

〈第 38 回山崎賞〉

ヤモリの撥水性

静岡県立磐田南高等学校
生物部 2 年 黒石 亘

1 動機・目的

ヤモリ科であるヒョウモントカゲモドキに、偶然かかった水がヒョウモントカゲモドキの皮膚の上で弾いているのを見て、ヒョウモントカゲモドキの皮膚に撥水性があるのはなぜか、他のヤモリ科にも撥水性があるのか疑問に思い、研究を始めた。

本研究ではヒョウモントカゲモドキの皮膚に撥水性がある仕組みと、他種のヤモリには撥水性がないのかの調査を行った。また撥水性があることでヤモリにどんな利点があるのか探ろうと試みた。

2 材料・機器

〔材料〕 ヤモリ科 ヒョウモントカゲモドキ *Eublepharis macularius* (資料 1)

ニホンヤモリ *Gekko japonicus* (資料 1)

クレステッドゲッコー *Correlophus ciliatus*

スタンディングヒルヤモリ *Phelsuma standingi*

トカゲ科 フトアゴヒゲトカゲ *Pogona vitticeps*

グリーンイグアナ *Iguana iguana*

メキシコドクトカゲ *Heloderma horridum*

ハイチギャリワスプ *Celestus warreni*

サバンナモニター *Varanus exanthematicus*

※ヤモリ下目が正式な名称であるが、ヤモリ科という名称を使うこととする。

また正式な名称ではないが、ヤモリ科以外をトカゲ科という名称を使うことにする。



ヒョウモントカゲモドキ



ニホンヤモリ

資料 1

〔機器〕 走査型電子顕微鏡 (資料 2)

〔薬品等〕 ナノスーツ液 (資料 3)

密封ビン つまようじ メッシュプラスチック ミズゴケ シリカゲル



資料 2



資料 3

3 仮説

- (1) 撥水性のある微小な突起がヤモリ科の皮膚に見られる。

ハスの葉を電子顕微鏡で観察すると、微小な突起を持っており、これによって撥水性を持つことで有名である。ハスの葉と似た微小な突起が、ヤモリ科の皮膚にも見られると考えた。

