

動物の体と食物

- ・ 中学校段階の動物学習案の改訂について
- ・ 単元「生物どうしのつながり」の復活を
- ・ 房総半島のシカと解体の観察

鷹取 健

以下の文は科学教育研究協議会第 55 回全国研究大会生物分科会で報告（2008 年 8 月 2～4 日）したものを補足したものである。

1 動物の学習

(1) 小学校段階の学習

小学校高学年での動物学習での教材は、わたしたちは哺乳類を主として扱い、節足動物（昆虫など）や鳥類、魚類を扱う。

〔到達目標〕 動物は卵や子を産んでなかまをふやす。

動物は生物を食べて生きている。

このうち栄養の内容では次の二つがある。

(1) 動物は、食べ物を見つけ、捕らえて食べる。

(2) 動物は、食べ物を消化し、吸収して、栄養をとっている。

第 6 学年では、教科書記述には無い「生物体をつくる物質」の学習を経て動物の学習を行う。特に「動物によって食べ物が決まっていて、肉食動物、草食動物、雑食動物に分かれる」と捉えて捕食の学習をすすめる。

注 江川多喜雄・高鷹美恵子。真船和夫さんを偲ぶ会実行委員会編『自然科学教育 研究と実践-真船和夫さんの生物学教育研究を中心に-』pp. 63-116、草土文化、2007 年。

(2) 中学校段階の学習

＜教科書の記述＞ 中学校理科教科書の例として、第 2 分野の「2 節 動物の生活と種類」の展開では

1 感覚と運動のしくみ

（ここで写真にネコの捕食があるが、主として人体の骨格と筋肉のしくみを扱い、魚と鳥の運動のしかたを資料欄で扱っている）

2 外からの刺激はどのように受けとめられるか

（つづいて感覚器官のしくみの説明をしていて、資料欄に草食動物と肉食動物の目の位置と視野がある）

「3 節 生命を維持するはたらき」の冒頭では、シマウマ（草食動物）とヒョウ（肉食動物）の歯の適応を説明している。そして、

1 養分はどのようにとり入れられるか

があり、ここでは資料欄でイヌとヒツジの消化管の比較をして、特に腸管の長さを消化のし易さと比べている。以上の内容は、小学校段階の内容とほぼ同じである。

他社には無い記述として資料欄に＜草食動物はなぜ植物だけを食べて生きていけるのか＞があって、ヒツジとウシを反芻動物と紹介して「肉食動物が肉を食べたときと同じような養

分を得る」ことができていると共生生物を扱っている。

注 大日本図書『新版 中学校理科 2分野上』pp. 93-122、2005 年検定、2006 年版。

このあとは「4 節 動物の分類」を学習するようになっている。

前掲書『自然科学教育 研究と実践』では、中学校段階での具体的な内容に、
〔**具体的内容**〕動物の体は、食物を探して捕らえて食べるのに都合のよいつくりになっている。
る。

(1) 様々な動物について、その食物、利用している感覚、捕食の仕方、口のつくりなどを見る（タカ、カモ、フクロウ、フジツボ、カ）。

(2) ライオンとシマウマで、目の位置・視野・歯の特徴・消化管の長さなどを比較する。

がある（鈴木綾子）。このあとは、「動物が他の生物を食べて有機物を得るのは、糖質・タンパク質・脂質などの有機物がエネルギーをつくったり体をつくったりする材料として必要」であることを学習する。小学校段階の内容と中学校のそれとはどのように同じであり、どこが変わるべきであろうか。学習指導要領の内容批判は今後も必要であり、動物の分類の学習指導では系統分類を扱うべきであるし、これは早急に明確にしたい。また、環境との相互作用を考慮した適応概念の導入も意識的に行いたい。

2 千葉県内浦山県民の森とシカ

千葉県内浦山県民の森には 1995 年には 2 回以上出かけて観察した。今回、この年の 10 月に撮影したビデオテープを改めて次のように編集してみた。

- 1 房総半島のシカ（シカの歴史、54 秒）
- 2 房総半島のシカ（シカの生態と人間、4 分 48 秒）
- 3 雌ジカの解体（5 分 55 秒、改訂版は 6 分 34 秒）

