

栄養士養成施設における動物解剖の 取り組みとその意義

The Significance of Animal Dissection at A Dietitian Training Facility

川畑 龍史
Ryuji Kawabata

【Summary】

Human anatomy and physiology are categorized as the fundamental subjects in basic medicine. Students aiming for dietitian and/or registered dietitian must learn them thoroughly at a relatively early phase in training school. The anatomy is especially a hard scholarship for many students because of its difficulties to image three-dimensional (3D) structure of the human body. Anatomical dissection of laboratory animals, such as mice and rats, is one of the useful approach to learn the 3D structures of organs in macro anatomy. Although dissection of animals has many advantages, there are a lot of things to keep in mind and problems in conducting animal experiments. For example, animal welfare, resistance-, guilt-, and anxiety feeling against dissection, various preparations before and after dissection training, and personal and public understanding are listed as main problems. Teachers always need to face their difficulties. A method that does not use animals (alternative method) is a very useful to learn anatomy. Nevertheless, alternative methods cannot gain learning beyond learning by dissecting real animals. Animal experiments in the practical subject of human anatomy and physiology have been conducted for over three decades at our college. However, there is a background that the author has not discussed the way of thinking and significance for animal experiments. In this report, after introducing the sequential method of animal experiments at our college, the lists of significances and difficulties of the anatomical experiment using animals that the author considers are shown. Finally, based on these considerations, the author states the reasons for carrying out the anatomical experiments by using of real animals in educational practice for students.

【Key Words】

解剖生理学教育 Education of anatomy and physiology, 解剖生理学実験 Practice in anatomy and physiology, 動物解剖 Animal dissection, 栄養士 Dietitian, 管理栄養士 Registered dietitian

【はじめに】

昭和61年に栄養士法が一部改正され、栄養士養成においては、解剖生理学、運動生理学、生化学などの基礎医学科目が明確に必修科目に位置づけられた¹⁾。さらに、平成12年3月の栄養士法の改正（平成14年施行）に伴い、平成13年2月に「管理栄養士・栄養士養成施設カリキュラム等に関する検討会」によって管理栄養士・栄養士養成施設のカリキュラム等の改正案が出され、その中で、栄養士養成施設における教育内容は、「社会生活と健康（4）」、「人体の構造と機能（8）」、「食品と衛生（6）」、「栄養と健康（8）」、「栄養の指導（6）」、「給食の運営（4）」の6つに区分され（ ）内の数字は講義又は演習の単位数、これに実習又は実験の単位が加わり、合計50単位

で構成される)、カリキュラムの整理が施された²⁾。各区分には「教育目標」が定められ、「人体の構造と機能」の教育目標の中に「(中略)解剖学、生理学、生化学を含むものとする。」と記載があり、解剖生理学は明確に「人体の構造と機能」に内包された。また、社団法人全国栄養士養成施設協会作成の「栄養士コアカリキュラム」において、各科目内で学ぶ項目を詳細に定めている。これを基に、各養成施設はシラバスを作成し、それに沿って授業が実施される。

解剖生理学は人体の正常構造と機能、場合によっては病気について学ぶ学問である。栄養士を目指す者にとって人体の仕組みを学ぶ目的は、上記法令で定められたことを忠実に則ることに加え、栄養に関する知識・技術の

プロとして、対象者である人（場合によっては人の体を構成する組織）に対し、食・栄養・健康の面からその専門性を発揮することである。しかし、解剖生理学では潜在的な複雑性と難解な専門用語に相まって時間の割に膨大な量を学習する必要があるため、栄養士養成施設のみならず、この科目に苦手意識を持つ学生は多い。

解剖生理学を理解するための教材は数多ある。例えば、人体模型、イラスト集、動画、最近だとウェブ上で公開される様々な教材などが挙げられる。しかし、どの媒体を用いても、三次元的な人体構造を学ぶことは困難である。そこで、体のつくりを学ぶ手段として、生物学的にヒトと近縁な動物の体を観察することは、その生物のみならずヒトの体の仕組みを学ぶことにもつながり、理解が深まるとともに記憶にも残りやすい。しかし、動物を用いた解剖教育に関する諸々の是非が存在するため、事はそう簡単ではない。本学はこれまで、解剖生理学実験の中で、その是非にまつわる諸々の事情は承知しつつも、この取り組みの教育的意義およびその効果に鑑み、動物の解剖を長年実施してきた。

ところで、栄養系、コメディカル分野において、動物を扱う解剖実験の意義を取り上げた文献は少なく、また、本学としてもこれまで動物解剖に対する有益性を理解しつつも、それを明文化してこなかった経緯がある。

本論文は、授業内で行う本学の動物解剖実験に焦点を当て、この取り組みの目的、内容、意義、期待できる教育効果、さらに実施にまつわる種々の留意点や問題点を論じ、それを踏まえた解剖実験の在り方を提案する。

