

沖縄県知事賞 第37回沖縄青少年科学作品展

照間海岸の化石調べ パート2 ～化石から体の大きさを想ぞうしてみよう～

那覇市立天久小学校

3年 岩瀬 暖花

はじめに

きっかけ

2年生の時、お父さんが化石のある海につれて行ってくれてお母さんがサメの歯を見つけたのが始まりだった。
 くやしくてなきながさがした。
 でもその日はとれなくて、二回目もお父さんにつれて行ってもらったけど、とれなかった。
 三回目に行きたとき、もうぜつめつしたサメの歯をひろったので、お父さんとお母さんがびっくりしてくれてすごうれしかった。
 毎日とれたらいいのに」
 と思った。だから2年生から時間がある時には毎週のようにひろいに行き、たくさん集めた。
 たくさん集めてみて、とくにきれいな化石や大きい化石をひろった時に
 この化石が生きている時はどのくらいの大きさだったのかな、と知りたくなった。




1

照間海岸の化石について

・場所はどこ？



おきなわけん
うるま市
照間海岸

・いつごろの化石が出るのか
 照間海岸の化石は、土地面(地そう)にうまて見つかるわけではないので、いろんな年代の化石が見つかるといわれている。
 (まだくわしくはわかっていない)

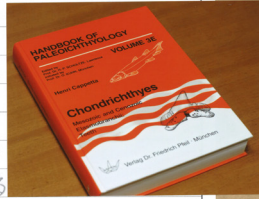
- 100数十万年前・・・「おしりべりな貝」より (2011年)
- サメやハリセンボン、クジラ、魚のせきつ(こづ)は400万年前
 リュウキュウシカはべつな新しい地を(おんそ)
- イナシは400万年前・・・「りゅう球列島のあたり」(2007年)

2

調べ方・方法

・何の化石が調べるために本をいろいろ買った。

きょ年の自由けんきゅうで
図書カードをたくさん
もらったので、くわしい
本を買った。



「オレンドの本(あたぬ)つ
照間海かんで見つかる

化石と同じ年だいのサメの歯がたくさんしつづいて
のっている本。(カペ、タ、2012年)

えいき語なので読めないけれど、よく出てくるページ
にはしるしをつけてもらったので写真を見て自分で
さがせる。

ほかにもサメ図かんやホネの本を買った。

・どうしてもわからない化石は、はく物倉や
水ぞく館へ持って行ってかぎであるひょう本と
くらべてみた。

それでもわからないときは、はく物館の先生や
水ぞく館のしつもんコーナー(アクアラボ)
でしつもんしてみたりした。

・美ら海水ぞく館で調べた。



サメはかせの部屋には
いろんなしるしのサメの
あこのこ、かくひょう本が
あるので、何回も行って
歯の形やとくこうを
きいてみた。



←イタチサメかんさつ中・・・。
ヤジブカもふえたし
オオメジロサメも小さいのと
入れかえていたよ。

3

4

・アクアラボの「サメのふしぎ教室」にさんかした。



アオサメの歯

前歯は長細なけれど
お歯は思、たよりよこに
は、はが広がった。



イタチサメの歯

上の歯も下の歯も
同じ形だけれど
あつみだけはうかう
(下の歯にあつみがある)
と思、ていたのに
どうも同じくういの
あつみた、た。



←しゅうりょう書を
もら、たよ!

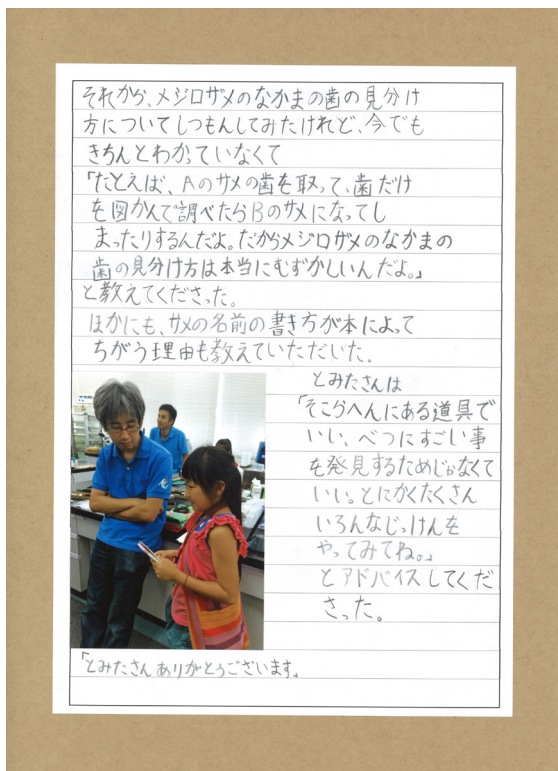
サメの化石はかせのとみたさんにお話を聞きました

美ら海水ぞく館のアクアラボに行、た時、
サメのたまごのお話をしてくれ、たし、育買、が
よこ山さんだ、た。
サメの歯についてくわしいと思、て化石を
たくさん見、せてしつもんした。
でもよこ山さんは化石のことにくわしくな、た。
そのかわりに「もう少ししたら、期間、けんで、
サメの化石はかせが来、ますよ。」
と教、えてく、たさ、た。
少し、た、て、サメの化石はかせのとみたさん
に会、いにまた美ら海水ぞく館へ行、た。
とみたさんは「い、はい集、めたね!」と
おどろ、いてく、たさ、た。
いっしょに照間海かんに化石をひろ、いに
行くやくそくもしてく、たさ、た。
とみたさんはわくわくな、たサメの化石の
名、前も教、えてく、たさ、た。



