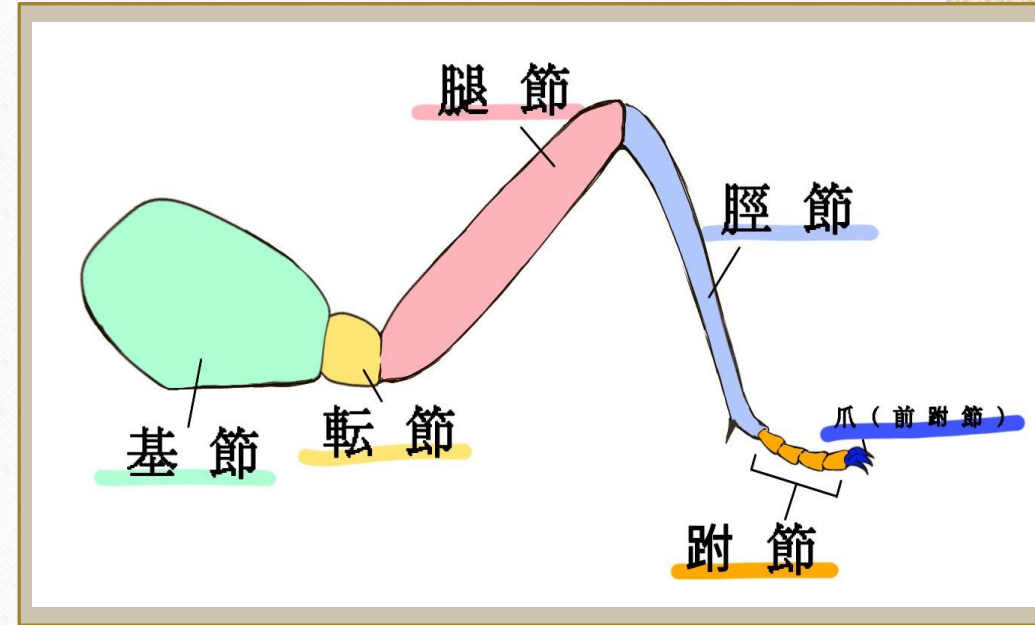


跗節による分類
と
跗節腹面の毛の生態的意義

城南高等学校 応用数理科 科学部 生物班
立石 桃 林 心羽 藤原 由望 堀北 明李

基礎知識

- 昆虫の足は体側から**基節**、**転節**、**腿節**、**脛節**、**跗節**の5つに分けられる
- 跗節は種によって数が異なる
- 跗節数は2～5までである
- 脛節側から第1、第2と数える
- 跗節と地面との接着面を跗節腹面と表現する
- 昆虫は「**界**→**門**→**綱**→**目**→**科**→**属**→**種**」と分類される



◎ 動機・目的

< 昆虫の分類 >

→ 昆虫の分類：見た目による分類（羽の有無など）

※種の同定では**交尾器**が使われることが多い

➡ では、ほかの部位ではどうだろうか？？？

● 昆虫が**最も使用する足**なら何か違いがみられるかも、、、！

< 昆虫の脚の構造 >

→ 昆虫の脚：構造は多様

➡ 昆虫の脚のどのような形態がどのように生活するうえで役立っているのか

◎ 仮説

① 昆虫を跗節によって分類できるか

➡出来る

理由) 予備実験で分類が可能だったから

→虫の数が増え、系統的に似たものでも同じ要領で分類可能だと思ったから

② 各分類に何か共通点があるか

➡食べるものや生息環境などに似た点がある

理由) 生活環境に適した形になると思うから

方法

1. 昆虫採集
→学校周辺にいる昆虫を集めた(主に甲虫目)
2. 死んだ昆虫をお湯につける (3分ほど)
3. 昆虫の(仰向けにしたときの)右前足を伸ばす
4. 双眼実体顕微鏡などで足を観察していく
5. ピントを合わせて写真を撮る



準備物

- ① 昆虫
- ② 昆虫採集に必要なもの
- ③ 双眼実体顕微鏡
- ④ ハンディ顕微鏡DX
- ⑤ ピンセット：2つ
- ⑥ 柄付き針：2本
- ⑦ さし
- ⑧ 電気ポット
- ⑨ スマホ（撮影用）
- ⑩ 発泡スチロール
- ⑪ 針