なお、論文中に記載した解剖学関連用語は、主に『ネッター解剖学アトラス（第4版、南江堂）³⁾』を参考にした。

【本学における動物を用いた解剖実験】

1. 動物実験倫理委員会における審議（「厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基

本指針⁴⁾」に則り）

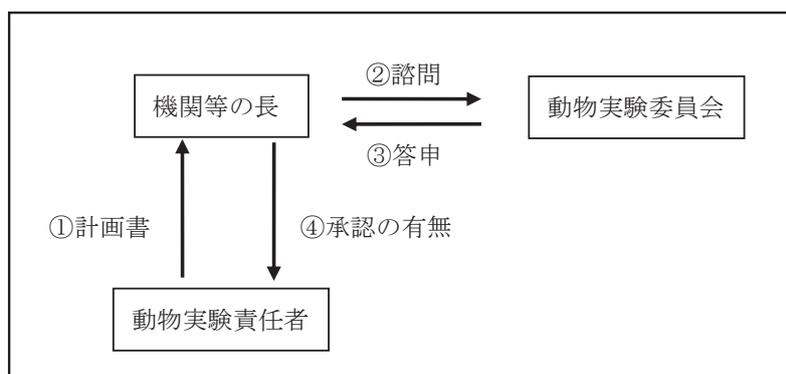
各研究機関においては、学長（またはその機関等の長）を最終決裁者とする動物実験（倫理）委員会を設置する必要がある。下（図1）のように、動物実験実施に先立ち、動物実験責任者は動物実験計画書（①）を作成し、機関等の長に提出する。機関等の長は動物実験委員会に諮問（②）し、各機関で定めた「動物実験倫理規定」を基に「3Rs」（後述）の順守、その他実験の妥当性を検討・審議し、機関等の長に答申（③）を提出する。機関等の長は委員会の答申を受け、動物実験責任者に対し承認の有無（④）を出す。なお、本学では機関等の長の業務の実務は動物実験委員長が行い、最終決裁者を学長とする。実施後、動物実験責任者は動物実験終了報告書を作成し機関等の長へ提出し、保管（適宜情報公開）する。

2. 解剖実験事前教育

より有意義で教育効果の高い解剖実験にするべく、本学では実験に先立ち入念な解剖実験事前教育を行う。それらを時系列に沿って以下に述べる。

1) 動物解剖の目的を明確にする

解剖生理学の実習書の多くは解剖する動物としてラット（学名：*Rattus norvegicus*）を用いている^{5,6,7,8,9)}。ラットは扱いやすく、入手が容易であり、安全（信頼のおける実験動物取扱業者から購入すれば、人体に影響を及ぼす人畜共通感染症その他の疾病を有しない）などの利点に加え、ヒトと同じ動物界・脊索動物門・脊椎動物亜門・哺乳綱に属し、ヒトと大きさは違えども、からだ全体のなりたち、各臓器の構造や機能など生きていく仕組みおよび子孫を残す仕組みは人体のそれとほぼ同じである。ゆえに、この実験の主目的は、ラットの体の構造を学ぶことにより、人体の構造の理解につなげることにある。



（図1）動物実験の計画から承認までの流れ

2) 解剖実験事前学習

本学では、ラットの解剖実験に先立ち、人体模型を用いた臓器・器官の観察を行い、各器官の所在を学習する。さらに、ニワトリの手羽元を用いて、基本的な解剖器具の使い方を学ぶとともに生の組織の見方を学習する。ニワトリの手羽元を使用する理由は、日頃の食材として見慣れているため、解剖に対する抵抗感や不安感が軽減でき、解剖技術の修得に専念できるためである。以上の学習により、各臓器の所在と名称、解剖器具の使い方、皮膚、筋、骨、神経、血管、関節、骨髄など生の組織を剖出・判別できる眼力を養成する。

次に、動物解剖を行う前週に実験動物についての理解を深める目的で、『なぜ動物で実験をするの?』(国立大学動物実験施設協議会, 平成8・9年)¹⁰⁾を教材に、世の中で使われている実験動物について学習する。主な学習ポイントを以下(図2)に挙げる。

- ・なぜ動物実験を行う必要があるのか
- ・動物実験施設における動物の飼育環境およびその管理について
- ・実験の目的や用途に応じた動物の選定
- ・なぜ、マウスやラットが実験に多く使われているのか
- ・動物実験に関する法律や規制
- ・3Rs (Refinement, Reduction, Replacement) とは
- ・医学, 薬学, 工学, 生物学, 美容, 化粧品の開発における動物実験の重要性
- ・これからの動物実験はどのようになっていくのか

(図2) 実験動物についての学習ポイント

これらを学習した後、内容要旨および自分の考えをレポート形式で記述させる。記入内容によっては、学生と面談を行い、理解が足りない部分は再び説明を行う。不安感や罪悪感が強く、前向きになれない学生に対しては、自分でできる範囲のことを最大限努力するよう助言する。さらに、岡村周諦著「動物実験解剖の指針」の巻頭にある「動物実験者の自戒」¹¹⁾をあえて時間をかけて黙読させ、解剖には真剣に取り組むことを要求している。

次に、筆者自作のカラー写真で解剖手順を示したスライドをプロジェクターに映し、当日の一通りの流れを解説する。これは、目を慣らすことと当日の運用を円滑にするためである。最後に、ラットの生理機能や生活環、実験動物の微生物学的統御分類(無菌動物, ノトバイオー

ツ, SPF (Specific Pathogen Free) など)、動物実験倫理委員会の設置と承認、実験に取り組む姿勢等、補足説明を付け加えて事前学習を終える。

3. 解剖実験

1) ラットの解剖(1日目)

吸入麻酔薬を充填させたデシケーター内にラットを入れ麻酔をかける。麻酔がかかったラットをコルク板の上に乗せ、虫ピンで保定する。途中で麻酔の効き目が無くならないように、適宜、追加麻酔を行う。

ラットを仰向けで保定し、70%アルコール入りスプレーで噴霧し、毛並みに逆らって脱脂綿で拭い、以降の作業工程で毛が舞うのを防ぐ。

臍部付近の皮膚をピンセットで摘み上げ、ハサミで皮膚の一部を切開し、ハサミの鈍面を腹側にして皮膚を顎の下まで正中切開する。その後、皮膚を側面まで剥がし、下層に見える腹筋、胸筋を観察する。