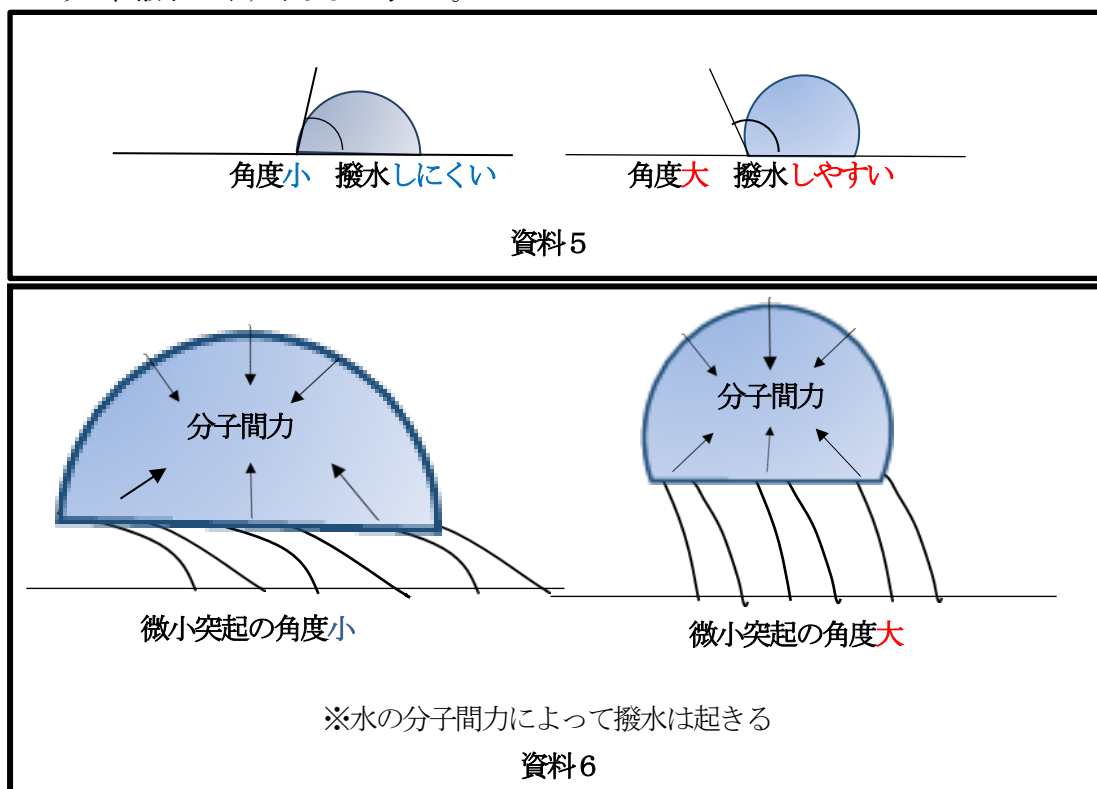
- (2) 撥水性の利点は、汚れにくいことである。

自然界において、汚れの元となる泥などは水と混合されている。撥水性で水をはじくことによって、汚れが皮膚につきにくいと考えた。また菌なども付着しにくいのではないかと。ヤモリ科の皮膚の表面での菌の繁殖は、トカゲ科に比べて少なく、また寄生虫も寄生しにくいと考えた。

- (3) 湿潤時の撥水性の低下は、微小突起の角度変化によって起こる。

脱皮殻を採取した際、乾燥している時と湿っている時で、① 湿度が変わると、脱皮殻の堅さが違うこと。② 高湿度状態のヒョウモントカゲモドキの手足に撥水性がなくなったこと の2点が確認されていた。

撥水性の変化は、水滴と接地面の角度によって変化する。資料5のように角度が大きくなると、撥水しやすいと知られている(矢嶋 2020)。資料6にヤモリの微小突起と水滴を模式的に表した。ヤモリの微小突起の角度が大きくなると、微小突起と水滴が接する面積が小さくなり、資料5の「角度大」と同じように、撥水しやすくなると考えた。



4 方法

脱皮殻を得るために、約30日ごとに起こる脱皮による脱皮殻を、採取して観察することにした。高校で飼育しているヤモリ科のヒョウモントカゲモドキ、高校内で捕獲したニホンヤモリの脱皮殻だけでは、ヤモリの特性を特定できない。そのため様々な爬虫類の脱皮殻を、iZoo様にご協力いただき、飼育されているヤモリ科やトカゲ科の脱皮殻を送っていただき、多くの種類の脱皮殻を手に入れることができた。

- (1) 電子顕微鏡による脱皮殻の比較

浜松科学館みらい一様にご協力いただき、電子顕微鏡をお借りして、脱皮殻の電子顕微鏡撮影を行った。脱皮殻を1cm四方に切り、撮影台に炭素でできた両面テープで固定し高真空にて撮影を行った。また撮影する前の条件も変えて行った。電子顕微鏡観察を行った種類と部位は資料7の通りである。

	種名	観察部位	観察条件
ヤモリ科	ヒョウモントカゲモドキ	背中	高真空
		背中	高真空、ナノスーツ液
		背中	高真空、脱皮殻乾燥状態
		背中	高真空、ナノスーツ液 脱皮殻高湿度状態
	ニホンヤモリ	頭部	高真空
		背中	高真空
		腹部	高真空
	クレストッドゲッコー	頭部	高真空
トカゲ科	スタンディングヒルヤモリ	下顎	高真空
	フトアゴヒゲトカゲ	背中	高真空
	グリーンイグアナ	腹部	高真空
	メキシコドクトカゲ	背中	高真空
	ハイチギヤリワスプ	背中	高真空
	サバンナモニター	背中	高真空、ナノスーツ液

資料7

＜ナノスーツ液とは＞

ナノスーツ液に電子線を当てることで、観察物の周りにごく薄い被膜を形成し、対象物からの水分の蒸発を抑制するものである。水分があると電子線が電子顕微鏡内の水分子に当たり、跳ね返るので観察物を鮮明に映すことが出来なくなる。そのため、基本的には乾燥させなければ電子顕微鏡で観察することはできないが、ナノスーツ液があれば水分を含んでいる観察物を観察することができる。この利点を生かし、湿らした脱皮殻を観察した。一方、乾燥している観察物にナノスーツ液をかける必要はない。