②



③



⑤, ⑥



結果 1 - 1 跗節数 5

目	亜目	科	亜科	属	種	跗節数	
甲虫目	オサムシ亜目	オサムシ	スジバネゴミムシ		クビボソゴミムシ	5	
			ホソクビゴミムシ		ミイデラゴミムシ		
			ゴモクムシ	ヒラタゴミムシ	オオヒラタゴミムシ		
	カブトムシ亜目	タマムシ	ルリタマムシ	ムネスジタマムシ			アヤムネスジタマムシ
				ルリタマムシ			ヤマトタマムシ
		ゴミムシダマシ	ナガキマワリ	ユミアシゴミムシダマシ			サトユミアシゴミムシダマシ
				キマワリ	キマワリ		ニホンキマワリ
		クワガタムシ		オオクワガタ			ヒラタクワガタ
		ジョウカイボン	ジョウカイボン	キンイロジョウカイ			キンイロジョウカイ
		コメツキムシ	サビキコリ	サビキコリ			ホソサビキコリ
		コガネムシ	スジコガネ	マメコガネ			マメコガネ
							コガネムシ
			コフキコガネ		ナガチャコガネ		
			ハナムグリ	カナブン			カナブン
				コアオハナムグリ			コアオハナムグリ
		カブトムシ	カブトムシ		カブトムシ		
		カマキリ目	カマキリ亜目	カマキリ	カマキリ		
バッタ目	バッタ亜目	バッタ	ツチイナゴ		ツチイナゴ		
			ショウリョウバッタ	ショウリョウバッタ	ショウリョウバッタ		

結果 1 - 2 跗節数 4 と 3 と 2

目	亜目	科	亜科	属	種	跗節数
甲虫目	カブトムシ亜目	カミキリムシ	フトカミキリ	ヤハズカミキリ	ヤハズカミキリ	4
					ワモンサビカミキリ	
				ラミーカミキリ	ラミーカミキリ	
				ハイイロヤハズカミキリ	ハイイロヤハズカミキリ	
					ゴマダラカミキリ	
					ビロウドカミキリ	
			ハナカミキリ		カラカネハナカミキリ	
					ミヤマクロハナ	
			ノコギリカミキリ	ノコギリカミキリ	ノコギリカミキリ	
			カミキリ	ベニカミキリ	ベニカミキリ	
				ミヤマカミキリ	ミヤマカミキリ	
					シロトラカミキリ	
	ゾウムシ	クチブトゾウムシ		オキナワクワゾウムシ		
	テントウムシ	テントウムシ		ナナホシテントウ		
カメムシ目	カメムシ亜目	サシガメ	ビロウドサシガメ	アカシマサシガメ	アカシマサシガメ	3
				ヨコズナサシガメ	ヨコズナサシガメ	
		アメンボ	アメンボ		アメンボ	2
バッタ目	キリギリス亜目	ケラ		オケラ		

結果 1 - 1 附節数 5

目	亜目	科	亜科	属	種	附節数		
<u>甲虫目</u>	オサムシ亜目	オサムシ	スジバネゴミムシ		クビボソゴミムシ	5		
			ホソクビゴミムシ		ミイデラゴミムシ			
			ゴモクムシ	ヒラタゴミムシ	オオヒラタゴミムシ			
	<u>カブトムシ亜目</u>	<u>タマムシ</u>	ルリタマムシ	ムネスジタマムシ			<u>アヤムネスジタマムシ</u>	
				ルリタマムシ			<u>ヤマトタマムシ</u>	
		ゴミムシダマシ	ナガキマワリ	ユミアシゴミムシダマシ			サトユミアシゴミムシダマシ	
				キマワリ	キマワリ		ニホンキマワリ	
		クワガタムシ		オオクワガタ			ヒラタクワガタ	
		ジョウカイボン	ジョウカイボン	キンイロジョウカイ			キンイロジョウカイ	
		コガネムシ	コメツキムシ	サビキコリ	サビキコリ			ホソサビキコリ
					スジコガネ		マメコガネ	マメコガネ
								コガネムシ
					コフキコガネ			ナガチャコガネ
	ハナムグリ				カナブン			カナブン
					コアオハナムグリ			コアオハナムグリ
		カブトムシ	カブトムシ		カブトムシ			
カマキリ目	カマキリ亜目	カマキリ	カマキリ		オオカマキリ			
バッタ目	バッタ亜目	バッタ	ツチイナゴ		ツチイナゴ			
			ショウリョウバッタ	ショウリョウバッタ	ショウリョウバッタ			