<編集の意図>

具体的な生物の生き方を学習内容に取り入れるべきである。日本列島のシカなどを扱うべきである。現行の学習指導要領と新学習指導要領には「自然と人間」という単元があるが内容は不十分であり、この単元には、その学習をするための基礎単元の内容の一部が含まれている。基礎的な学習内容として「**生物どうしのつながり**」「**生物と環境**」というような学習単元の復活が望ましく、その内容構成の確立を目指したい。

3 今回製作の DVD の内容—消化管のしくみを教えよう—

「3 雌ジカの解体」では消化管の観察に絞っている。ナレーションが<反芻をするシカ、ウシ、ヒツジなどの草食動物は、4 室に分かれた胃を持っています>と語り、<これは第 1 胃です>と腹腔一杯に収まっていた第 1 胃を見せる。写真は DVD の内容の一部で腹腔から取り出したところで、当時、房総の鹿調査会房総のシカ調査会（会長：沼田真<千葉大学名誉教授・千葉県立中央博物館長>）の浅田正彦（東京大学農学部大学院生。現在は千葉県立中央博物館）さんの執刀である。

第 1 胃の働きについて<ここにはたくさんの微生物が住んでいて、草に含まれている炭水化物のうちで、自分で消化できないものはこの微生物が分解していきます>と説明する。ナ

イフで第1胃を切り開き、＜胃の中の微生物は、自分の体を作るために草の成分からタンパク質をつくり出します＞と発酵による説明をしてから、第2胃を切り開いて食物の消化状況を見せる。＜シカは、草などを食べて口に戻してかみ直しをしています＞、切開された第4胃を見せて、＜やがて微生物も一緒に第4胃や小腸を通るうちに吸収されていきます＞と説明する。



〔写真1〕 雌ジカの第1胃を取り出したところ ナイフを握っている右手のところが腹腔。

従来のわたしの実践を系統的に再構築するために「巧妙に植物を消化し、森林から草原へと生活領域を広げて自らの社会を大きく変えたシカたち」(三浦慎悟)、「動物を食べる草食獣」(共生微生物の力を借りて、反芻は微生物へのサービス、反芻類は肉食？ 小野寺良次)というような学習内容の教材の一つとして使ってもらいたいという思いがある。

4 消化管の発達

シカ類 ジャワマメジカ(体重 1.3~1.5kg)、ニホンジカ(雄体重 40~100kg、雌体重 20~60kg)、ヘラジカ(体重 800kg)などと、小型から超大型のシカがいる。反芻胃をもつ。

前胃動物 草食獣で共生微生物(細菌、原生動物)の生息場所が胃。胃の前に3つの胃、計4つの胃がある。カンガルー、カバ、シカ、ウシなど。本来の胃は「第4胃」。消化管が微生物の生息と発酵産物の利用に都合がよい方向に進化したシカやウシは、食物が第2胃を経た後に口腔内にはき戻しをしてかみ直しをするので反芻類と言われる。第4胃が消化。

後腸動物 草食獣で共生微生物の生息場所は盲腸、結腸。ウサギ、ウマ、ゾウ、ハタネズミは前胃・後腸の発達がある。人体では盲腸の働きはないようだ。

5 動物界の概観と栄上の学習

生物と環境(仮題)という内容の単元を充実させるのにも、中学校段階はじめの「生物界の概観」の学習について整理したい。このとき、中学校段階で草食動物と肉食動物に分類で

きるというところで終る指導は止めてみたい。そして植物学習で、植物にもタンパク質が存在しているというあたりで終了しない指導を期待したいと思う。高槻成紀さんの『北に生きるシカたち』（どうぶつ社、1992 年）を学びたいし、反芻動物については、生態系概念の充実を目指す方向で考えてみたい。