(2) 汚れの付着調査

撥水性のあるヤモリ科と、撥水性のないトカゲ科の、脱皮殻における汚れ付着の有無を、電子顕微鏡下で探した。

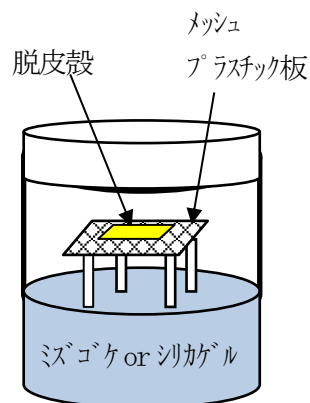
(3) 乾燥と湿潤の微小突起の変化

ヤモリ科のヒョウモントカゲモドキの脱皮殻を密封できるガラス容器にいれ、資料8のようにミズゴケで湿度を保った「湿潤」と、シリカゲルで乾燥させた「乾燥」を用意した。脱皮殻は楊枝とメッシュのプラスチック板で作った棚により、ミズゴケやシリカゲルに触れないように工夫した。7日間保管し、その後、電子顕微鏡で観察した。「湿潤」にはナノスーツ液をかけて観察した。



「湿潤」 ミズゴケ

「乾燥」 シリカゲル

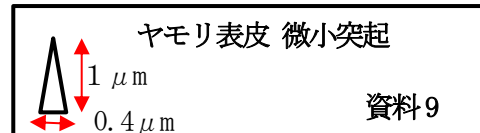


模式図

資料8

4 結果

(1) 電子顕微鏡による脱皮殻の比較

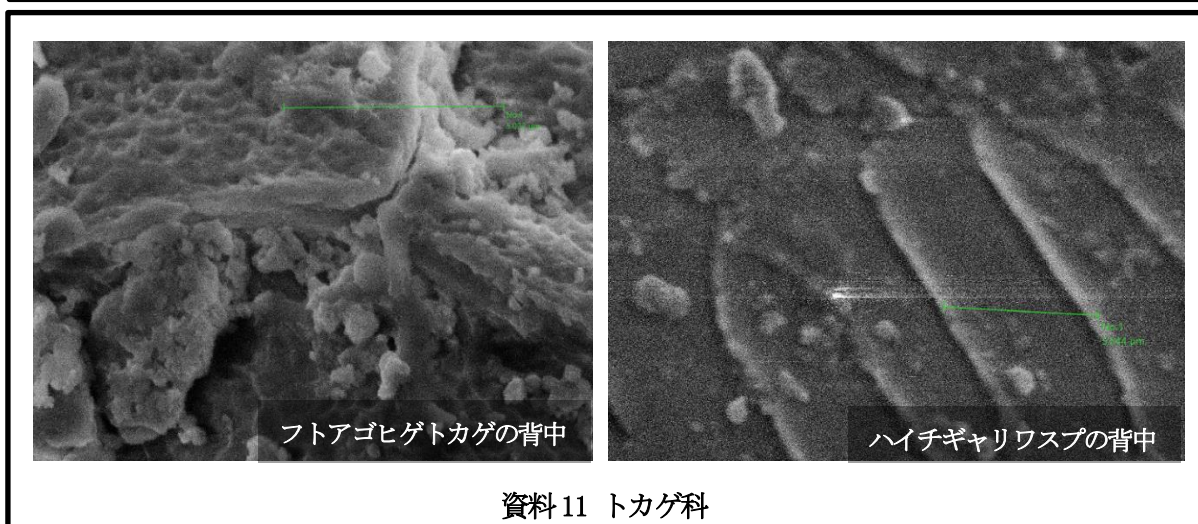
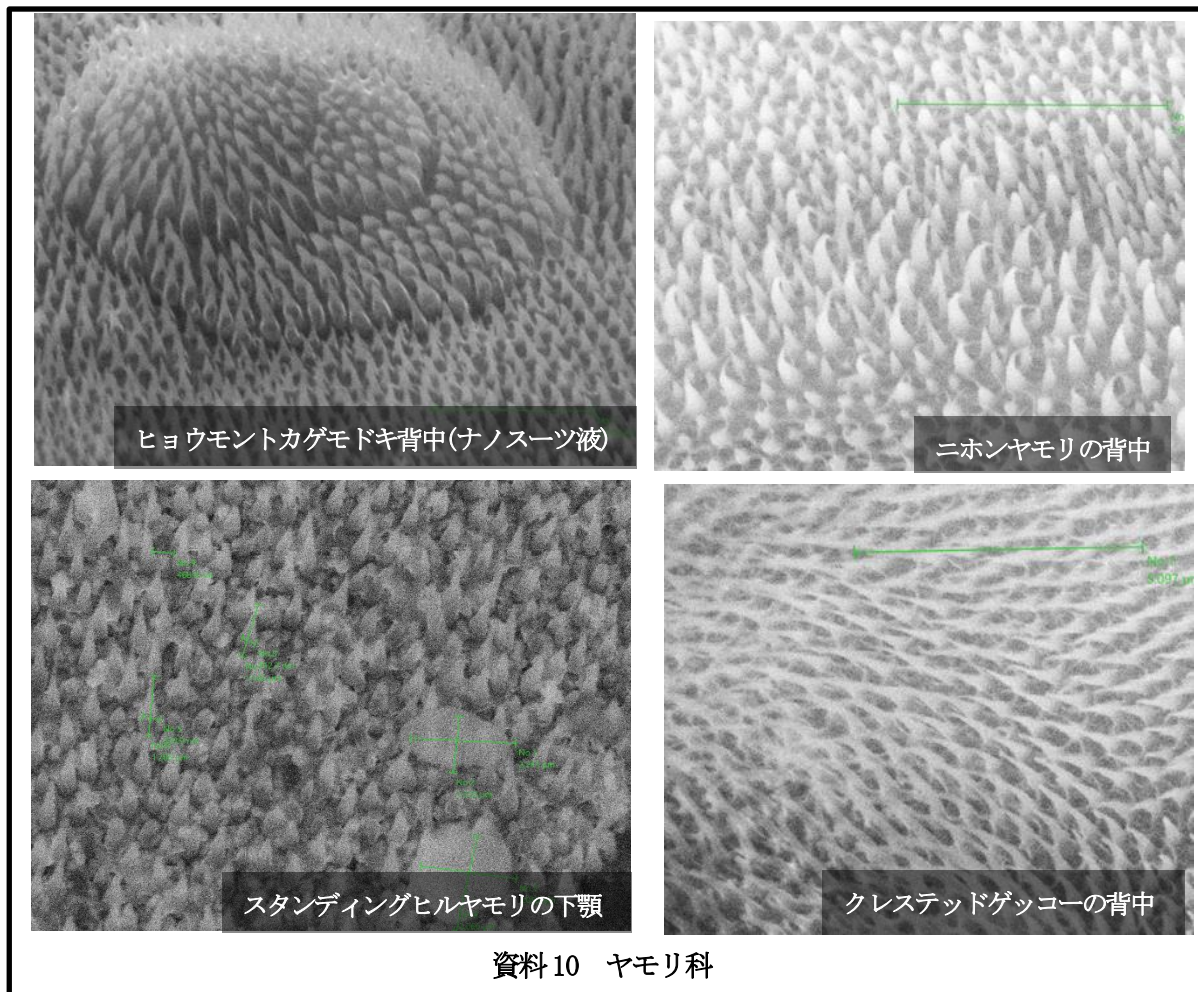