腹筋をピンセットでつまみ上げ、ハサミで腹筋を剣状突起まで正中切開する。腹筋を側面まで切開し、肋骨下部側方まで切開すると、大きな肝臓が確認できる。肝臓を腹部側へ折り返すと、腹部と胸部を隔てる膜、横隔膜が確認できる。横隔膜を透かして心臓の拍動、肺の拡張・弛緩運動が確認できる。

肋骨と横隔膜の付着部の一部にハサミで切り込みを入れると、大気が胸腔に入り、肺が瞬時に萎縮するのがわかる。いわゆる気胸状態である。

横隔膜を肋骨の付着部に沿って切り分けると、直に心臓と肺が確認できる。肋骨の側面をハサミで鎖骨下まで切開すると、胸部内臓の全貌が確認できる。心臓は自らの持つ自動性によりしばらく拍動を続ける。または、心臓を摘出してリンゲル液につけ、体外に除去してもなお拍動が続くことを観察してもよい。

ラットの肺は左1葉、右4葉から構成され、ヒトのそれとは異なる。心臓の形はヒトと類似するが、付着する大血管が若干異なる。心臓の拍動が続いているときは血液の流れも確認できる。心臓の上部には乳白色をした胸腺が確認できる。注意深く胸腺を上にくくりあげると、心臓につながる血管、上行大動脈、肺動脈、上大静脈が確認できる。

最後に、胸部、腹部、生殖器系の全体像を観察する。

本学では、一匹の解剖体をより深く学ぶため、簡易固定を行い、次週に備える。固定は、川畑らの報告¹²⁾に基づき、固定液(ファーナー液)に1週間浸漬する。

2) ラットの解剖(2日目)

固定後のラットを30分間流水洗浄し、固定液を除去する。水気を切り、ラットをコルク板の上に乗せ虫ピンで保定する。

頸(頸)部の皮膚を剥離し、皮下の疎性結合組織を適宜除去すると、咬筋の全体が見え、大唾液腺(耳下腺、顎下腺、舌下腺)および頸部リンパ節が確認できる。唾液腺から口部に向かう導管は特に耳下腺管が顕著に確認できる。唾液腺を除去した後、胸鎖乳突筋および胸骨舌骨筋の中央付近をハサミで切開する。筋を上下にめくりあげると、気管および喉頭が確認できる。大きく前に張り出した甲状軟骨、その下の甲状腺、甲状腺の後方に約0.5mm大の副甲状腺が確認できる。気管表面はU字型の気管軟骨があり、特有の蛇腹模様が確認できる。また、気管の後壁はヒトと同様に軟骨が存在しない膜性壁であることも確認できる。

大胸筋の下にゾンデを鎖骨方向に通し、ゾンデに沿ってハサミで切開する。鎖骨中央部で切開し(もしくは胸鎖関節を脱臼させ)、上腕を側方に開くと腕神経叢が確認できる。確認後、胸郭前方を取り除き、呼吸器・循環器の全貌を観察する。心臓上部に張り付く胸腺を除去し、心臓から出る血管系を観察すると、大動脈弓およびそこから分岐する血管、右から腕頭動脈、左総頸動脈、左鎖骨下動脈が確認できる。

喉頭の上部を舌骨付近で切開し、気管をめくりあげると、食道が後方に付着した形で剖出できる。咽頭後方から出る食道を確認し、さらに切開面を上から喉頭内部へ覗くと喉頭蓋の下方に声帯・声門が確認できる。確認後、食道と気道の付着部で切開し、心臓に付着する血管を切開すると、心臓および呼吸器を同時に摘出できる。心臓を切り出し、心臓の外形を観察した後、大動脈からゾンデを挿入し、ゾンデに沿ってハサミで切開すると左心室の中が、同様に肺動脈からゾンデを挿入し、ゾンデに沿ってハサミで切開すると右心室の中が観察できる。左右の心室それぞれの壁の厚さが同時に比較できる。また、動脈弁(大動脈弁、肺動脈弁)および房室弁(僧帽弁、三尖弁)も小さいながら観察できる。肺の外観では、肺門から出入りする動静脈および気管支、肺葉が確認できる。次に、腹部内臓に目線をうつすと、消化管から伸びる腸間膜、腸間膜の中を通るいくつかの静脈、そしてその静脈が集合し1本となった血管、門脈が確認できる。門脈は肝臓の下部、肝門より肝臓内に入る。肝門には他に、肝動脈、胆管が確認できる。肝臓は約7つの葉より構成され、ヒトのそれよりも多い(ヒトでは肝臓の右葉下部

に存在する胆嚢は、ラットでは確認できない)。肝臓をめくり上げると、下に胃および脾臓が確認できる。胃に続く消化管はピンセットで辿っていくと、十二指腸、空腸、回腸と続き、ラット特有の大きな盲腸につながる。盲腸から先は結腸(上行結腸と下行結腸で、ヒトにある横行結腸とS状結腸、結腸ヒモを欠く)となって、直腸、肛門へとつづき消化管が終了する。肛門側に近いほど消化管内の糞便が固形状に固まっていく様子が確認できる。

次に、食道から肛門付近の直腸までの一塊りを摘出すると、口から肛門まで途切れることのない一本の消化管が確認できる。次に、一部消化管を切開し、縦に切り開くと、中の粘膜構造、特に絨毛の有無を観察する。小腸は絨毛があり、大腸はない。

