

指導資料

 鹿児島県総合教育センター

理科第289号

— 高, 特別支援学校対象 —
平成24年10月発行

バッタの免疫細胞による食作用の観察

新設された「生物基礎」の特徴は、生物や生物現象について、身の回りの自然や日常生活、社会との関連性を意識しながら理解させることであり、生物や生命現象の理解を助けるため、共通性と多様性という視点を導入していることである。

さらに、生徒が主体的に身の回りの生物や生命現象にかかわりながら、科学的な思考力や表現力を育むために、身近な生物素材を選ぶことが必要であるとされていることである。

そこで本稿では、生物基礎の内容「免疫」に関する身近な生物素材を用いた観察として、「バッタの血液を用いた食作用の観察」を紹介するとともに、昆虫とセキツイ動物の血液と免疫の仕組みにおける共通性と多様性の視点を踏まえた観察のポイントについて述べる。

1 食作用の観察に用いるバッタについて

(1) 免疫細胞による食作用

食作用とは、体内に侵入した異物を免疫細胞が細胞内に取り込むことで排除しようとする免疫の仕組みであり、学習するセキツイ動物のマクロファージと同様の働きをする細胞がバッタにも存在する。しかしながら、セキツイ動物とバッタの血液組成や

免疫の仕組みには違いがあり、混同しないよう注意することが必要である。

(2) 観察に用いるバッタ

学校周辺での採集が容易な3種のバッタについて紹介する。

○ エンマコオロギ (写真1)

学名: *Teleogryllus emma*
分類: 節足動物門・昆虫綱・直翅(バッタ)目・コオロギ科・エンマコオロギ属

成虫の時

期は8月～

11月で、畑

や草地、道

端などに広

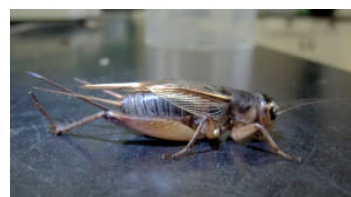


写真1 エンマコオロギ(♀)

く分布し、人家の周辺でも見られる。夜行性のため、夜間に物陰から出てきたところが捕獲しやすい。雑食性でキンギョやメダカの餌等での飼育が可能である。

○ オンブバッタ (写真2)

学名: *Atractomorpha lata*
分類: 節足動物門・昆虫綱・直翅(バッタ)目・オンブバッタ科・オンブバッタ属

成虫の時

期は8月～

12月で、草

地や畑など

に広く分布



写真2 オンブバッタ(♀)

する。昼行性で、飛翔しないので捕獲しやすい。食草はクズやシソ科、ナス科の植物で学校の花壇や菜園でもよく見かける。

○ ヒナバッタ (写真3)

学名: *Chorthippus biguttulus*
分類: 節足動物門・昆虫綱・直翅 (バッタ) 目・バッタ科・ヒナバッタ属

成虫の時期は7月～12月で、日当たりのよい草地に分布する。



写真3 ヒナバッタ(♀)

昼行性で、敏感で頻繁に飛翔するので捕獲には捕虫網を用いる方がよい。食草はイネ科、カヤツリグサ科の植物で、飼育の際には水分を摂取できるようにすることが必要である。

観察に際し、数種類のバッタを捕獲し一定の数を準備しておくことが必要である。学校周辺で見られるバッタを、採れる時期に捕獲しておくことで準備に対する負担の軽減になる。