5

6



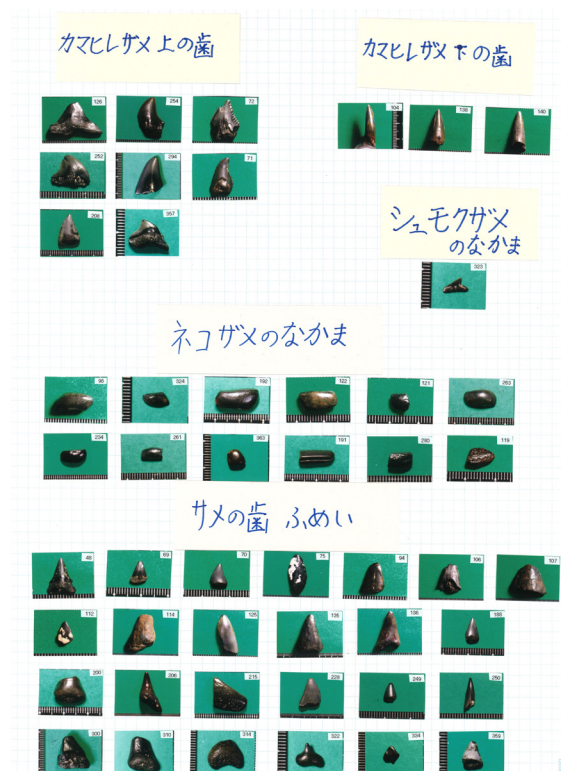
7



8



9



10



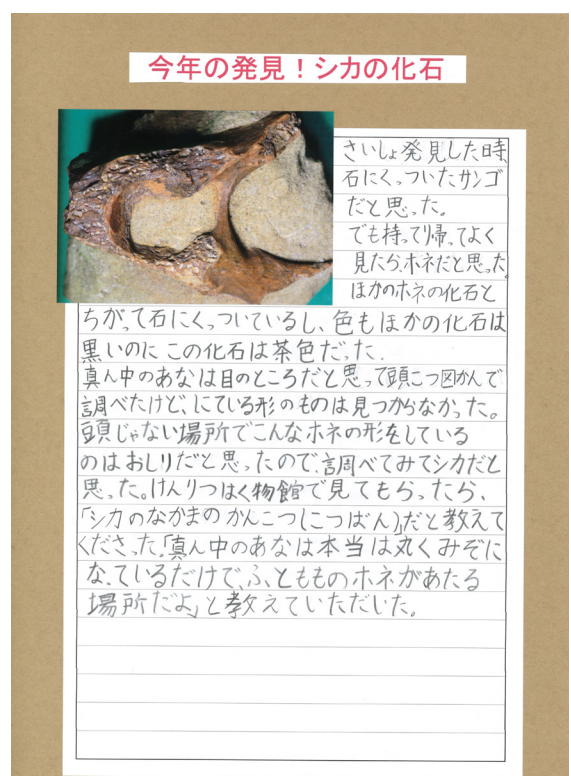
11



12



13



14

今年の発見！イノシシの化石



さいしょ発見した時
何かの歯だと思、たけれど
何の歯かわからなかった。
うらにたくさんあなが
あいてるのでほにうら
の歯かもしれないと思、た。
次に何を食べている歯
なのか考えることにした。
草を食べる動物の歯は
も、と上が平べ、たくて
肉を食べる動物の歯は
も、と上がとがっていた。
だから草と肉の両方を
食べている歯だと思、た。

「クマカヌキイノシシかのどれか？」と思、て
調べてみたら、イノシシの下のお歯だとわかった。

→けん立はく物館の
イノシシの化石

今年の発見！イルカの歯



ふかいところまであいていた。
(まはりやさしくこんでみて
かくにんした。)

美ら海水族館で
イルカにくらい人に見て

もら、たら、やはりイルカの歯だった。
水族館にはイルカのこ、か、と、う、本もたくさんあ、て
歯がついたあごのほねも見ることができ、るけれど
こんなに太いね、こがうま、て、いるとは思、わな
か、た。

15

16

今年の発見！カメフジツボ



この前石の会で海辺を歩
いていたら、死んだウミガメが
いた。ちがつくしカメフジツボ
がこうらにくっついてるので
2〜3こした。
死んでいるから手かくさ
くていやだ、た。

それから何日か後に
化石とりでフジツボの
化石を見つけた。なにか
わからなかつたのであ、た
島でひろ、たカメフジツボと
くらべてみた。外がわは
同じだ、たけど、中はあ、くに
島のフジツボみたいに、
スポンジがた、ではな、かつた。

次に、カメフジツボと中がわ
をくらべると、同じだ、たので
カメフジツボにした。
(化石がどうかかわからな、い)

今年の発見！貝のいんしょう化石

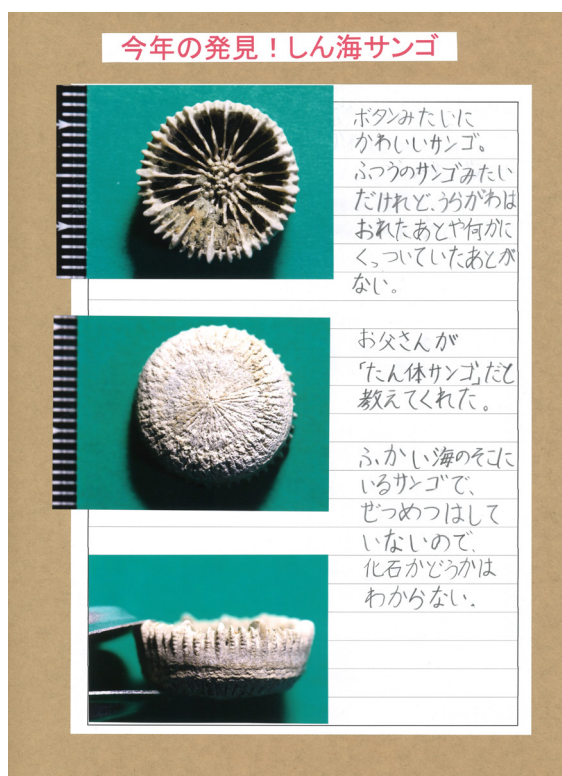


照間海岸には貝がらが
たくさんおちている。
どれが化石でどれが
化石じゃないのか、
あまりよくわからない。
このまえ、貝にくらい
おじさんとい、し、よに
化石をひろ、た時、
そ、う、へんにたくさん落、ち
て、いるまき貝をひろ、て
「この貝はもうせ、つめ
つ、て、いて、このへんには
生きてない人、だよ。」
と考、えてく、だ、さ、た。