消化管を摘出すれば、後方(背部)に腎臓および副腎が観察できる。また、壁側腹膜に覆われている尿管が透けて見え、膀胱までの走行が確認できる。適宜、腎臓を縦に切開し、中の皮質、髄質、腎盂(ヒトと異なり、腎杯は1つしかない)等、腎臓内の主要な部位を確認する。生殖器は、雌雄で顕著な差がある。雌は、卵巣、卵管、子宮、腔、腔口を、雄は、精巣、精巣上体、精管、前立腺、精嚢、尿道、陰茎を確認する。適宜、卵巣を切開し卵胞を、精巣を切開し精細管を観察する。

脳は、硬い脳頭蓋に覆われていることに加え、非常に軟部組織であるため剖出が難しく、教員の実演などで対応する。

以上が、固定前、固定後のラットの解剖の手順および観察・確認できる部位である。

【栄養士養成における解剖生理学および動物解剖を学ぶ教育的意義】

人間は、生物界の中で従属栄養生物に区分され、生きていくうえで必要な物質の多くを他に依存している。ヒトは、誕生から生の終焉まで、自身の消化器を使って消化・吸収し、体内の構成要素およびエネルギーを産生していかなければならない。食物から得た栄養素は全身に運ばれ、各臓器・各器官に供給され消費される。生体内ではこれらが同調的に働き、自身のホメオスタシス(生体恒常性)を維持している。また、吸収された栄養素の使われ方は成長段階や疾病構造によっても変わってくる。もちろん、摂取する栄養素は多すぎても少なすぎても具合が悪い。

栄養士は、このような生きることの源となる食に関する専門職である。解剖生理学は、これらの原理原則を理

解するための基礎医学科目である。国・地方自治体およびその関係機関は、この資格の専門性の維持・向上のために学問内容、教育施設・環境面のすべてを細かく定めている。そして栄養士ならば、「栄養士実力認定試験」を課し一定の水準の維持向上をはかっている。もちろん、解剖生理学及び関連科目はその試験に多数出題される主要科目の一つでもある。

また、解剖生理学は、疾患のメカニズムを説明する際の基礎にもなる。高齢化が深刻化する今の日本において、直面する疾病構造の変化（急性期疾患よりもむしろ慢性期疾患の増加）は喫緊の課題であり、その解決の糸口には栄養士の存在は欠かせない。体の仕組みや疾病の原因およびメカニズムに精通し、成長、発達、老化、どの段階であってもその人の状態を的確に判断できる専門職がまさに栄養士であり、それらすべてのプロセスの基盤にあるのが解剖生理学である。このように、解剖生理学およびその関連科目は、学識として知り置くべき学問体系であることに加え、これからの社会的ニーズを満たす実学として、この科目の重要性は疑う余地がないといえる。

学内で行う動物解剖実験は、難解な人体の構造と機能の学修につながることに加え、生き物について深く考える機会にもなる。解剖生理学講義にさらに実験実習を加えることによって、より確かな理解、そして記憶へと定着できれば、生体の持つホメオスタシスの本質的な意味も理解できよう。動物解剖を通じた学びの方法およびこ

の取り組みの意義として考えられる主なことを、以下に列挙する。

1) 代替法の限界

実験動物を実施する際の大原則は3Rs（後述）の徹底順守である。その中の一つ、「Replacement（置き換え）」は、実験の目的を達成させるための手段として、できるだけ動物などの生き物を使わないよう努めるという考え方である。例えば、培養細胞、原核生物あるいはコンピューターシミュレーションなどで代用し、生き物を使ったとしてもできるだけサイズが小さく構造が単純な生物を使うとされる。さらに、世間では、人体の構造を知る手段として様々な優れた視聴覚教材が存在する。最近では、3Dを駆使し、自分で自由に観察したい部位や方向が選択できるなどバーチャルに体感できる学びの方法も開発されている。これらは、生き物を使わない代替法の一つと考えられる。また、イカや魚、ニワトリなど普段食用で用いられる生き物や、蛙などの両生類、臓器や器官ごとに取り出された豚や牛などの哺乳動物の臓器が用いられることも代替法と考えられ、人体の構造を理解するための有効な方法が数多存在する。

しかし、代替法では構造観察の限界も存在する。代替法では困難であるが動物解剖により観察が可能な各論的内容を以下（表1）にまとめる。

（表1）代替法では観察できない各論的内容例

分野	観察項目	方法と実際
循環器	心臓の拍動と自動性	心臓は、心臓内に備わる刺激伝導系と呼ばれる特殊な心筋細胞間の電氣的活動によって、同調的に拍動を行うことができる。電気の発生はまず、右心房の洞房結節（キースラック結節）で起こり、次いで心房全体に電気が流れ、房室結節、ヒス束と伝わり心室に向かい、左脚・右脚、そして心室筋全体に広がるプルキンエ線維へと伝わり、心室が収縮する。洞房結節の電氣的興奮そのものは独立に起こるため、仮に心臓が体外に摘出されてもしばらくは拍動を続けることができる。動物の解剖によって、このことを実際に確認できる。
循環器	動脈と静脈の構造の差異	血液を通すための管である血管は、心臓から出る血液を通す動脈、心臓に戻る血液を通す静脈、そして組織間を通り物質交換に寄与する毛細血管に大別できる。動脈と静脈は心臓から遠方にあるものほど細くなる傾向があるが、構造は内膜、中膜、外膜の3層構造で共通している。動脈は高い血圧に耐え、末梢組織まで血液を運ぶことから中膜が厚く弾力性をもつ。したがって、中に血液がない状態であっても動脈壁は円環構造を維持できる。一方、静脈は血管壁が薄いため、中に血液がない状態であれば平坦化する。両者の物理的強度の違いは実物を見ることで確かめることができる。
循環器	動脈血と静脈血の色の違い	血液には、酸素が豊富に存在する動脈血と、酸素が低下した静脈血が存在する。心臓から出て全身に向かう血液は動脈血、全身から心臓に戻る血液は静脈血である。動脈血は赤々とし、静脈血は暗赤色を呈する。一般に教科書で示される赤色（動脈血）と青色（静脈血）ではない。酸素の含有量（酸素飽和度）の違いが色の変化として観察できるのは興味深い。先の血管の所在とその中を流れる血液と合わせて観察すると、循環系の全体像を見ることができる。これは教科書や模型などでは決して知りえないことである。