資料10 はヤモリ科、資料11 はトカゲ科の、ほぼ同じ倍率の電子顕微鏡写真である。

全ての皮膚は、ピペットで水を垂らすことによって撥水性を確認してから、電子顕微鏡で観察した。

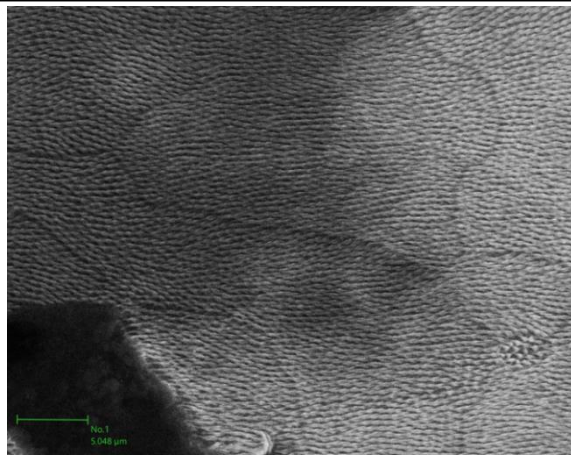
資料10 のヤモリ科は、種が違って4種全てに撥水性があり、表皮にはハスの葉の微小な突起とよく似た微小突起が見られた。ヤモリ皮膚の微小突起は、資料9 模式図のように、高さ約1 μm 、幅は0.4 μm であり、細胞の大きさよりも小さい。

一方、ヤモリ科以外の全てに撥水性は見られず、資料11 で見られる通り、微少な突起構造は一切確認できなかった。ヤモリ科とヤモリ科以外の皮膚の構造が全く異なることは明らかであった。