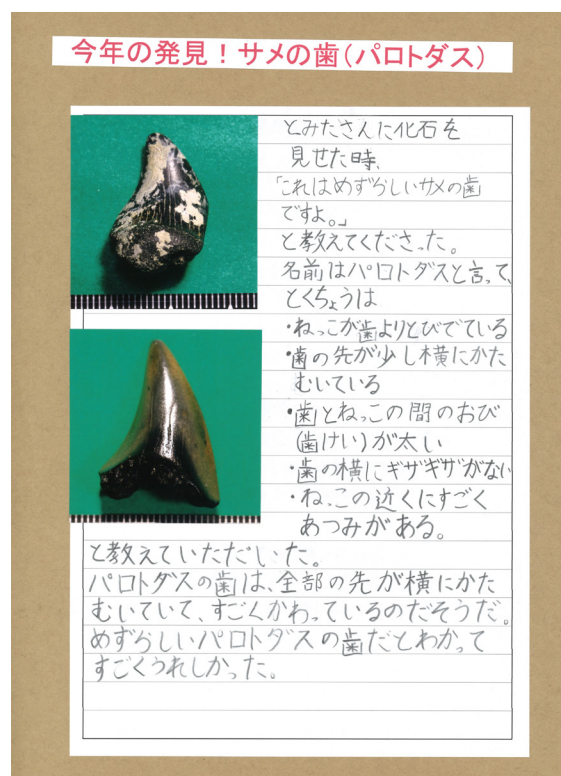
ほかの貝ではわからないけれど、この2まい貝は
貝がらではなくて、砂でできている。
貝がらがなくな、ても貝の壳、絶、している石など、を
いんしょう化石と考、えて、いた、だ、い、た。
インターネットで言、聞、べ、たら、まき貝のいんしょう化石で
中身がほう石のようにな、て、いた、もの、を「貝のおさ、り」(GAS)
と考、う、た、で、う、で、す、ご、く、さ、れ、い、た、た、わ、た、し、も
いつか月のおさ、り、をひろ、て、み、た、い、。

17

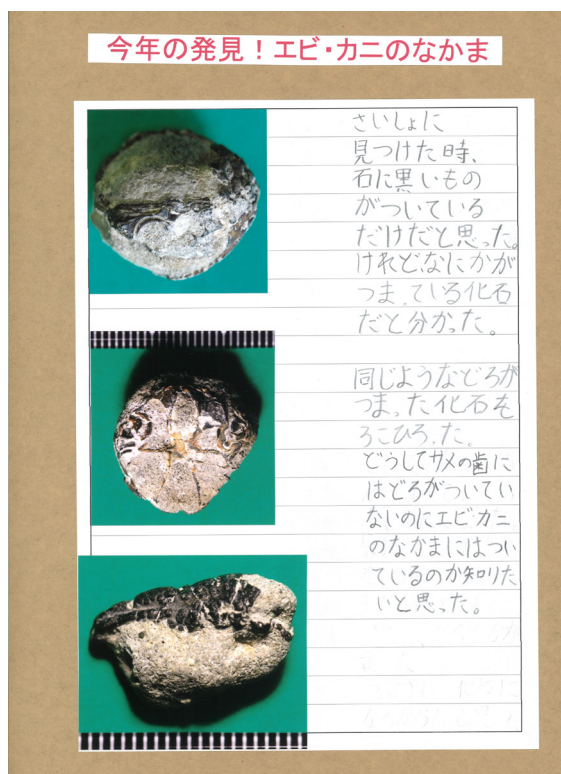
18



19



20



21



22

2年生で集めた化石の名前をなおした



ID 1

メジロサメ下の歯 → ホホジロサメ下の歯

理由

- ・メジロサメのなかまの歯にしては大きすぎる。
- ・歯とねこの間がま、ずぐ。
- ・歯のよこにギザギザがついていたあとがある
- ・歯のねこにあるえいようの通るあなの形がぜんぜんちがう。



ID 7

メジロサメのなかま下の歯 → ふいめい

理由

- ・ID 1 にているからメジロサメのなかまにしたけれど、メジロサメのなかまの歯より大きい。



ID 26

とみたさんが「エスケリ」と発音していた
エスケリ (イヌス・エスケリ) → ホホジロサメ下の歯

理由

- ・今年見つけたエスケリ ID 227 は歯のねこがアサメで歯のギザギザも小さか、たぐら。

ID 227



ID 35

エスケリ → ホホジロサメ下の歯

理由

- ・ID 227 にくらべるとギザギザが大きい
- ・歯とねこの間もまただし、全体の形はアサメ、ほくない。



ID 14

ふいめい → こうこつ魚のびこつ (しほり)

理由

- ・ID 14 はねもとかおれていたのでわからなかつたけれど今年は ID 53 や ID 80 を発見したので言明べることができた。

(去年は葉、はだと思っていた。)



ID 53



ID 43

ふいめい → 草食動物の歯?

理由

- ・ツヤツヤしているのて何かの歯だと思う。
- ・中身がぐねぐね曲がっていて、外がわはウマの歯みたいになれがある



ID 43

23

24



ID 15

イヌス・ハスタリス → ふいめいサメの歯

理由

- ・あつみがなくてきれいな三角形なのでホホジロサメの上の歯だと思うけれどけずれているのでギザギザがあるかどうかわからない。



ID 11

イヌス・ハスタリス → ふいめいサメの歯

理由

- ・歯とねこの間の線が太い
- ・ねこが見た事ない形をしている。

じっけん!

ハリセンボンの歯を取り出してみた

きっかけ

魚屋さんでハリセンボンのちょうちんをみつけた。それで、まるごとのハリセンボンを魚屋さんで買、たぐの大きさを調べられると思、たので買、た。

目的

歯をとり出してかんさつする。
化石と歯の大きさや形をくらべる。
化石のハリセンボンの全長を計算する。

方法

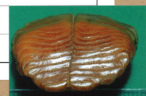
ハリセンボンのなかまをお店で買、てお、り、う、りして身を食、べる。
歯をとり出す。

私の予想

ID 237 (よこ 2cm たて 1cm) ぐらゐの歯だと思う。

今まででさいだのハリセンボンの化石の全長は 70cm ぐらゐだと思う

(ID 23 よこ 2cm 6mm たて 1cm 6mm) →



25

26

・いざ、実験！

① 魚屋さんでハリセンボンのなまをを買ってみた。
(いづまちで1000円ぐらい)