呼吸器	胸腔内の圧力と気胸	胸膜腔内圧（臨床では胸腔内圧とも呼ばれる）は常に陰圧に保たれている。胸の中には、肺、気管支および心臓などの胸部臓器があり、呼吸運動または心周期によって臓器の大きさは変化するが、吸息時・呼息時いずれの時期も胸膜腔内は陰圧である。このことが、弾性収縮力を持つ肺を一定の大きさ以下にならないよう（萎縮しないよう）に係つ仕組みである。実際、腹腔から横隔膜の一部を切開すると、大気が胸膜腔に入り中の陰圧が崩れてしまう。そうすると、肺は一瞬にして縮み、もはや膨らむことができなくなる。いわゆる気胸という状態がこれである。このことは、肺が自ら膨らむことができないため、胸膜腔内に存在する陰圧という物理的な外力によって肺が膨らみ続けることができることを理解させてくれる。
呼吸器	肺の持つ弾性収縮力	肺は弾性収縮力を持つ臓器である。この性質が呼吸運動を円滑に進めることを助ける。開胸後、口腔から（鼻腔を閉じて）空気をゴム球ポンプで送り込むと、受動的に肺が膨らむ。ポンプを離すと能動的に肺が収縮し、呼気が出る。これは肺が持つ弾性収縮力によって生じる反応である。肺は、胸膜腔内圧の増減と自らのもつ収縮性によって拡大・縮小できることがわかる。
消化器	消化管粘膜の絨毛	口腔から肛門まで続く消化管のうち、消化・吸収の主となる胃から大腸の消化管上皮は単層円柱上皮である。中でも小腸は、絨毛が発達している。これは、表面積を広げ、膜消化や吸収効率をよくするためであると考えられる。一方、大腸は絨毛が見られない。動物の解剖体を用いるとこのことがよく理解できる。小腸と大腸を一部取り出し、縦に切開して内面を観察すると、絨毛の有無が観察できる。
組織	結合組織	人体は4つの組織（上皮組織、支持組織、神経組織、筋組織）で構成されている。その中の支持組織は、結合組織、骨組織、軟骨組織に細分される。結合組織は、身体の様々な場所に存在し、種類（疎性結合組織、密性結合組織、血液組織、細網組織、膠様組織など）も豊富に存在するが、その実態は教科書や模型、画像等で理解するのは困難である。このことが、学生達の結合組織に対する理解の難しさにつながっているといえる。結合組織は所在も重要であるが、さらに重要なことは物理的な強度である。密性結合組織の一種、腱や靭帯は少々強く引っ張ってもちぎれることはない。しかし、疎性結合組織の一種、皮膚と筋組織の間に位置する薄い疎性結合組織は硬さよりむしろ弾力感を覚える。このように、動物を解剖することで、説明文だけでは理解が難しい結合組織の役割が一目瞭然となる。
マクロ解剖	ゾンデを用いた観察	ゾンデは、解剖時に多用される細長い棒状の器具である。表層からの解剖が困難な深部臓器の前後関係が知りたいときや管状器官の行く先を知りたいときは、ゾンデを通すことで実験者にその答えを瞬時に提供してくれる場合がある。例えば、口と食道や胃のつながり、口と気道のつながり、血管の行く先・分岐場所、複数の密着した骨格筋の境界などが明らかにできること、そして非常に威力を発揮するのが雌の生殖器系の観察で、外尿道口と膀胱のつながり、腔口と腔や子宮のつながり、そして消化器では肛門と直腸のつながりなどはハサミやメスで切開するよりも実際にゾンデを通すことで明らかになる。これらは、解剖体を用いて行うことができる解剖技法の一つで、構造の理解を一層深めることができる。
マクロ解剖	後腹膜器官と腹膜内器の違い	腹腔の内部には、腹膜が存在する。腹膜は、腹壁の内側表面を覆う壁側腹膜、そして臓器の表面を覆う臓側腹膜に分かれており、お互い折り返してつながっている。さらに、両腹膜の間は腹膜腔と呼ばれる閉鎖空間となり、少量の漿液で満たされる。腹部に存在する臓器のうち、臓器表面のほとんどが臓側腹膜に覆われているものを腹膜内器官といい、ヒトの場合、胃、肝臓、空腸、回腸などが例となる。一方、壁側腹膜よりも後ろ（背面）側に存在する臓器を後腹膜器官といい、ヒトの場合、腎臓、副腎、十二指腸、膵臓などが例となる。今述べた、腹膜とはどのような見た目なのか、また腹膜の折り返すポイントはどこにあってどのような構造なのか、腹膜と臓器の関係はいかなるものなのか、さらに後腹膜器官とは実際どのように存在するのか、などの一般に教科書上では難問とされるこれらを解消するには実物を見る以外にはほぼ不可能である。

2) 系統分類、各階層に合わせた観察ができる

どんな優れた教科書やアトラスであっても、そこに記載される解剖図はすべて二次元である。また、人体模型は三次元的な観察が可能であるが、臓器の形や所在が1パターンに決まっており、系統的な区分け作業は困難で