ホフマンの胃の構造と機能の研究から、鮮明な胃内壁の写真を生徒に見せてみたい。DVDの初版は食物の消化の進み具合を説明するのにとどまっている。なお、このあたりは山崎慶太さんが「反芻動物の胃-ニホンジカの栄養-」を『理科教室』1996 年 2 月号で報告している。房総半島の雌ジカの解体から反芻胃の構造とはたらきをみよう。写真-2 は消化管全体を示す。



〔写真 2〕手前に伸びている細い管が食道で、右端からここまでが第 1 胃である。つづいて第 2 胃、第 3 胃、第 4 胃が見える。ここまでは下の写真に対応している。



〔写真 3〕胃壁を一部切り除いたところで、右上から第 2 胃、第 3 胃、第 4 胃。



〔写真4〕 食物などを除去した胃。右上から第2胃、第3胃、第4胃。

〔写真2〕では中央に食道が手前に延びている。この食道から右側が第1胃。つづいて第2胃、第3胃、第4胃である。第1胃はルーメンと言われる。ウシでは約150ℓも入る。雌ジカの大きさは調べなかった。写真-3は右上端が第1胃。以下の胃壁を一部切除してある。第2胃まで送られた食物がこの第2胃によって第1に戻される。第1・2胃が発酵室である。反芻は第1・2胃から口腔に戻されて採食後の0.5～1時間後から行われ、改めて咀嚼を受ける。第2胃に再び送られてきた食物は第3胃に送られる。第4胃はもはやかなり消化されているように見える。第3胃が第4胃に送る。第4胃が本来の胃である。写真-4は食物と微生物（これも食物になる）を取り除いた胃の内壁を示す。



〔写真5〕 第1胃の部分拡大 白っぽいところが絨毛である。



〔写真6〕 第2胃 蜂の巣胃とも言われ、網状皺壁が特徴。



〔写真7〕 第4胃

写真-5は食物が残留している第1胃。白色の絨毛に注意。

写真-6は第2胃である。蜂の巣胃とも言われ、網状皺壁が特徴。ここで食物が少量ずつ団塊につくられるという。第3胃は写真4の中央手前に示しているが、内面に縦走するひだがわかる。これにより反芻が済んだ食物が第4胃に送られる。

最後の写真7は第4胃で、ここで食物が胃液分泌による胃内消化を受ける。

ブラウザー (browser) 良質の食物をつまみ食いするタイプ。少量の採食で生きていける小型草食獣。

消化管はあまり特殊化していない。

グレイザー (grazer) 栄養価が低くても大量に採食するタイプ。繊維質の部分を利用するためにシカなどは発酵機能を胃に持たせている。巨大な第1胃を備えている。消化管の特殊化がみられる。草原の大型草食獣。

草原的な環境 イネ科植物が大量に生育。有蹄類は、これらを選択しないで大量に採食している。

森林的な環境 少量の低木類が散在。良質の若葉や果実などを選択的に採食する。
ブラウザーの利用。

という考え方をジャーマン(1974 年)が提唱。イネ科植物の繊維質の消化・吸収は細菌と原生動物を胃に宿らせている反芻類。また反芻をしないで、盲腸に宿らせているものがある。ベルはセレンゲティの調査で、草食獣が食物に対して競合的というよりも食べ分けをしていると報告(1971 年)。

哺乳類の基礎代謝率は体重の 3/4 乗に比例している (クライバー、1975 年)

反芻胃の構造研究 (ホフマン「反芻獣の胃」1973 年)

奈良公園ではグラミノイド (イネ科、イグサ科、カヤツリグサ科) がかなり多い。近畿・中国地方ではグラミノイドは全体として少ないのに、餌付けなどの結果、シカの食べ方が強くなってシバ群落が卓越したことの結果 (高槻成紀)。ニホンジカは環境に応じた食性を持っている。

全国の子どもたちに、実際にシカの解剖を観察させてみたい。

<指導案とシナリオ>

1 房総半島のシカ (シカの歴史)