買った魚
ネズミフグ

全長...ヤク34cm

② 口の中をかんさつ

力をいれてもあかながったのでかんさつをあきらめておりました。




27

③ おなうりした。

「スープにするとおいしいですよ」と魚さんが教えてくれたのでお父さんがスープを作ってくれた。

身の部分もスープもとてもおいしかった。

食べおわったり、あごのほねだけを取り出して知らないハブラシできれいにあらった。





28

④ 歯とアゴをかんさつした。

上の歯と下の歯は口をとじてもくつかないと分かった。

←さかさまにすると
顔みたいでかわいい

上あご

下あご

歯だけ取り出せると思っていたのに取れなかった。

歯の大きさは上あごも下あごも同じくらい

たて12mm
19mm

ネズミフグ下あご

思ったより少し小さかった。





29

・結果

ハリセンボンのなま (ネズミフグ) の歯
歯のよこ...17mm 全長...34cm

ID23のハリセンボンのなま
歯のよこ...26mm 全長...?cm

$17mm + 17mm = 34mm$

← ネズミフグの歯3こ分

← ID23の歯2こ分

$26mm + 26mm = 52mm$ だいたい同じ

$34cm + 34cm + 34cm = 102cm$

← ネズミフグ3匹き分

← ID23の魚 2匹き分

$? + ? = 102cm$

ID23の全長...約51cm

・まとめ

ID23は全長70cmぐらいはあると思っていたのに51cmだった。想ぞうしていたより少し小さかったけれど、なぜから1cmもあると思うようになった。

30

じっけん！
マグロのしっぽからびこつをさがしてみた

・きっかけ
いりまちへ おさしみを買いに行ったらまるごとの大きなマグロがあった。^{（全長1mくらい）}
高すぎて買えないのでお店の人に「おさしみを買ったついでに、しっぽはありますか？」と聞いたところ、べつところにあったしっぽだけをわけてくれた。

・目的
化石のようなびこつが見つかるか分からないけれど、全長1mくらいあるマグロ（メバチ）のびこつはどんな形でどんな大きさなのかさがしてかんさつしてみる。
ID80の化石とくらべてみる

・私の予想
さ、とわたしの手のひらぐらいの大きなびこつが見つかるにちがいない!!



そうぞうのマグロのびこつ

31

・いざ、実験！
インターネットで言われたら、スープにできるとあったのでスープを作った。



少ししおを入ただけでおいしいスープになった



こちそうさまでした。

食べた後、すぐにはびこつを見つけられなかった。しっぽのつけねが2つにわかれていて、その中につつまれていたのをやっと発見。



32



ここがまいにわかれていて、そのすきまにびこつがあった



ID80の化石とくらべてみた。

予想していたよりすごく小さかった

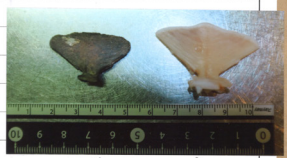


さいごになんこつを外して化石と同じ形にした。

33

・結果

化石の方はまわりがけずれていたので小さく見えるけれど、ねもとの大きさはたいがい同じだった。



ID80↑
ねもと6mm ↑
ねもと7mm

つまり・・・ID80の全長はおよそ1m!!

（びこつは魚によって形がちがうそうだが、「こんなにしっかりしたびこつがある魚はあまりしるいがないはずだよ」と水族館の人に教えていただいた。）

・まとめ
ID80はマグロかマグロに近いしるいの魚だとわかった。
ぐうぜんにいるびこつの魚でじっけんできてラッキーだったと思う。

34

じっけん！
タイの歯・いん頭歯・しっぽを調べてみた

•きっかけ
化石でこうこつ魚(しほいふかい)の歯を見つけて
タイのキバのような前歯や丸いおく歯、
いんとう歯もかんさつしたいと思っていたから
お店で おぼんの 時に見つけたので
買うことにした。
マダイ 全長...約35cm

•目的
前歯とおく歯のかんさつ
いんとう歯を取り出す。
びこつもさがす。

•私の予想
前歯...ID344 ぐらい
おく歯...ID159 ぐらい
いんとう歯...ID165 みたい





35

•いざ、実験！

まず、おりょうりの前に
Dの中をかんさつしようと思った。

でも、ハリセンボンの時と
同じようにかみ入れても
口をあけられなかった。

今日のおりょうりは
お父さんがとくいな
「タイめし」




タイをやいてお米といっしょに
たいたら かんせい!



36

タイだけをべつ
入れものにうつして
身だけをもとにした。

←いんとう歯を
さがしている

いんとう歯は見つからなかった。
マダイのいんとう歯はないのかな?

びこつ発見!



びこつのかんさつ
マグロのびこつと形がぜんぜんちがう。
すぐにおれそう。うすい。



37

歯のかんさつ



そうぞうしたような
歯だらけだけど
思っていたよりも
ものすごく小さかった。

キバみたいな前歯
長さ 3mm
直けい 1mm



おく歯の大きい歯
直けい 2mm

全長35cmなのに
小さすぎてびっくり
した。

上あご

下あご

38

・結果

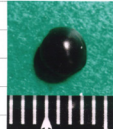
ID344とID159とは大きさがぜんぜんちがったのでちがう種類の魚だと思う。

いんとう歯はマダイにもあるかどうか
美分海水そく館 アクアラボのしつもんコーナーで聞いてみた。「あります」と教えてくださった。

買ったマダイはお店で内蔵がとられていたので、いんとう歯も取り出されていたと思う。



ID344



ID159

・まとめ

マダイは歯が小さかった！

次はもっと歯が大きそうなしつもん魚やかたしものを食べている魚でじけんしてみたい。

じっけん！（おまけ）

サメを食べてみた！！



さ、年の自由けんきゅうでサメについて言聞べたと言、たら 矢張りあいのおじさんが魚つりでつ、たネリリツカ肉を少しわけてくださった。つ、ておにさはいてくれていたからぜんぜんくさくさなかつた（でも歯も海にすてしまっていたから味が、かりした）



フライを作、てもら、見た目はふつうの魚のフライとかわらなかつた。フライにした後にもおいはあまりせず、おいしそうなにおいだけだった。

39

40



味見してみた。ぜんぜんくさくなくて、魚、ほいいやな味もなくてフワフワしていて、ものすごくおいしかった。

すごくおいしかたので妹たちとけんかしながう食べた。



1日たつと味がおろたにくさくな、たりするのかなと思、て、次の日に2こくらのこしておいて食べてみたけどやはりものすごくおいしかった。

サメの肉はすくさいと聞いていたけれど、すごくおいしくてびっくりした。

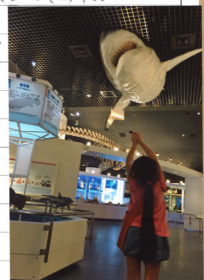
「つりのおじさん、おいしいお肉 ありがとうございます」また食べたいです！！

こつかくひょうほんとは比べられそうな化石をえらんで比べてみた

・ホホジロサメのひょう本と化石の歯をくらべてみた。



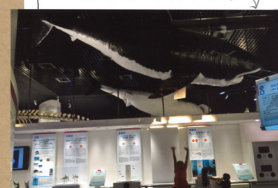
ホホジロサメの化石の中で一番大きかつたID177と美分海水そく館のひょう本の歯の大きさをくらべてみた。



高い所だ、たのであまりくらべられなかつたけれど、一番 真ん中の上の歯と大きさはだいたい同じくらいだたと思う。（ほんの少しだけID177の方が小さかつたかもしれない）

ひょう本は全長 5.5m

つまり...