ある。また、管や嚢状の器官であれば中を流れる流体や物体が、実質臓器であれば、中に存在する血管や組織の密度が確認できるはずで、それは解剖する以外に観察方法はない。

3) 経時変化を観察できること

開胸・開腹して間もない状態では、内臓諸臓器がそれぞれの役目を果たし、血液が流れ、生を全うしている様子が確認できる。つまり、三次元的な構造配置を観察するのみならず、そこに時間軸を加えた生命徴候を確認することができる。また、ある一定時間継続して解剖を行えば、血液が固まり、心拍が弱まり、組織表面が乾燥し、腸管から内容物の臭いが漂い、筋肉が硬直するといった、組織・器官の変性の一連の流れを確認できる。これは、生命体には鮮度があり、時間が経てば劣化していくのだということを直に観察できるということである。

4) 教科書との違いを感じる

教科書やアトラスの解剖図は、多彩な色使い（動脈血は赤、静脈血は青のような）、輪郭の描写、背景や周囲組織の除去等、見やすいように様々な加工が施されている。しかし、実際は教科書通りではないこと、自ら剖出作業を行い、目的の部位を見出すことなどが重要な学びの意味をもつ。

5) 本物に勝る教材はないということ

“百聞は一見に如かず”の言葉が示すように、幾度となく教科書・教材を見聞きしたとしても、実際を見ることに勝る学びを得ることはできない。“実物”を取り扱い、内臓諸器官、筋骨格系、生殖器などを観察することは、その生物の生活環境や生命活動を直接的に捉えることが可能となる。そして、実体験や実物を見た経験や学びはいつまでも鮮明に記憶に残る。昨今は、解剖実験を行う養成校が減少傾向にあるため、逆に本物を実際に見たという経験は他の学生にはない学びを得ていることになり、自信へとつながる。

6) 学習者の感覚器を刺激する学び方であること

教科書や視聴覚教材を用いた学習は、主に視覚、聴覚情報として入力される。しかし、動物を用いた解剖実験は、それに加えて嗅覚、そして触覚などの体性感覚から入力される情報も同時に得ることができる。物事の記憶は、できるだけ多くの感覚器を刺激した方がエピソード記憶として残りやすいと考えられている。自身でピンセットやハサミを持って操作し、臓器の付き方や所在、硬さや匂いなどを感じとりながらその本質に迫ることが解剖実験の醍醐味である。

7) 個体差・雌雄差・種差を見出すことができる

同じ環境で飼育され、同月齢・同性の純系ラット同士であっても、外形、内臓諸臓器の配置、脂肪の多さ、血管の走行、神経の太さ、あるいは性格・習性など、よく観察すると随所で差が見られる。これらは個体差である。いくつかの個体を比較し、その差を見出す作業も解剖で学べる意義の一つである。さらに、雌雄間、種間を比較することも大切な解剖上の学びとなる。雌雄差は、同週齢での体重差、外形、骨格筋の太さ、毛並み、腹腔内脂肪量、生殖器などで顕著に表れる。ラットとヒトの構造を比較すると多くの類似点や相違点を見出すことができる。これは種差である。なぜそのような種差が生じるか生理機能を交えて考察できれば、より一層ヒトの仕組みの理解が深まることとなる。

8) ミクロな視点とマクロな視点の観察ができること

生物は、摂食、消化、吸収、呼吸、代謝、調節、運動、排泄などの生理機能を備え、自身のホメオスタシスを維持している。これらを支えるのは各臓器、各器官である。それらは独立して働くわけではなく相互に関連しあいながら、その時々に応じた役割を担う。これら各臓器、各器官は循環器、即ち血管やリンパ管などで結ばれ、また、視床下部や大脳辺縁系を含む脳神経系および内分泌系により調節されている。つまり、生体の維持には、各階層に則った秩序とフィードバック機構を中心とした正負の制御に基づいていることがわかる。生体の仕組みを理解することとは、各臓器・各器官の役割というミクロな視点と、全体を俯瞰的に系統立てて考察できるマクロな視点の両輪が必要である。動物解剖は、これらミクロな視点とマクロな視点の両輪を支え、生命機構の成り立つ仕組みを理解させてくれる唯一無二の取り組みといえる。

9) 3Rsの意味を理解し、生き物や命について考える機会となること

3Rsとは、Reduction（節減）、Replacement（代替）、Refinement（洗練）の頭文字を意味する。1959年にRussellとBurchが提唱し、1999年の第3回国際代替法会議でボロニア宣言として採択された動物実験を行う上での基本原則である。この原則は国際的な指針として、動物実験施行の際の大原則となる⁶⁾。

実験の目的や意義がどんなに大きな意味を持とうとも、動物解剖は一つの尊い生命を頂いて学ぶことに他ならない。3Rsの意味を確実に理解し、実験者・研究者は決して粗略に扱うことなく尊い生命に対する畏敬の念を

忘れてはならないことを肝に銘じつつ実験にあたらなければいけない。このことは、生きた動物を扱うからこそ、その意味を知りうるわけである。

高等教育のみならず初等・中等教育においても、動物解剖という経験が、改めて生命について考える機会になり、生命尊重に向けた教育効果をもたらしたという報告が多数存在する^{13, 14, 15, 16, 17, 18)}。これらは代替法で補うことが困難であるが所以の見解であるといえる。

