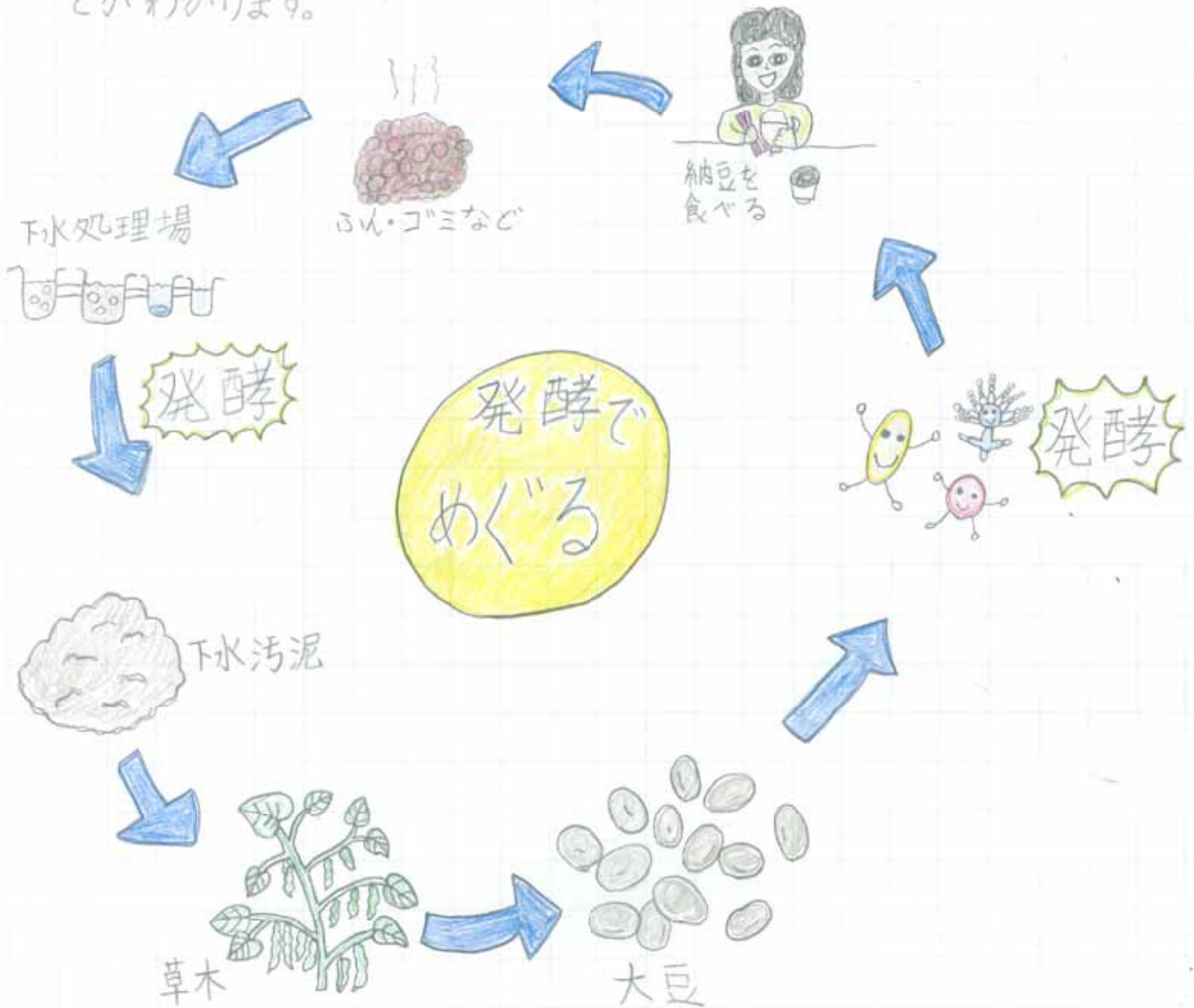
〔下水処理によってできる熱などを使ったもの〕

- ・愛知県豊橋市のトマトなど

<発酵の力でめぐっている>

栄養豊富な土で育った木や草は、木の実や野菜を育てます。これらの食べものは微生物の発酵によっておいしくなり、体の健康にもとてもよいものになります。

食べたその一部は便や尿になって下水道を流れます。下水処理場で微生物の発酵によってきれいな水や栄養豊富な土が生まれます。このように、私たちの暮らしは発酵の力のおかげでめぐっていることがわかります。



発酵が私たちの生活を大きく支えていること、そして国も発酵の力に注目していることを学びました。

17 実験・発酵で土を作る

〈コンポストに挑戦〉

発酵によって土が作られるのを実際に見るために、「コンポスト」の実験を行いました。

(コンポスト:生ゴミなどを微生物によって発酵させて、栄養豊富な土に変えること。)