ID177のホホジロサメは全長約5m!!

大きい!! カッコイ!!

41

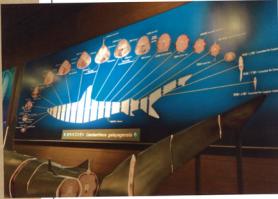
42

美ら海水族館でガラパゴスサメの骨けいと化石のせぼねをくらべてみた。

ID131の化石はとみたさんにメガロサメのなかまたちと教えていただいたので、同じメガロサメのなかまのガラパゴスサメの骨けいとせぼねの大きさをくらべてみた。

ひょう本のせぼねの大きさは豆腐からしほまであまりかわらなかつたけれど、いちおう真ん中あたりのせぼねとくらべた。直けいは6mmぐらい化石の方が小さかった。

つまり・・・
ID131のサメの全長は2mよりも小さいかも！





43

美ら海水族館でメガロドンのかくもけいとくらべてみた。

ID279のメガロドンの化石と、かくもけいとくらべてみた。

大きさもあつみもぜんぜんちがうのでわからなかつた。

ID279の化石は歯の中心のかたいところだけで表面がのこっていないので大きさもきちんとわからないし、メガロドンのかくもけいはいつもたれかが写真を撮っているのであまり長く入さずできなくて、きちんとくらべられなかつた。




44

・化石カマヒレサメの大きさを考えてみよう！

今生きているしりいのカマヒレサメは全長がやく2mしかない。

ID126のカマヒレサメは歯のね、このははが3cmぐらいあつて、ね、このははだけだと、ホホジロサメの大きい方の歯と同じくらいだ。

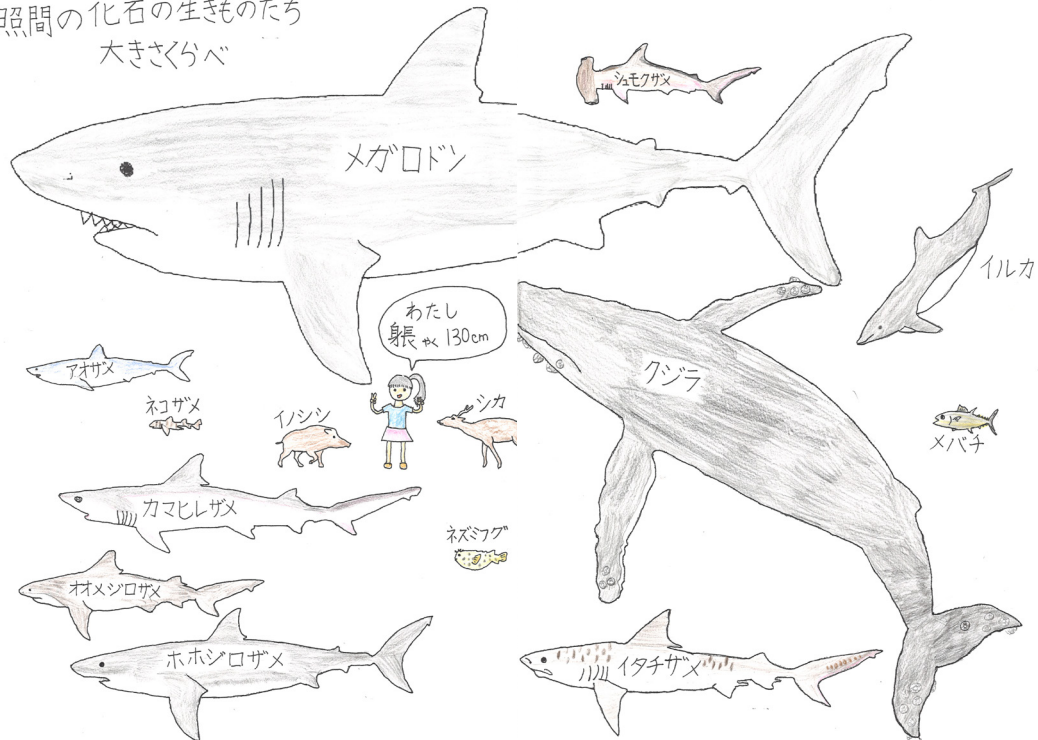
だから化石のカマヒレサメが全長2mのはずがないと思つた。

インターネットで今のカマヒレサメを調べた人が全長140cmで上の一番大きい歯のね、このははが8mmだと書いてあつたので、化石カマヒレサメの全長を考えてみた。(シャークリネンズドットコムさんこうじした。)

	今のカマヒレサメ $8\text{mm} + 8\text{mm} + 8\text{mm} = 24\text{mm}$
	化石カマヒレサメ $3\text{cm} = 30\text{mm}$
	今のカマヒレサメ $140\text{cm} + 140\text{cm} + 140\text{cm} = 420\text{cm}$
	化石カマヒレサメの全長は・・・ 5mくらいだつたかも。

45

照間の化石の生きものたち
大きさをくらべ



46

照間の化石の数ランキング

- 1位 メジロサメのなかま 52 コ
- 2位 ホホジロサメ 38 コ
- 3位 ハリセンボンのなかま 21 コ
- 4位 ネコサメのなかま 14 コ
- 5位 カマヒレサメ(のなかま?) 11 コ
- 6位 こうこつ魚の歯 10 コ
- 7位 サメのせぼね 8 コ
- 8位 イタチサメ(のなかま?) 7 コ

47

・ホホジロサメの歯はなぜ多い?