2 観察の方法と手順

観察の前日に、バッタに墨汁を注射する。バッタの免疫細胞が墨汁の粒子を異物として認識し、食作用により細胞に取り込む。

翌日にバッタの血液を採取し、墨汁の粒子が免疫細胞に取り込まれている様子を、顕微鏡で観察する。

(1) 墨汁の注射

注射器を用いてバッタに墨汁を注射する。注射の際は、翅と腹部の間に針を置き、翅の付け根から胸部方向に向かって水平

に針を刺すと抵抗感が小さく、注射しやすい (写真4の注射位置)。

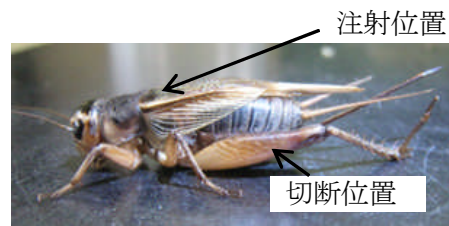


写真4 墨汁の注射と血液の採取

(2) 血液の採取

写真4の切断位置で後肢を切断し、切断面をスライドガラスにこすりつけ、血液を採取する。

注射器で採取してもよいが、その際、消化管等を傷つけると内容物が混入し観察しにくくなるので注意が必要である。

(3) 染色

染色を行うことで、核や細胞の様子をより鮮明に観察することができる。本稿ではギムザ染色液、メチレンブルー溶液、酢酸オルセイン溶液による染色について紹介する。

ア ギムザ染色液による染色

血液の細胞の観察の際に一般的に用いる方法で、核を青紫色、細胞質中のヘモグロビンや好酸性顆粒を赤橙色に染色する。

【染色の手順】

- ① 血液をスライドガラスに取り、乾燥させる。
- ② メタノールを1滴落とし、数分間放置する (固定)。
- ③ ギムザ染色液を1滴落とし、10分以上放置する (染色)。
- ④ ビーカーに入れた水の中にスライドガラスを静かに入れ、余分な染色液を水洗した後、顕微鏡で観察する。
※ 水洗により資料が剥奪しないようにするため、固定、染色には十分に時間をかける。

イ メチレンブルー溶液による染色

スライドガラスに取った血液にメチレンブルー溶液を1滴落とし観察する。核が青紫色に染色される。

ウ 酢酸オルセイン溶液による染色

スライドガラスに取った血液に酢酸オルセイン溶液を1滴落とし観察する。核が赤色に染色される。

血液の観察ではギムザ染色が一般的だが、染色の操作に一定の時間が必要である。時間が限られている場合、メチレンブルー溶液や酢酸オルセイン溶液を用いた簡易な方法でも観察が可能である。

3 血液の観察

墨汁を注射したバットの血液を観察すると、墨汁の粒子を取り込んでいる細胞が観察される。(写真5)

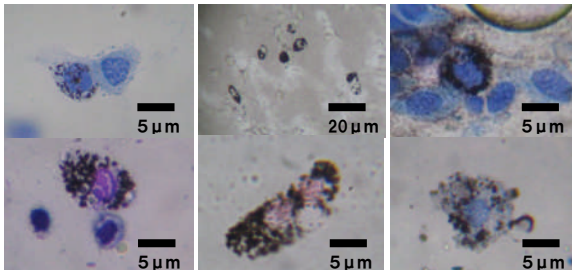


写真5 食作用により取り込まれた墨汁の粒子
〔 左: エンマコオロギ (600倍)
中: オンブバッタ (上150倍, 下600倍)
右: ヒナバッタ (600倍) 〕

しかし、墨汁の粒子を取り込んでいない細胞も観察されることから、「全ての細胞で食作用が行われるのではない」ということが分かる。

(1) 染色せずに観察した場合

墨汁の粒子を取り込んでいる細胞は、染色しなくても見つけることができる(写真6)。一方、細胞の輪郭や核の様子は不鮮明である。

注射した墨汁の量が多い場合は、液体成分に多くの墨汁の粒子が存在するので、細胞の輪郭を捉えやすい(写真6左)。

また、液体成分中と細胞中の墨汁の粒子の状態を比較することで、墨汁の粒子が食作用により免疫細胞に取り込まれた後、細胞内において凝集されていることが分かる。

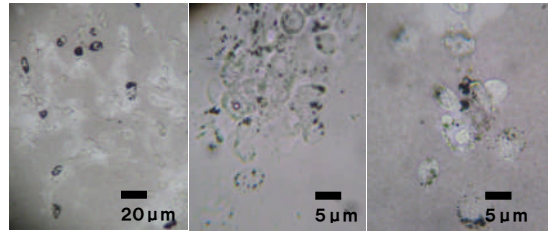


写真6 染色せずに観察したバットの血液
〔 左: オンブバッタ (150倍)
中: エンマコオロギ (600倍)
右: ヒナバッタ (600倍) 〕

(2) 染色して観察した場合

ギムザ染色液による染色では、核や細胞質が染色され明確になる。なお、水洗により細胞外の墨汁の粒子は確認できない。(写真7左)

メチレンブルー溶液による染色では、核が青紫色に染色され明確となり、細胞質の様子もある程度確認することができる(写真7中)。

酢酸オルセイン溶液による染色では、核が赤く染色されるが、細胞質の様子は確認しづらい。(写真7右) 一方で、食作用により取り込まれた墨汁の粒子は鮮明に確認でき、低倍率による検索が行いやすい。