結果 1 - 2 跗節数 4 と 3 と 2

目	亜目	科	亜科	属	種	跗節数
<u>甲虫目</u>	<u>カブトムシ亜目</u>	<u>カミキリムシ</u>	フトカミキリ	ヤハズカミキリ	ヤハズカミキリ	4
					ワモンサビカミキリ	
				ラミーカミキリ	ラミーカミキリ	
				ハイイロヤハズカミキリ	ハイイロヤハズカミキリ	
					ゴマダラカミキリ	
					ビロウドカミキリ	
			ハナカミキリ	カラカネハナカミキリ		
				ミヤマクロハナ		
			ノコギリカミキリ	ノコギリカミキリ		
			カミキリ	ベニカミキリ	ベニカミキリ	
				ミヤマカミキリ	ミヤマカミキリ	
				シロトラカミキリ		
	ゾウムシ	クチブトゾウムシ		オキナワクワゾウムシ		
	テントウムシ	テントウムシ		ナナホシテントウ		
カメムシ目	カメムシ亜目	サシガメ	ビロウドサシガメ	アカシマサシガメ	アカシマサシガメ	3
				ヨコズナサシガメ	ヨコズナサシガメ	
		アメンボ	アメンボ		アメンボ	2
バッタ目	キリギリス亜目	ケラ		オケラ		

考察 1

跗節数

バッタ科 5
ケラ科 2

カマキリ科 5

サシガメ科 5
アメンボ科 5

オサムシ科 5
タマムシ科 5

ゴミムシダマシ科 5
クワガタムシ科 5

ジョウカイボン科 5
コメツキムシ科 5

コガネムシ科 5
カミキリムシ科 4

多新翅昆虫類は
単系統群！

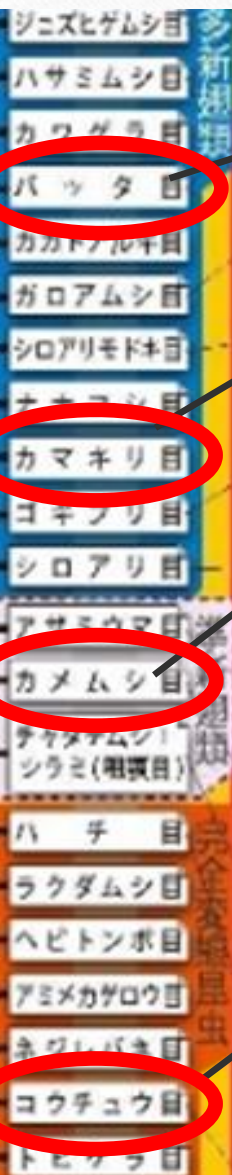
新事実 4

「準新翅昆虫類」は
単系統群ではない！

新事実 5

完全変態昆虫は
約 3 億 5 千万年前には出現！

新事実 6



多新翅類
ジユズヒゲムシ目
ハサミムシ目
カワゲムシ目
バッタ目
カガトアリ目
ガロアムシ目
シロアリモドキ目
オサムシ目
カマキリ目
コキブリ目
シロアリ目
準新翅類
アサギムシ目
カメムシ目
クワガタムシ目
シラミ(用吸目)
完全変態昆虫
ハチ目
ラクダムシ目
ヘビトンボ目
アミメカゲロウ目
ネズミバネ目
コウチュウ目
トビウオ目

結果 2

跗節の数

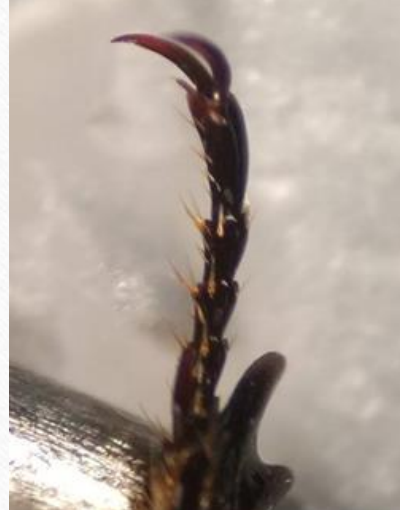
		跗節の数			
		5	4	3	2
跗節腹面の毛	① 全体的	・アヤムネスジ・キマワリ ・ヒラタ・クビボソ・タمامシ・キンイロ・ホソサビ・サトユミ	・オキナワクワゾウムシ・ヤハズ・ナナホシ・ベニカミキリ・ワモンサビ・ミヤマ・ラミー・ハイイロヤハズ・ノコギリ・ゴマダラ・ビロウド・カラカネハナ・シロトラ・ミヤマクロハナ		・アメンボ
	② 少ない	・マメコガネ・コガネムシ ・カナブン・ナガチャ・コアオハナムグリ・カブトムシ		・アカシマサシガメ ・ヨコズナ	・オケラ
	③ 無し	・カマキリ・イナゴ・ショウリョウバッタ			
	※爪以外 ④ 変形した毛あり	・ミイデラ ・オオヒラタ			