1位だったメジロサメのなかまや、
3位だったハリセンボンのなかま、
4位だったネコサメのなかまより、
ホホジロサメには「なかま」が多い。
歯の本数もほかのサメと同じくらい
だし、われている歯をかんざつすると
中身はスカスカになっている。
それなのに、なぜ照間海で化石に
なっているのか、理由を
考えてみた。

その前に・・・1位と3位と4位の
化石が多い理由を考えた。

○1位メジロサメのなかまが多い理由(よそう)
しゅるいがたくさんあって
なかまが多いから、メジロサメの
なかまがたくさん住んでいた。

48

03位ハリセンボンが多い理由(よそう)
「なかま」もなんしゃいるし、
歯がほかの魚にくらべて大きくて
とてもかたいから
04位ネコサメが多い理由(よそう)
「なかま」がいるし
かみくだくために使う歯だから
とても強い。
1・3・4位の理由をさん考にした
ホボジロサメが多い理由(よそう)
・よそうその1
ホボジロサメの数がめっちゃ多かった!!
・よそうその2
エスケリヤハスグリスなど、にている歯も
まちがえてまざってしまっているから。
・よそうその3
歯の表面がすくなくなくてかわれない!!

49

まとめ
今回の自由けんきゅうは、くわいいに
いろいろ教えてもらったり、じっけんもできたので
とても楽しかった。
本当はもっといろいろな魚でじっけんして
みたか、たけれど、お母さんは魚のお料理が
苦手てなかなか買ってくれないのでさんねんだ。
次の自由けんきゅうではもっとたくさん
じっけんをして、「ふ、めい」をどんどん
へらしていきたい。
わたしのしょう来のゆめは、
まだせかいでだれもひろうたことのない
新しゅのサメの歯の化石を発見して
テレビに出たり、新聞にのたりすることだ。
そのため、これからもっとたくさん
化石をひろってサメの歯のいろいろな
とくちょうで名前がすぐにわかるようになりたい。

50

講 評

昨年、うるま市照間海岸で発見した47個の化石を丁寧にスケッチし、標本にして、博物館の展示化石の特徴と比較し、その特徴を見つけ、根拠となる理由を明らかにして仲間分けをしていました。

今年は、追加発見した約300個の化石を写真撮影し、IDを与えて管理した上、昨年の結果から導き出したことを元に、分類したり、昨年の化石を再吟味する地道な研究を行っています。それだけでなく、発見した化石からその生きていた時の大きさを知るために、図鑑を調べたり、水族館の現存する生物の骨格と比較したりすることで、化石の生物の大きさを小学生らしい目線で割り出して、イラストで描き、相対的な大きさを比較するなど楽しみながら研究を進めている様子がレポートの中にあふれています。

これからも興味を広げて、照間海岸のどこで見つけたのか、どんな状態で見つけたのか地図で示したり、状態を明記したりすると、新しい発見が見つかるかもしれません。化石の同定についてもさらに新しい情報をもとに検討を重ね、素敵な発見ができることを楽しみにしています。

沖縄県知事賞

第37回沖縄青少年科学作品展

コーヒーの粕（かす）かな可能性 ～コーヒー粕の飼料化に向けた取り組み～

沖縄県立南部農林高等学校

3年 新城 暁大 3年 垣花 杏 2年 竹森 なな花 2年 金城 夢月
2年 山城 聖 2年 仲座 彩 2年 平安 花林 2年 伊敷 優希
1年 金城 琉明 1年 崎原 莉渚 1年 末好 悠真 1年 新崎 祐綺子
1年 兼元 大翔 1年 山城 波輝 1年 西里 陸

1. はじめに

家畜飼料の多くを外国の輸入に頼っているわが国では、過去10年間の穀物値の傾向からみても飼料費は年々増加しており、飼料のコストが農家にとって一番大きな負担になっています（図-1）。

2. 課題設定

飼料の構成は、大豆粕やふすま等の粕の成分が多く混合され、栄養価が高く、安価で家畜の嗜好性が良いことが望まれています。畜産農家の取り組みや先輩方の過去の研究からも飼料コスト削減の方法として、未利用資源を利用する事が有効であると考えられています。そこで私たちは、コスト削減を目指した新たな飼料の開発をしたいと考え、プロジェクトチームを結成しました。私達が着目したのはコーヒー粕です。近年、コーヒーブームによるコーヒー消費の増加に伴い廃棄されるコーヒー粕は大量に出ています。しかしアンケートの調査結果からみても、肥料や脱臭剤として利用にとどまっているのが現状です（図-2）。

大量に廃棄されるコーヒー粕を飼料として再利用できないかと考え、新たな飼料資源としての有効性と利用価値について研究したいと思い、課題を設定しました。

3. コーヒー成分の把握と特性

コーヒー粕 100 gあたりの熱量は 151Kcal で、主体となる成分の PFC 値です（図-3）。ごはん約 100 g の栄養価に相当します。その他の成分は、健康成分のポリフェノール、刺激物質であるカフェインが含まれています。水分量が多いため保存性に難点があり、コーヒー抽出後に放置しておく雑菌が繁殖しカビが多く生えてきます。ただ、刺激物質が含まれている

区分	豚農		鶏産牛		肥育牛		養豚		採卵鶏		ブロイラー養育	
	金額 (万円)	比率 (%)	金額 (万円)	比率 (%)	金額 (万円)	比率 (%)	金額 (万円)	比率 (%)	金額 (万円)	比率 (%)	金額 (万円)	比率 (%)
収入 (A)	3,095	-	403	-	3,919	-	4,240	-	3,183	-	7,742	-
経営費 (B)	2,744	100.0	276	100.0	3,437	100.0	3,518	100.0	2,884	100.0	7,106	100.0
動物	416	15.2	45	16.2	1,828	53.2	186	5.3	338	11.7	1,167	16.4
飼料	1,188	43.3	88	32.0	1,110	32.3	2,246	63.9	1,844	63.9	4,637	65.3
光熱動力	122	4.4	13	4.6	49	1.4	176	5.0	84	2.9	281	3.9
所得 (A-B)	350	-	127	-	482	-	722	-	298	-	636	-
飼費頭均数 (頭、羽)	38		10		90		743		11,761		167,813	