〔学習課題〕 房総半島のシカはどのように生きているのだろうか。

これは〔質問〕とした方がよいかも知れない。

(1) 房総半島のシカの歴史

房総半島では縄文時代にはシカが全域に生息していた。これは江戸時代まで同様であった。

明治以後、次第に生息域が狭まってきた。

(2) 戦後のシカ

1960 年頃まで 在日米軍、シカ狩猟。次第に減っていく。

1961 年 狩猟禁止。

森林伐採により、シカが増加。

シカによる食害が目立つようになる。被害の 2/3 はイネ。農耕地にネットを張るようになる。シカは 500 頭と予測。

1986 年 有害獣として駆除開始。

1991 年 一部狩猟開始。

1993 年冬 生息頭数、1819±209

生息地域面積が広がっており、農作物の被害が増えている。(54 秒)

2 房総半島のシカ—シカの生態と人間—

○照葉樹林

ここは、房総半島の千葉県「内浦山県民の森」です。(1995 年 10 月 22 日撮影)

この森は、カシやシイの森林でしたが、かつて燃料としてこれらが利用されていました。

＜1960年代は森林の伐採がすすみ、ほどなくスギやヒノキの森林が増えていった＞

○ **ぬた場**

ぬた場で、シカが泥浴びをしたところです。＜ぬた場 シカの泥浴びのあと（＜＞内はスーパーインポーズ、以下同じ＞

○ **森林内のシカ 1、2、3**

この町一帯に生活しているシカですが、研究者によって個体識別がされていて、行動観察がすすんでいます。ですから、アンテナを付けたシカを見かけることがあります。

＜発信器を付けた雌シカ＞

○ **シカ（3頭）**

シカは人間を見ると多くは逃げます。

○ **シカの食べ跡が分かる水田 1、2**

ここでは天敵がいないために、現在ではシカが殖えすぎて困っています。

＜ここでの食害は主にイネである＞

農家の庭先までシカの群れがやってきますし、農作物が食べられて被害が大きくなってきています。

○ **網、電線柵が張り巡らされた集落（天津小湊町）**

ですから、シカが入れないようにしなくてはなりません。

○ **「電気柵 危険」という標識**

○ **サルを群れごと捕獲するための施設**

サルの群れもやってきて、野菜や果物を食べてしまいます。

この中に食べ物で誘い込んで捕まえる作戦ですが、サルは入って来ないそうです。

○ **駆除の解説標識**

許可番号 16、設置者 千葉県、目的 有害鳥獣駆除、方法 大型捕獲檻、許可数 ニホンザル 20 頭。

○ **研究者、町当局の係員の姿**

秋の取り入れが終わったところで、地元の猟友会に頼んで、多すぎるシカを捕らえることになりました。今日は三日目の最終日です。（10月23日）

○ **捕らえられ運び込まれた雌シカ**

野生のシカが殖えて、多すぎるかどうかの判断をするのにはどうしたらよいでしょうか。

○ **シカの体重測定をする（雌1、雄1）**

シカは山の中に住んでいたのですが、最近では水田や畑でも目にするようになりました。農作物がしきりに食べられるようになっているのです。

○ **体の計測をする 1、2**

シカが殖えすぎているかどうかは、まずシカ健康状態を調べなくてはなりません。そこで、捕らえたシカの体の各部分の計測をしていきます。＜大勢で山に入り、定期的に頭数調査をつづけてきました＞そして、何頭捕らえるかの判断をしていきます。

○ **長所ステーション裏の川**

ここは「房総のシカ調査会」のステーション近くの川です。研究資料を採集したり、体の

各部分の検診をしていきます。

○雌雄各1頭の計測1、2

多すぎるシカを猟銃で捕らえようと、山に逃げ込んだシカを追います。しかし、目標頭数に達することはほとんどないようです。(4分48秒)

この後、NHK-TV「千葉県のシカ・食害」(1996年6月20日放送、4分10秒)を視聴させるのもよいだろう。

3 雌シカの解体(消化管の観察)

○シカの解体

(肛門の近くから包丁を入れていく。30秒ほどで第1胃が取り出される)

<反芻をする動物>

反芻をするシカ、ウシ、ヒツジなどの草食動物は、4室に分かれた胃を持っています。

○取り出された第1胃

これは第1胃です。

<第1胃>

ここにはたくさんの微生物が住んでいて、草に含まれている炭水化物のうちで、自分で消化できないものはこの微生物が分解していきます。

○取り出された消化管

(小腸、肝臓、盲腸が見える)