〔用意するもの〕

- ・発酵箱
- ・腐葉土
- ・ドライースト(酵母菌) 3g
- ・納豆 1粒
- ・ヨーグルト 25g
- ・砂糖 15g
- ・ぬるま湯
- ・ペットボトル



撮影:本人

①特製発酵液を作ります。ペットボトルに、ぬるま湯とドライースト、納豆、ヨーグルト、砂糖を入れてよく振ります。



撮影:本人

②特製発酵液のもとを2日間、発酵させます。2日たつと、発酵のガスによってペットボトルがパンパンにふくらみます。



撮影:本人

③発酵箱の中に腐葉土を入れ、特製発酵液をかけて、よくかき混ぜます。イースト菌などの強いにおいがします。



撮影:本人

④生ゴミを入れて、よくかき混ぜます。まずは、バナナの皮を入れました。



撮影：本人

⑤右が特製発酵液を入れたコンポスト。左は腐葉土だけのもの、土の様子を比べてみました。

温度の観察ではコンポストの温度が気温や普通の土より高かったため、微生物が生きることがわかりました。



<コンポストの温度の観察>

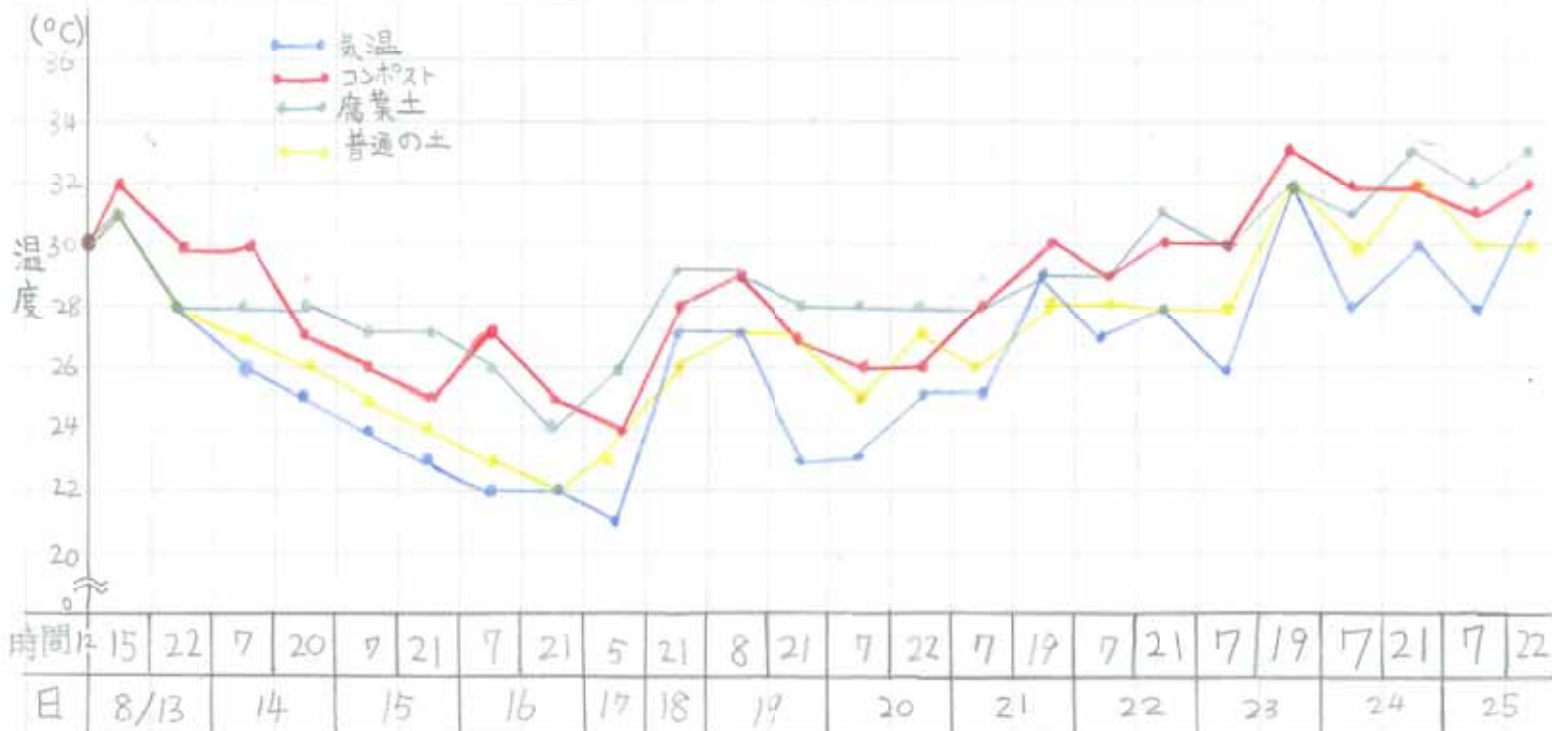