図-1 飼料のコスト比較

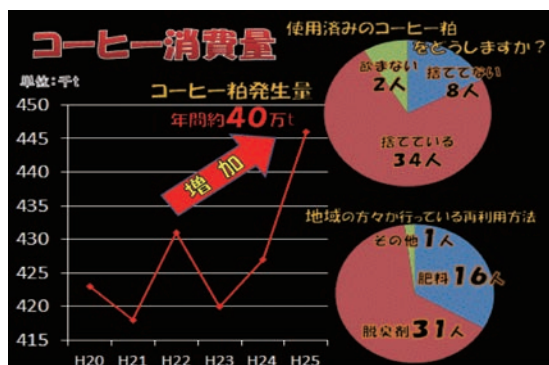


図-2 消費量とアンケート結果

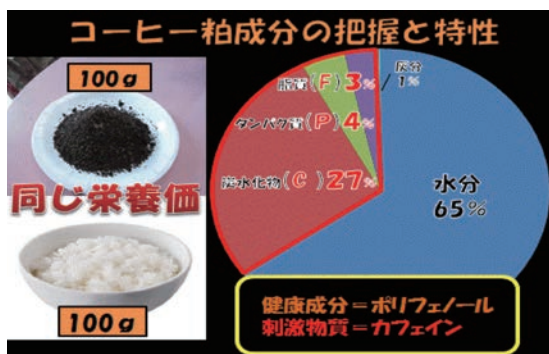


図-3 コーヒー粕の成分

せいかウジ虫などの害虫の発生は見られませんでした。このコーヒー粕を1日天日干しにすると乾燥状態が保たれ、保存性が高まることが分かりました。

(1) 飼料へのコーヒー粕添加実験

コーヒー粕が飼料として有効なのか市販の飼料と混合し、嗜好性、体重増加の比較実験を行いました。供試鶏としてブロイラーを用いました。

実験の結果、コーヒー粕の添加量が増加するに伴って給餌率が低下し、体重増加も見込めませんでした(図-4)。また、糞尿の状態は、下痢状の軟便で黒褐色をしていました。

通常飼育の場合、季節によって便の状態は変化しますが、黒褐色の軟便は消化不良によるものだと考えられ、コーヒー粕が消化不良を起こしているという可能性が考えられました。給餌率の低下と消化不良の原因を調べた結果、コーヒーに含まれる化合物の臭い成分が嗜好性の低下を引き起こし、刺激物質であるカフェインが体重増加を妨げている可能性があることが分かりました。

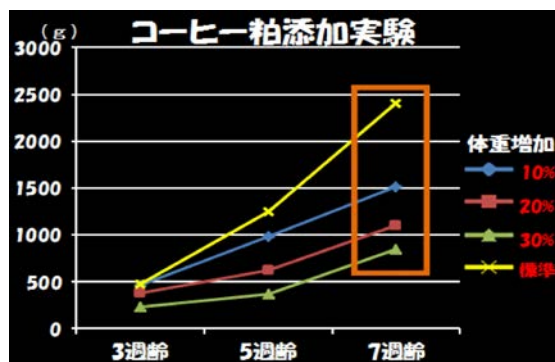


図-4 コーヒー粕添加実験

(2) コーヒー粕の改善

刺激物質であるカフェインを分解し餌への嗜好性、体重増加を促すため、コーヒー粕の改良を行いました。動物の消化器官の構造を見ると、微生物の働きが消化吸収を助けており、飼料であるサイレージや発酵粕も、嗜好性と旨味成分の向上や有害物質の分解に微生物が大きく関わっている事がわかっています。そこで、飼料を発酵させることで嗜好性が向上し、刺激物質のカフェインを分解できるのではないかと考え、市販の発酵食品の4つを種菌として使用し、発酵実験を試みました。

改良実験1 発酵菌の選定と添加量の検討

コーヒー粕 100g にイースト菌、納豆菌、麹菌、乳酸菌をそれぞれ混合し、発酵させました。コーヒー粕にのける発酵菌の添加量を決定するため、水分状態、臭いの変化を官能試験で評価しました(図-5)。発酵終了の目安は、コーヒー粕に白い菌糸が全体の約半分まわった状態としました。

改良実験1 発酵菌の選定と添加量の検討

試験内容

発酵期間	7日	
室内温度	25℃～27℃に保つ	
試験区	イースト菌	納豆菌
	麹菌	乳酸菌
添加量	120ml	140ml
	150ml	160ml
	180ml	200ml

官能試験の理由

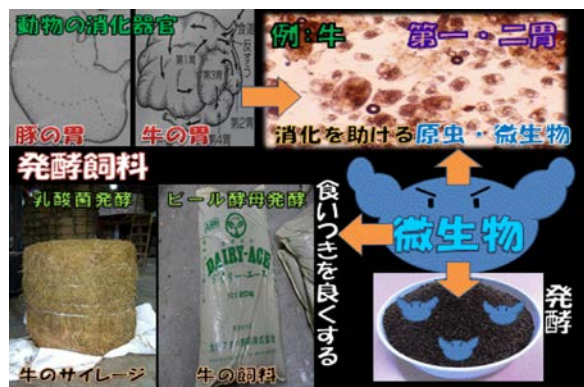
- ①添加量の変化で発酵速度が変わる
- ②水分が多いと腐敗の原因になる
- ③添加時に飼料と混合が難しくなる
- ④発酵後の保存性が低下

官能試験

評価	臭いの状態	水分の状態
1	アルコールの臭い	サラサラしている
2	味噌の臭い	湿る程度
3	酸味をおびた臭い	スプーンに付く程度
4	変化なし	団子状になる
5	腐敗臭	底に水が溜まる

発酵に関わる
利用が容易

図-5 官能試験の評価



各試験区ともに150ml から添加濃度を増加するに伴って官能試験の結果はよくありませんでした。逆に、添加量を低くすると発酵までの期間が長くなり、条件によっては腐敗する結果になりました。これらの結果から、150ml が菌の添加量に適していると判断しました。発酵菌の中で動物由来の乳酸菌は菌増殖過程においてカビが多く発生し、数回の実験の結果、発酵菌として利用するには更なる工夫が必要であることがわかりました。これらの実験から、イースト菌、納豆菌を発酵菌と選定し、添加量は150ml と決めました(図-6)。

官能試験 結果

菌 ml	イースト菌		納豆菌		麹菌		乳酸菌	
	臭い	水分	臭い	水分	臭い	水分	臭い	水分
120ml	5	1	5	1	5	1	4	1
140ml	5	2	2	2	4	2	4	2
150ml	1	2	2	2	3	2	5	1
160ml	4	3	2	3	3	2	4	3
180ml	5	1	2	4	3	4	4	5
200ml	4	5	2	5	3	5	4	5

菌の写真
発酵状態

図-6 官能試験の結果

改良実験2 発酵コーヒー粕の成分分析

コーヒー粕中のカフェインが発酵によってどのように変化しているのか、環境科学センターに分析を依頼しました。これが、各試験区の結果です(図-7)。イースト菌区、納豆菌区でカフェインの量が変化している事が確認され、発酵によってカフェインが分解される事がわかりました。