○消化管を広げやすくするためにナイフで膜を切る

○食道・第1胃が分かる

<食道>、<第1胃>

○地面に広げられた食道から肛門1、2

腹部は消化管で一杯です。それも、大きいのは第1胃です。

○4つの胃

<第1胃>、<第2胃>、<第3胃>、<第4胃>(反芻する各胃の働きを説明する)

○胃と十二指腸の境目

(そばの大きな盲腸が目立つ)

○ナイフで第1胃を切り開く

胃の中の微生物は、自分の体を作るために草の成分からタンパク質をつくり出します。

<第1胃内の食物>

○ナイフで第2胃を切り開く

シカは、草などを食べて口に戻してかみ直しをしていますが、

<第4胃>

やがて微生物も一緒に第4胃や小腸を通るうちに吸収されていきます。

○各胃の中の食物の消化の状態を示す

○胃の内容物を川の水で洗い流す

<胃の内容物を洗い流す>

○各胃の内壁1、2

< 0 食道、1 第1胃～4 第4胃 >

<改訂版では、第1胃から第4胃まで個別に示した>

○ 腸管、腸間膜

○ 腸間膜

<腸間膜に門脈が見える>

○ 膜を引っ張ってつながっている膜をはがし、腸管を広げていく

○ 地面に腸管が広げられていく

(スケールは1.5m)

<十二指腸>、<直腸>、<肛門>

○ 胃から腸までが連続して広げられている

○ 器に移し入れられた雄シカの第1胃の内容物

<雄シカの第1胃の内容物は詳しく調べられる>

<終>改訂版は6分34秒

<参考文献>

- 1 高橋廸雄『食物からみた動物の世界-草食動物とは-』大日本図書、1986年
- 2 高槻成紀『北に生きるシカたち』どうぶつ社、1992年
- 3 週刊朝日百科『動物たちの地球 55 哺乳類 II-7 シカ・プロングホーンほか』朝日新聞社、1992年
- 4 小川郁「草を食べて肉をつくる」(『新 理科のとびら—授業の役に立つ話』日本書籍、1994年
- 5 千葉県環境部自然保護課房総のシカ管理調査会『千葉県房総半島におけるニホンジカの保護管理に関する調査報告書 3』90pp.、千葉県環境部自然保護課房総のシカ管理調査会、1995年
(6章 要約
 - 1 密度構造と生息頭数 強い駆除圧をかけている天津および小湊地域の生息密度(33.0、19.9 頭/km²)は、昨年度より若干増加したが、それぞれピーク時から24%、46%減少した。1993年と同じ方法を用い、1995年3月時点の生息頭数を1640～2037頭(1838.5±198.5頭)と推定した。
 - ／2 分布周辺部における生息状況／3 個体解析／4 電波発信機による個体追跡／5 今後の課題)
- 6 山崎慶太「反芻動物の胃-ニホンジカの栄養-」『理科教室』1996年2月号
- 7 千葉県環境部自然保護課房総のサル管理調査会『平成8年度 房総半島における野生猿管理対策調査研究事業報告書』97pp.、千葉県環境部自然保護課房総のサル管理調査会、1997年
- 8 千葉県、2004a『千葉県房総半島におけるニホンジカの保護管理に関する調査報告書(総合版、1992～2003年度版)』千葉県、134pp.
- 9 浅田正彦・落合啓二「房総半島のニホンジカの個体数推定法と将来予測」『哺乳類科学』Vol.47 (2007) No.1、pp.45-53
(2003年以降に毎年1,000～2,000頭レベルの捕獲を継続していくことによって、個体数を管理目標案に誘導可能となることが予測される。)

東京都の調査・研究例は割愛した。

※ NHK-TV イブニングネットワーク、1996 年 6 月 20 日放送「千葉県のシカ・食害」落合啓

二さんの解説。浅田正彦さんも姿を見せる。シカ調査会ステーションでの計測シーンも紹介（4 分 10 秒）。