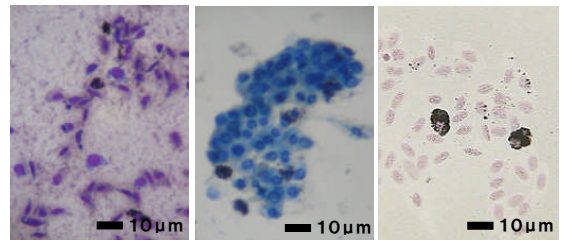


写真7 染色して観察したバットの血液 (400倍)
〔 左: ギムザ染色液による染色 (オンブバッタ)
中: メチレンブルー溶液による染色 (エンマコオロギ)
右: 酢酸オルセイン溶液による染色 (オンブバッタ) 〕

4 セキツイ動物の血液と昆虫の血液との相違を見る観察

バッタの血液の観察に際し、教科書で学習するセキツイ動物の血液との共通点や相違点を、観察や資料を用いた比較により明らかにすることは理解を深める上で有効である。

セキツイ動物の血球で最も多いのはヘモグロビンを含む赤血球である（写真8）。セキツイ動物は、肺またはエラから体内に取り込む酸素を赤血球によって全身の組織に運搬し、細胞に供給している。

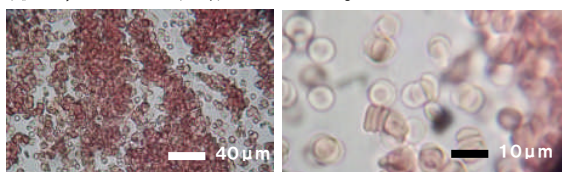


写真8 ヒトの血液 (左 150倍, 右 600倍)

一方、バッタは体側の気門から体内の隅々まで気管を発達させ、空気中の酸素を各組織の細胞に直接供給している。そのため、赤血球が存在しない（写真9）。

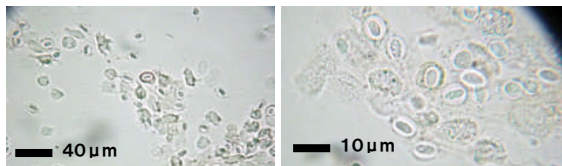


写真9 オンブバッタの血液 (左 150倍, 右 600倍)

バッタの血液の観察において、赤血球の有無によるセキツイ動物の血液との見た目の相違点や、それに関わる昆虫とセキツイ動物の呼吸器や循環器の違いについても触れておきたい。

バッタの血液（写真9）に見られる血球は、セキツイ動物の白血球やリンパ球と同様に免疫を担う細胞である。セキツイ動物の血液をメチレンブルーで染色すると、核をもたない赤血球が不鮮明になり、白血球等の免疫細胞が観察しやすくなる（写真10）。同様に染色したバッタの血球（写真11）と比較すると、セキツイ動物のリンパ球（写真10左）とバッ

タの血球の形状が類似していることがわかる。異なる種ではあっても、共通する働きをもつ細胞においてはその形態も類似するものが多いことに気付かせたい。

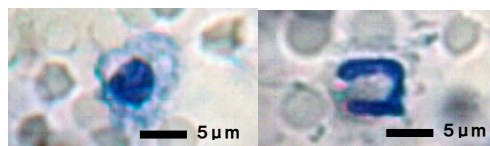


写真10 ヒトの免疫細胞 (600倍)
(左:リンパ球 右:白血球(好中球))

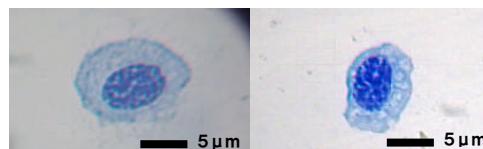


写真11 バッタの血球 (600倍)
(左:コオロギの血球, 右:オンブバッタの血球)

さらに、セキツイ動物と昆虫の免疫細胞を比較すると表のようになる。下線の細胞が食作用を示す細胞であり、すべての細胞が食作用を示すわけではないという点でも共通している。

表 セキツイ動物と昆虫の免疫細胞

	セキツイ動物	昆虫
自然免疫	好中球 単球 マクロファージ NK細胞	顆粒細胞 プラズマ細胞 原白血球 エノシトイド
獲得免疫	Tリンパ球 Bリンパ球	—

バッタを用いた食作用の観察は、結果が得やすく短時間での実施が可能であり、生徒自ら血液を取り出し、観察することで、興味・関心を喚起できる。観察においては、細胞外の墨汁の粒子と免疫細胞に取り込まれた粒子の様子と比較や、バッタとセキツイ動物の血液や免疫細胞を比較することにより、生物の共通性と多様性の視点を踏まえつつ、免疫のしくみについての考察を深めることができる。

—参考文献—

○『高等学校学習指導要領解説—理科編 理数編—』

平成21年 文部科学省 実教出版株式会社

○『昆虫の生物学第二版』1992 松香光夫 他 著 玉川大学出版部

(教科教育研修課)