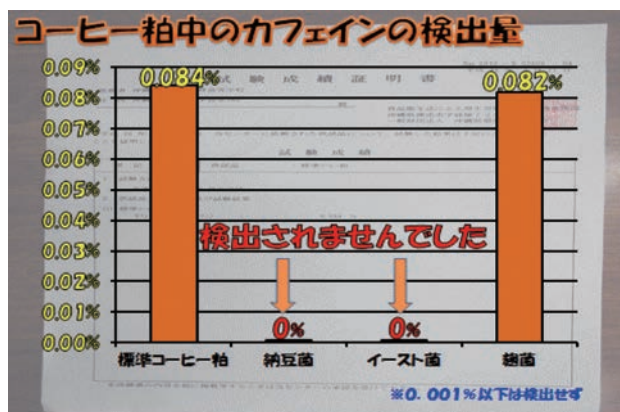


図-7 発酵コーヒー粕のカフェイン変化

【3】発酵コーヒー粕の飼料としての価値

発酵コーヒー粕を飼料として利用するにあたり栄養的価値を検討しました。食品残渣として利用される代表的な粕を比較対象とし、飼料栄養率を算出しました。算出方法及び結果は次のとおりです(図-8)。他の食品残渣よりも栄養的価値が高い事がわかり、飼料としての有用性を確認する事ができました。

発酵コーヒー粕の飼料としての価値

可消化養分総量(TDN)

栄養比 = $\frac{\text{可消化養分総量(TDN)}}{\text{タンパク質}}$ - 1

※タンパク質を主とした栄養バランス比

(%)	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	無窒素物	栄養率
とうもろこし	26.3	13.1	14.8	33.4	2.57
ビール粕	24.8	9.0	15.4	38.7	1.89
ふすま	15.4	4.1	9.1	53.4	3.69
発酵コーヒー粕	8.7	3.2	9.9	17.4	3.96

栄養比 = 4~8 が適正値

図-8 飼料栄養率

【4】ブロイラーによる肥育実験

発酵させたコーヒー粕を飼料に添加し、嗜好性、体重増加、成長に与える影響を調べることにしました。発酵コーヒー粕の飼料への添加割合は10%とし肥育実験を行いました。試験期間は以下のとおりです

結果、給餌量を比較すると納豆菌区は標準区と差はありませんでした。体重増加量はイースト菌区は標準区と同等の結果を得ることができました。中でも納豆菌区は標準区よりも高い値を示しました。飼料効率の観点からも発酵コーヒー粕が飼料として実用性があることが確認されました。これらの実験からブロイラーの体重増加を妨げていたのはカフェインであり、それを分解する事でコーヒー粕に飼料としての価値を見いだすことができました(図-9)。

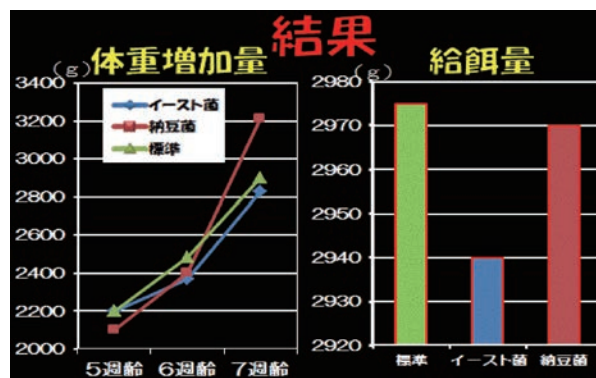


図-9 ブロイラーの肥育実験結果

【5】飼料コストの算定

ブロイラーの肥育に要するコストを市販の飼料と比較しました。通常 1 羽あたりの飼料費は 407 円かかります。飼料に発酵コーヒー粕を 10% 添加することで削減されるコストは 1 羽あたり 39 円のコスト削減になり、一般的なブロイラー農家の飼養羽数 3 万 6,000 羽に換算すると 1,404,000 円のコスト削減になります。これは純利益に繋がり収入増が見込める事がわかりました(図 -10)。



図 -10 飼料コストの算定

【6】普及活動

経営改善の役に立てばとの思いから普及活動を行いました。研究報告書をまとめ毎月行われる農産即売の南農市、南部地区の養鶏農家及び JA おきなわに啓発活動を行いました。情報発信後、おもしろい研究と好印象を受け交流活動、出前講座を行うことになりました。JA おきなわ畜産部の安里さんより「素晴らしい研究！飼料としての効果がでており、ブランド鶏として流通するとおもしろい！」とのお言葉をいただき、研究が畜産業の活性化に繋がると自信を持つことができました(図 -11)。



図 -11 普及活動

5 考察・まとめ

1. コーヒー粕の成分及び特性、現状を知ることができた。
2. コーヒー粕を添加するだけでは、カフェインの影響で鶏の体重増加は見込めない事が分かった。
3. 発酵菌の中でも、イースト菌、納豆菌がカフェインを分解することがわかった。
4. 発酵コーヒー粕を与えた場合、体重増加量は標準よりも納豆菌が良く、イースト菌は給餌量が低かったものの標準区と同じ体重増加を示した。
5. 発酵コーヒー粕の栄養率、飼料効率、体重増加量の結果から飼料としての価値を見出せた。
6. 普及活動として研究の成果報告ができ、地域との交流、出前講座から研究に自信を持つことができた。

6 今後の課題

1. 原料としてのコーヒー粕の入手方法
2. 嗜好性の向上にむけた発酵コーヒー粕添加量の検討
3. 発酵コーヒー粕の保存についての検討
4. 飼料としての地域へ定着活動

講 評

農業分野において様々な廃棄物を利用した研究がこれまでもなされているが、本研究ではその対象にコーヒー粕を選んだ点が特徴的な研究である。研究の実施についても予想を立てながら取り組んでおり、上手くいかなかったり壁にぶつかったときにメンバー間で試行錯誤しながら研究を進めていったことが、レポートからも伝わってきた。レポートなどの活動日誌等への記録は、研究を進めていく上で一見地味な作業ですが、非常に大切な学習ですのでこれからも継続して行って欲しい。

コーヒー粕を飼料化するにあたって、最適な微生物を調べるために添加量・発酵期間ごとに実験を繰り返し、イースト菌、納豆菌がカフェインを分解し飼料化に有効であることを発見し、その結果も検査機関での分析から、科学的に証明した点は高く評価される。

今後は、地域の畜産農家や関係団体との連携を図りながら、発酵飼料の改良に取り組み、生育調査や肉質の分析・経営コストの検証も実施していくことが研究の深化につながると思う。