コンポストと腐葉土、そして普通の土の温度の変化を記録しました。

予想1 コンポストの温度が一番高い。その次が腐葉土。

[理由] 腐葉土は葉っぱが発酵した土。それに特製発酵液を加えたのでより発酵が進んで温度が高くなると思うから(微生物が発酵すると熱を出すと思うため)。

予想2 コンポストも腐葉土も気温と関係なく変わらない。

[理由] 微生物が常に発酵しているから。



温度観察の結果

- ・気温よりも、土(3種類)の方が温度が高かった。
- ・普通の土より、発酵している2種類の土の方が温度が高かった。
- ・発酵している土も気温の変化によって温度が変わった。
- ・コンポストと腐葉土では、腐葉土の温度の方が少し高めを感じがした。

<コンポストの土の変化の観察>



撮影・本人

0日目(8月13日)

バナナの皮85g、卵のから9g



撮影・本人

2日目(8月15日)

あまり変化なし



撮影・本人

8日目(8月21日)

土の部分が多くなったように見える

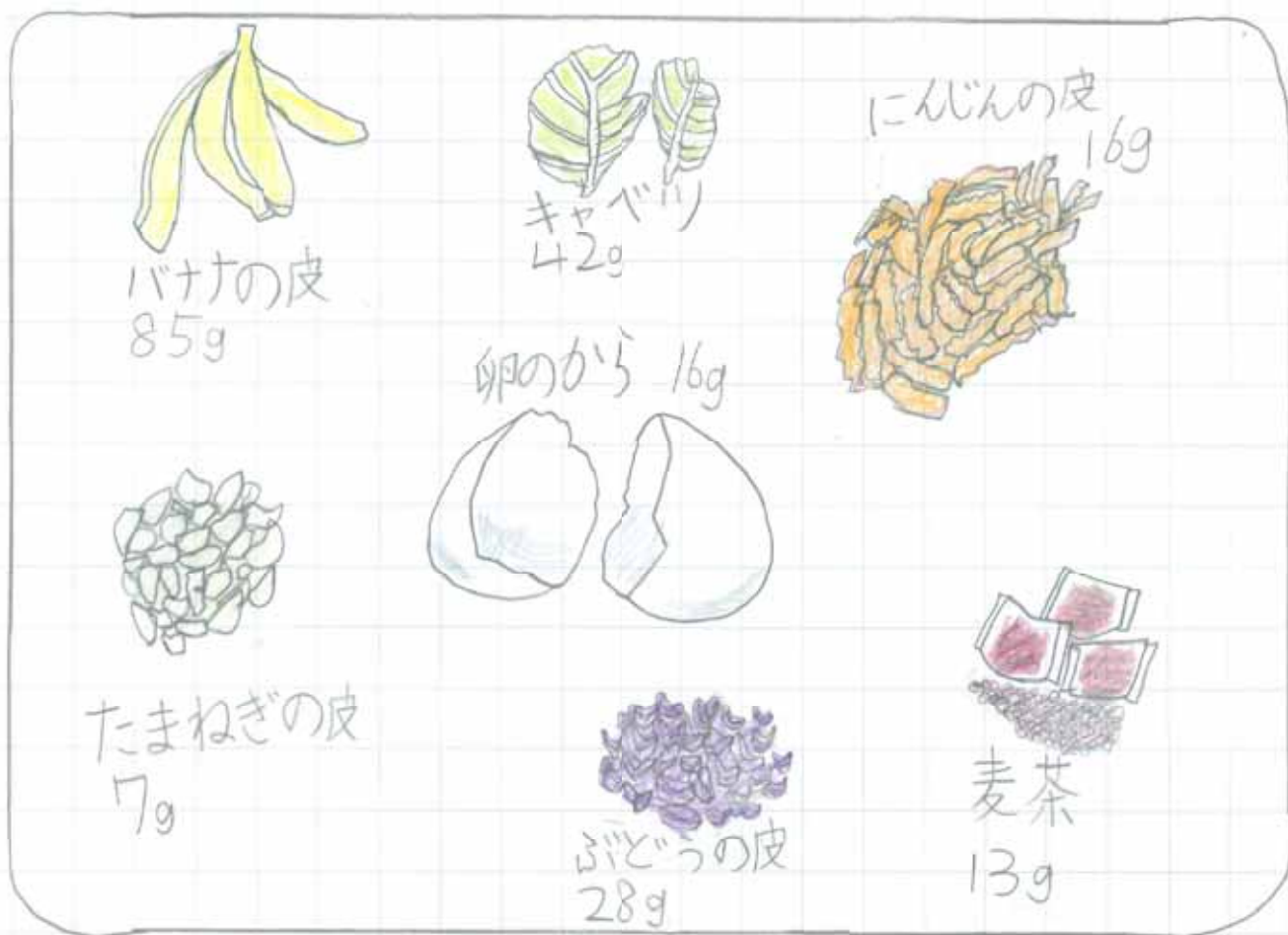


撮影・本人

12日目(8月25日)