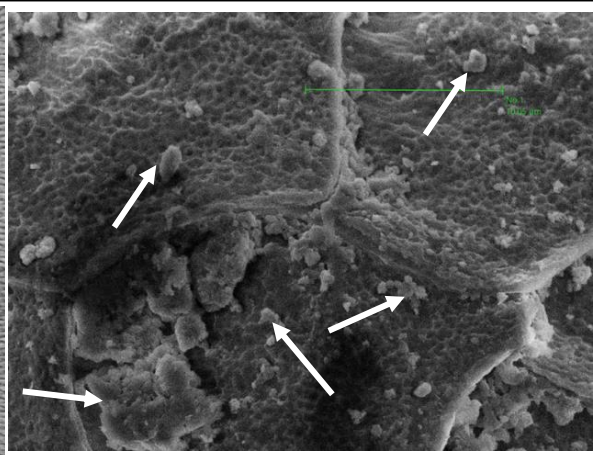
(2) 汚れの付着調査

ヤモリ科とトカゲ科の皮膚を比べると、ゴミのような粒子付着の有無に、大きな違いがあった。以下の写真は同じ倍率で比べたものである。資料13のヤモリ科の皮膚には粒子が付着していないが、資料14のトカゲ科の皮膚には、矢印のようにたくさんの粒子が付着していることが分かる。



ニホンヤモリの背中

資料13 ヤモリ科

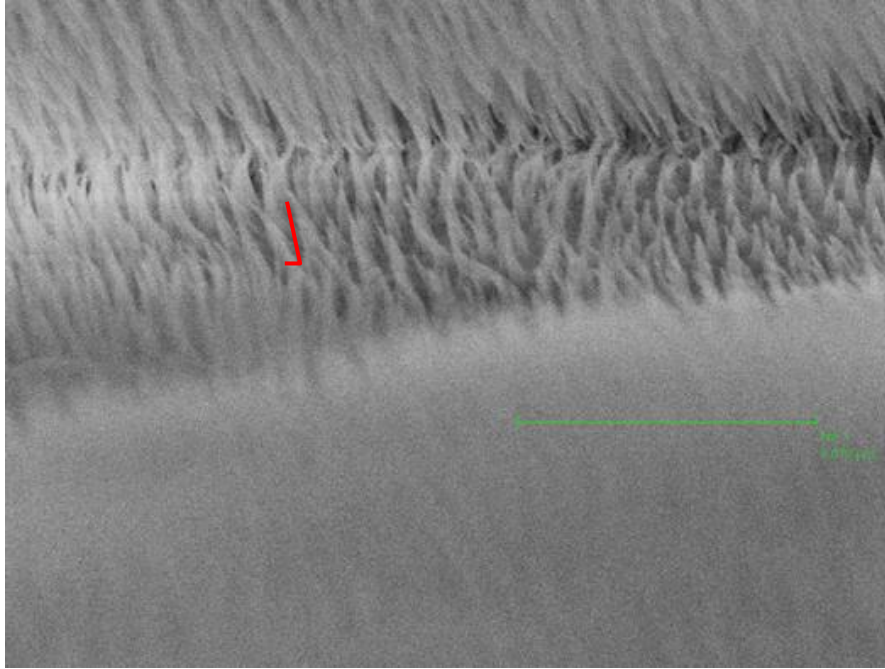


フトアゴヒゲトカゲの背中

資料14 トカゲ科

(3) 乾燥と湿潤の微小突起の変化

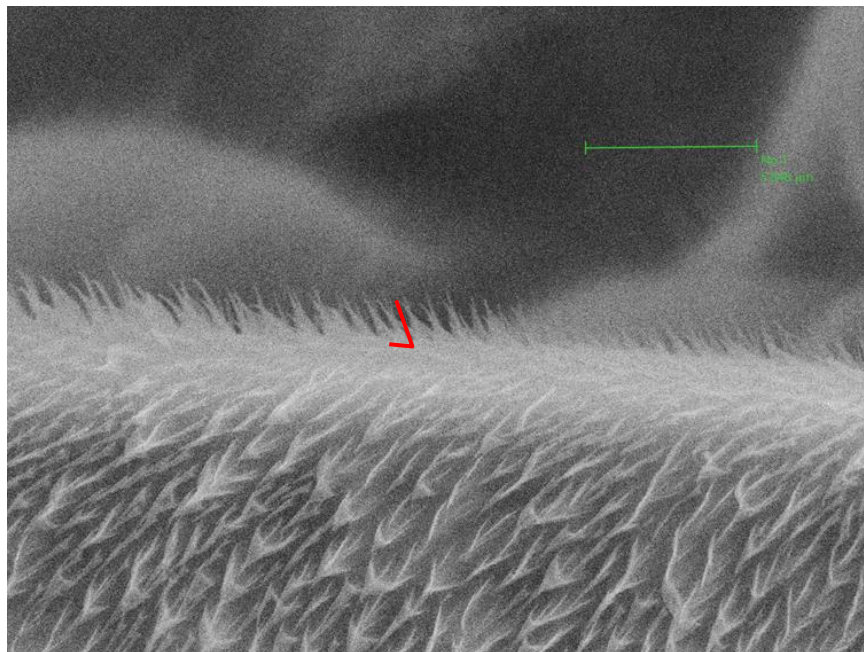
乾燥と湿潤で皮膚表面から微小突起が立ち上がる角度に違いがないかを電子顕微鏡で観察したところ、乾燥させた資料 15 と、湿潤の資料 16 の微小突起の皮膚表面からの角度に大きな差はなかった。