跗節腹面の様子

跗節数 5 - 全体的



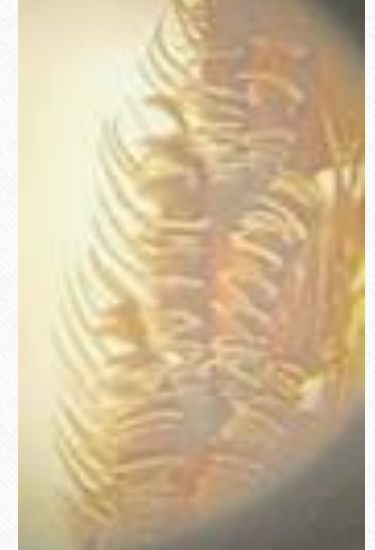
跗節数 5 - 少ない



跗節数 5 - 無い



跗節数 5 - 変形した毛



跗節腹面の様子

跗節数 5 - 少ない



跗節数 5 - 無い



跗節数 5 - 変形した毛



跗節数 5 - 全体的



跗節腹面の様子

跗節数 5 - 無い



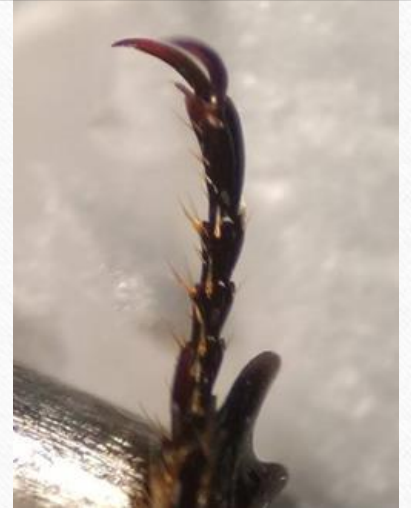
跗節数 5 - 変形した毛



跗節数 5 - 全体的



跗節数 5 - 少ない



跗節腹面の様子

跗節数 5 - 変形した毛



跗節数 5 - 全体的



跗節数 5 - 少ない



跗節数 5 - 無い



跗節腹面の様子

跗節数 4 - 全体的



跗節数 3 - 少ない



跗節数 2 - 全体的



跗節数 2 - 少ない



跗節腹面の様子

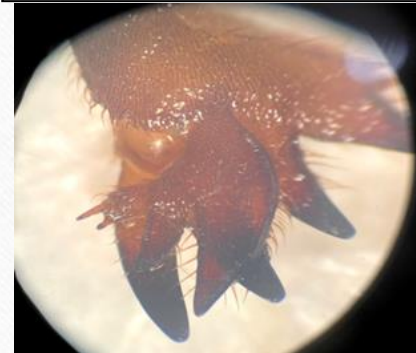
跗節数 3 - 少ない



跗節数 2 - 全体的



跗節数 2 - 少ない



跗節数 4 - 全体的

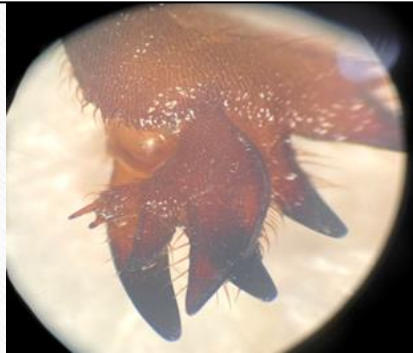


跗節腹面の様子

跗節数 2 - 全体的



跗節数 2 - 少ない



跗節数 4 - 全体的

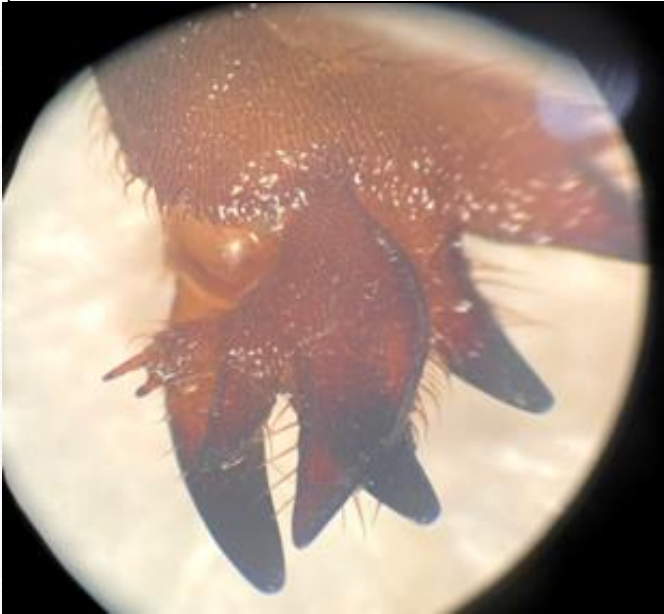


跗節数 3 - 少ない



跗節腹面の様子

跗節数 2 - 少ない



跗節数 4 - 全体的



跗節数 3 - 少ない



跗節数 2 - 全体的



考察 2

跗節腹面の毛の生え方の様子で分類ができるのでは？
同じ分類群では、生態が似ているのでは？

- ①全体的…木の幹や木の花にいる種が多い傾向
- ②少ない…里山周辺に生息する種が多い傾向
- ③無い…草むらに生息する種が多い傾向
- ④変形した毛がある…湿潤な場所に生息する種が多い傾向

考察 3

跗節 4 のグループは同じような毛の生え方であった

ワモンサビ



ラミーカミキリ



ハイイロヤハズ



ベニカミキリ



オキナワクワ

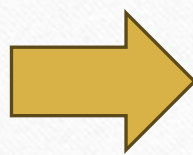


ナナホシ



共通点

葉の上または
花にすることが多い



跗節腹面の毛は、葉か
ら落ちないための**付着**
の役割をしているので