10) 生命科学に関する各種学会の動物実験に対する考え方

生命科学や医学の発展にはどうしても個体レベル、つまり動物を用いた実験が必要不可欠である。現在、様々な学術団体が存在するが、動物実験に関連する分野の学会における動物に対する考え方は非常に参考になる。どの団体も動物実験の重要性に触れつつも、実施の際は最大限の配慮をもって実行するべき旨のことが記述されている。以下(表2)に各学術団体の考え方を一部引用する。

【動物実験実施にまつわる留意点・問題点】

以上述べてきたように、動物の体を学ぶことは人体構造を学ぶことにつながり、多くの意味を持つ。しかし、いくら目的が明確で意義深い取り組みだとしても、解剖実験の実施にまつわる様々な留意すべきことや問題点が解決できるわけではない。指導教員は常にそのことを念頭に置かねばならない。考え得る留意点・問題点を以下

に列挙する。

1) 動物に対する愛護の気持ち

動物解剖に対する世間の目は特にヨーロッパを中心に年々厳しさが増している。生き物を大切にしなければいけない、決して粗略に扱ってはならない、物言わぬ動物であろうと一塊の生き物であり、生あるものはすべて等しく貴い。そういうことを人は幼少期のころから親や教師たちから教わってきた。幼少期に動物と触れ合い、それを肌で感じた人も多いことだろう。解剖実験の目的・意義を理解しつつも、生き物の立場に立つと、解剖実験は生き物を犠牲にする事実が変わりなく、幼少期のころから培ってきたモラルを覆すことになるとも考えられる。このような理由から、最後まで実験に対し理解を示すことが困難な学生は一定数存在する。どうしても難しいという学生には別の課題を用意するなど、配慮が必要となる。

2) 初等・中等教育における解剖体験のある生徒の減少

鳩貝ら^{24, 25, 26)}の報告によれば、初等・中等教育における動物解剖の実施率が減少傾向にあるとされる。その理由として、教科書に記載がない、視聴覚教材で十分であること(代替法)、生命尊重の教育に反することなどを挙げている¹⁶⁾。さらに、事前・事後指導や準備の手間、技術不足、解剖経験がないといった教師自身の問題と思しき事象も見られる²⁴⁾。その結果、必然的に高等教育を

(表2) 動物実験関連学会における動物実験の考え方

団体名	動物を用いた実験に対する考え方
日本学術会議	実験動物の取扱いに関してはそれぞれの国家に固有の宗教や文化が影響している。法令によらない動物実験等の自主管理は北米型ともいわれるが、わが国は日本の土壌に根差した管理体制の樹立を目指すべきであり、それによって、動物実験等が社会的理解の下で適正に進められ、生命科学研究の発展に寄与することを願ってやまない ¹⁹⁾ 。
日本生理学会	動物の尊い犠牲を通じて行われる動物実験は、生命現象の理解に大きな役割を果たし、医学・医療に応用され、人類の健康と福祉にはかり知れない貢献をしています。動物実験は開発された医療・医薬を人間に適用する前の欠くことのできないステップでもあり、今日、その必要性和重要性はますます増大しています ²⁰⁾ 。
公益社団法人 日本実験動物 学会	動物実験は、医学、生命科学等の研究、教育ならびに試験を行うために必要不可欠の手段である。(中略)国際的に広く普及している3R(Replacement, Reduction, Refinement)の原則を尊重しつつ、実験動物の飼養および保管ならびに動物実験を行わなければならない。(中略)今後、我が国において、自主管理のもとにおける適正な動物実験の実施をさらに推進していく所存である ²¹⁾ 。
日本実験動物 代替法学会	日本動物実験代替法学会は、動物実験の適切な施行の国際原則である3Rs(Replacement(動物を用いない代替法への置換), Reduction(動物数の削減), Refinement(動物に対する苦痛軽減)(中略))の推進と普及を目的とし、研究、開発、教育、調査等を行う学術団体である ²²⁾ 。
日本生化学会	動物実験においては、代替・削減・苦痛軽減の原則を遵守し、真摯な態度でこれを行う ²³⁾ 。

受ける学生の中で「初めて解剖を行う」者が多くなる¹⁸⁾。事実、筆者の経験においても農業系など一部の専攻を除いて解剖経験が乏しい学生が多い印象をもつ。生物の中身を見慣れていないため、想像することが出来ず恐怖感すら覚える学生もいる。

3) ペットとの同一視

世の中には多様なペット（愛玩動物）が存在し、人間に様々な形で幸福を提供してきた。ペットを飼っている家庭にとってはそのペットも家族の一員である。ラットはペットで飼われるハムスターに似る。学生の中には自分の過去または現在においてペットの飼育経験がある者は、それと重ね合わせて解剖に対し抵抗感を抱くことがある。

4) 動物の選択

動物解剖を通じて人体の構造を知る。これを目的とする場合、ヒトと同じ哺乳動物で行う方が体のつくりの類似性から有益である。特に、ラットは同じ哺乳類で構造や仕組みも類似し、体が大きく扱いやすい。事実、種々ある解剖実験の手引書のほとんどがラットを用いている。ラットと同じ哺乳類であるマウスは、体が小さすぎて観察には不向きである。ラットはまた栄養学をはじめ、医学、薬学研究などにも汎用されている。

しかし、ラットを用いるメリットの反面、先に述べたペットと同一視することや、ヒトと近縁な動物ということで親近感を覚え、逆に抵抗感が増すことも考えられる。佐藤ら¹³⁾の報告によると、爬虫類よりも哺乳類の方が、実験動物に対し「可哀想だと思う」学生が多い結果を示している。