ヒヨウモントカゲモドキの背中

脱皮殻 **乾燥**状態

資料 15



ヒヨウモントカゲモドキの背中 (ナノスーツ液)

脱皮殻 **高湿度**状態

資料 16

5 考察

(1) 電子顕微鏡による脱皮殻の比較

ヤモリ科のヒョウモントカゲモドキ、ニホンヤモリ、グレストッドゲッコー、スタンディングヒルヤモリの4種類すべての皮膚に撥水性が見られ、同じような微小な突起構造が見られた。ヤモリ科以外には撥水性も微小突起も見られないことから、ヤモリ科全般に見られる皮膚の撥水性は、微小突起による効果であると考えられる。「撥水性のある微小な突起がヤモリ科の皮膚に見られる」の仮説は証明されたことになる。またヤモリ科の全種に同じような微小突起があると推測される。

(2) 汚れの付着調査

ヤモリ科と、ヤモリ科以外の皮膚の上を電子顕微鏡で探したところ、ヤモリ科にはほとんど脱皮殻の表面にゴミのような粒子が付着していない。このことから、ヤモリ科に共通する微少な突起構造が、小さな粒子を付着しにくくしている可能性は高い。小さな粒子が付着しにくいのであれば、菌などの付着、また繁殖しにくいのではないかと。「撥水性の利点は、汚れにくいことである」という仮説通りである可能性は高いが、今後、ヤモリ科とヤモリ科以外の皮膚における、菌の付着率の差を確認する必要がある。

(3) 乾燥と湿潤の微小突起の変化

「乾燥」と「湿潤」の微小突起の皮膚表面からの角度に差がなく、「湿潤時の撥水性の低下は、微小突起の角度変化によって起こる」の仮説は証明されなかった。

6 今後の展望

(1) 電子顕微鏡による脱皮殻の比較

4種のヤモリ科全てに微小突起があったことから、ヤモリ科皮膚の表面には共通して微小な突起構造があると推測される。今後さらに多くのヤモリ科の電子顕微鏡観察を行い、同時に撥水性の観察も行うことで、微小突起と撥水性はヤモリ科に共通であるかを確認する。

(2) 汚れの付着調査

ヤモリ科はゴミのような粒子が付着しにくいので、今後、粒子のサイズと重さを変え、実際に皮膚に粒子を落としてみて、付着の有無を調べる。またこれを調べるためにパソコンを用いたシミュレーションを行う。また菌も付着しにくいのではないかとという仮説から、同じ飼育条件でヤモリ科とトカゲ科を実際に飼育し、皮膚表面の菌を採取し、寒天培地で培養して、コロニーの数を比較する。

(3) 乾燥と湿潤の微小突起の変化

高湿度状態のヒョウモントカゲモドキの手足に撥水性がなくなったことから、脱皮殻を用いて、撥水性を失う湿度を調べる。またなぜ湿度が高いと撥水性はなくなるのか原因を解明したい。

7 参考文献

- ・超撥水超親水の原理と表面評価 埼玉工業大学 教授 矢嶋龍彦(2020)

8 謝辞

- ・Izoo 木村綾子様、飼育員の皆さま。多くの種の脱皮殻を採取していただいたおかげで、研究を行うことができました。本当にありがとうございました。
- ・浜松科学館みらいーら 小粥隆弘様。走査型電子顕微鏡の操作方法を教えていただきました。また、貴重なナノスーツ液を使わせていただきありがとうございました。