は？

考察 2、3 から **跗節腹面の毛は生活環境に関係している** と考えられる



そこで同じ“**科**”で **生活環境が異なる種** を観察することにした

(実験 1 で種の数が一番多かったカミキリムシ科を調べた)

結果

木に集まる種



特徴

- ・ 毛の長さが均一
- ・ 同じ長さの毛がびっしり生えている

結果

花に集まる種



特徴

- ・ 毛の長さが均一ではない（長い毛がある）
- ・ 毛の先端が曲がっている

考察 4

- 木に集まるカミキリの跗節腹面の毛
毛が**均一で密集している** → **摩擦力増強のため**
- 花に集まるカミキリの跗節腹面の毛
毛が**均一ではなく先端が曲がっている**
→ **葉や花などの幹に比べてツルツルして
いるものに吸着しやすくするため**



形態の差

各種の生態によって生まれている



跗節腹面の毛は生活環境に関係している

まとめ

• 跗節の数

- 科を決定づけるものであるといえる
- 系統を反映してはいないと考えらる

• 跗節腹面の毛

- 環境に適応した結果だと言える



跗節腹面の毛の有無や毛の形から生息域の傾向を分析することができると考えられる

- 接着する基質の違いによって変化している可能性がある

- 付着としての役割がある

謝辞

本研究を行うにあたってアドバイスや昆虫の提供などの多大なる協力をしてくださった京都大学名誉教授 加藤 真様、並びに北海道大学名誉教授 向井 宏様、元徳島県立博物館館長の大原 賢二様、徳島県立博物館の外村 俊輔様、林建具店の林 寛次様に深く感謝申し上げます。

参考文献

ムシミル.村松佳優 (参照2022.7.20) 寺山守“昆虫の系統と分類・生態” (参照2023.5.3)

小島弘昭 九州大学 “系統樹” (参照2023.5.3)

国立大学法人 筑波大学 国立大学法人 北海道大学 横須賀市自然・人文博物館 国立大学法人 愛媛大学
“ゲノム情報で昆虫の高次系統関係と分岐年代を解明” (参照2023.5.3)

石川県ふれあい昆虫館 (参照2022.11.12)

市川敏夫“昆虫の肢の接着器官の動作を監視するセンサーシステムの設計：共通性と多様性” (参照2023.5.5)

石川流域生きものミュージアム.キンイロジョウカイ (参照2022.10.23)

日本産カミキリムシ 大林延夫・新里達也共編 東海大学出版会 (2007出版)

昆虫の脚の接着機構の基礎研究と移動体への実装 (国立研究開発法人物質・材料研究機構)