ほとんど土になった

今回、12日間でコンポストに入れた生ゴミは次の通りです。



短い期間でしたが、合計207gの生ゴミを土に変えることができました。実験期間はすずしく、気温が低い日が続いたため、もしかしたら微生物の活動が弱かったかもしれません。コンポストの実験はこれからも続けて、たくさんの土を作りたいと思います。

かたい卵のからまで土になってしまったのはちょっと信じられませんでした。



黒い土が本当にできて、発酵の力に感動しました。

まとめ

最後に、この調べ学習のまとめとして、「発酵パワー満載！パーフェクトおにぎり🍙」を作りました。

炊きたてごはんにも味噌とかつお節をまぶし、香ばしくあぶってぬか漬のキュウリをはさみます。



撮影・本人

味噌は酵母とコウジカビと乳酸菌、かつお節はカツオブシカビ、ぬか漬は乳酸菌。発酵の3種類の微生物が入っているおにぎりです。微生物たちのはたらきを考えながら食べると、とってもおいしく感じました。

図書館でたくさん本を借り、7月に乳酸菌飲料の「発酵のチカラ親子教室」、8月には「ワラ納豆作り教室」と下水処理施設を見学しました。家ではコンポストを作り経過を観察し、またスーパーマーケットで売られている商品の中での発酵もの探しを体験しました。

図書館で借りた18冊の本からは、酵母やカビ、菌のことを詳しく学びました。発酵食品とは何か、おいしくて栄養があるのはなぜなのか、日本や世界には、どんな発酵食品があるのか、知ることができました。食べもの以外の身近なところでも発酵が活やくしていることがわかりました。

微生物という目に見えない小さなものが持つ大きな力。

今年は、発酵に出会い、調べ、体馬券をたくさんして、そのエネルギーをいっぱいもらいました。
これからも、発酵からのたくさんのエネルギーを、勉強や運動、毎日の生活などいろいろなことに生かしていきたいです。

2017.8.27

<写真撮影>

岩井まゆ
岩井真(父)

<利用した図書館>

豊島区立巣鴨図書館
豊島区立駒込図書館
新宿区立四谷図書館

<参考資料>

- (1) 中居恵子 「行ってみよう! 発酵食品工場」(ほるぷ出版)
- (2) 中居恵子 「つくってみよう! 発酵食品」(ほるぷ出版)
- (3) 中居恵子 「もっと知ろう! 発酵のちから」(ほるぷ出版)
- (4) 小泉武夫 監修 「おどろきの栄養パワー 発酵食品大研究」(PHP 研究所)
- (5) 伊沢尚子 「調べよう カビのふしぎ」(汐文社)
- (6) 伊沢尚子 「実験しよう カビのふしぎ」(汐文社)
- (7) 藤崎友美 「食で総合学習 バター・ヨーグルト」(金の星社)
- (8) 大岩ヒュン 「みそのひみつ」(学研)
- (9) ぬえりつき 「乳酸菌のひみつ」(学研)
- (10) たまだまさお 「かつお節とだしのひみつ」(学研)
- (11) ひろゆうこ 「下水道のひみつ」(学研)
- (12) 小倉ヒラク 「発酵菌ですぐできるおいしい自由研究」(あかね書房)
- (13) 沢田としき 「なっとうの絵本」(農文協)
- (14) 生活環境教育研究会編 「ぶくぶく発酵する不思議」(農文協)
- (15) 稲垣栄洋 監修 「大豆のへんしん図鑑2 とうふ・なっとう・みそ・しょうゆ」(小峰書店)
- (16) 板倉聖宣 監修 「調べてみようわたしたちの食べもの7だいず」(小峰書店)
- (17) 林四郎 「おおきなしぜんちいさなしぜんかかく8 かび」(フーベル館)
- (18) 石井克枝 監修 「すがたをかえるたべものずかん 大豆・米・麦・とうもろこし・いも・牛乳・魚」(あかね書房)
- (19) 新国佐幸 「微生物が食べものをつくる」(農文協)
- (20) 虹の下水道食官ホームページ <http://www.nijinogesuidoukan.jp>
- (21) 国土交通省ホームページ/「BISTRO 下水道」パンフレット
<http://www.mlit.go.jp/common/001135944.pdf>
- (22) JAPAN WEB MAGAZINE/なれずし
<http://japan-web-magazine.com/japanese-food/narezushi-japanese.html>
- (23) ウィキペディア/ネットワーク。べったら漬け、へしこ
<https://ja.wikipedia.org/wiki/>