5) 施設・環境

解剖実験は、麻酔薬を使うこと、動物アレルギーをもつ学生がいる可能性があること、動物の体内から放出される種々の揮発性物質等により、換気のよい実験室、物理的空間、すぐに外の空気を吸うことができる場所など物理的条件を備えた施設で行わなければならない。各養成施設の設置基準に則っていれば基本的には問題ないはずであるが、教師はアレルギー症状を呈する学生がいないか、いつもと様子が異なる学生がいないかなど、常に学習者の様子に目を配る必要がある。

6) 指導技術

動物の扱いには熟練を要する。また、2コマ（1コマ

90分）で約40人の学生に対し、解剖手順や観察項目を教示することは困難である。相当な解剖技術が無ければ実施は難しい。逆に、技術が甘いと解剖により観察できる項目も少なく、剖出の見た目も悪い。すると、実験者（学生）にとっては「果たしてこれだけのために動物を犠牲にする必要があるのだろうか」という疑念を惹起しかねない。つまり、指導技術が乏しければ、「体の構造を学んだ」というより「命を犠牲にした」方が強く印象に残ってしまう。

梅埜ら²⁷⁾は、「教師には解剖そのものについての指導だけではなく、解剖に入る前の入念な事前学習、解剖終了直後の動物の始末、さらにその後の事後学習という一連の学習を計画し指導するだけの力量が必要であり、さらに、動物の生命に対する謙虚な態度が求められる。指導力のある教師のもとで実施される解剖実習は、児童の生物体についての知識理解を深めるだけでなく、生命尊重の心を育むという面でも、児童にとって生涯印象に残るすばらしい経験を与えることになるであろう。しかし、逆に、指導力のない教師のもとで実施するとすれば、児童にはマイナスのインパクトだけが残り、生命尊重の態度育成の面では、百害あって一利なしということになりかねない。」と解剖の際には優れた指導者の必要性を指摘している。

7) 麻酔等試薬の購入と管理

現在、動物への麻酔は吸入用麻酔薬の「セボフルラン（セボフレン）」や「イソフルラン」などが推奨されている^{6,7,8,9)}。しかし、これらの薬品は販売許可を持つ仲業者でのみ販売できること、購入後も施錠できる場所で管理し、使用前、使用量、使用後の重量をはかり、台帳に記入の上厳密に保管する必要がある。麻酔薬は人体にも影響を及ぼすため実験実施時においては換気を十分に行うなど留意せねばならない。以前汎用されていたジエチルエーテルについては、種々の理由により現在は推奨されない⁶⁾。

8) 事前学習の大切さと基礎知識の修得

動物の体を観察するうえで大切なことは、事前に解剖学的な基礎知識を修得していることである。これが不十分だと当日の教師の実演や説明が理解できない。そして自分で解剖を行う際、何を見ればいいのかかわからない。解剖する際は、目的とする部位があるからこそ探すことができ、観察することができる。つまり、動物解剖を稔りある時間にするためには、予め見る目（眼力）を養っ

ておく必要がある。このような前提知識なしに解剖を行えば単なる解体である。自らの体を我々の学習のために供してくれた動物に対し、学ぶ気持ちと学ぶ知識を前もって修得した上で臨むことが最低限のマナーである。このことを重々に理解させた上でないと動物解剖は実施してはならない。

9) 一般社会への配慮

動物解剖を経験した学生が、その日またはそれ以降の日に公共交通機関等で解剖の様子を話しているとそれを聞いた一般の方は大変不快感を覚えらる。学生達は悪気がなくとも、一般の方の目線では動物の虐待が学校で行われていると見られかねない。また、解剖風景をスマートホン等で写真を撮り、それをSNS等にアップロードすることもあり得る。第三者がこのような写真や動画を見て、不快に思えば、教育の意義は崩壊する。つまり、学習者には重々、この実験の特殊性について理解させ、冗談や悪ふざけの有無に関わらず、くれぐれも公衆の面前で解剖実験の様子を話したり、ネット上に暴露したりすることのないよう厳重に注意する必要がある。

10) 実験後について

解剖実験終了後、教員と学生一同、掛け替えのない学びの経験と視野を提供してくれた動物に対し、改めて感謝の気持ちを表す。動物実験実施後に出る解剖体は実績のある実験動物解剖体処理業者に引き取ってもらい、火葬などの供養をしてもらう。また学内においても、祭壇を設け、慰霊祭を行うなど動物実験実施後に学生も含めて解剖に携わった人を集めて供養を行う。しかし、昨今、多様な信仰をもつ学生がいるため、供養の作法等については強制ではなく任意とする。

11) コスト

動物実験に対して、時間的、空間的、金銭的、労力的に通常の授業とはくらべものにならないくらいのコストがかかる。特に金銭面においては、動物、解剖器具、動物を飼育する環境や設備、備品、麻酔薬、遺体処理料、慰霊祭維持管理費等、相当な費用がかかる。

12) 実施可能時間

一般に、高等教育機関の時間割は、90分1コマ単位で、どの教育機関でも解剖生理学実験で確保される時間は概ね90分×2コマである。解剖実験を行うにはあまりにも時間が足りない。解剖前の麻酔、一連の動物解剖・観察、

観察後の片付け等の時間を考慮すると、実際に解剖そのものにかかることができる時間はわずかである。さらに、指導者の解剖スキルや解説の時間等も加味すると、詳しい解剖および観察を施すことは難しい。腹部と胸部を開いて簡単に観察するだけであれば、解剖の意味が半減する。そこで本学では、一匹のラットからより詳細に学ぶべく、一週間の固定後、引き続き剖出作業を行い、より細かな観察を行っている。

13) 目指す職種との結びつき

医学系、栄養系、薬学系など、“対象者が人や生物”となる専攻課程がある中で、カリキュラムの中に動物解剖を取り入れている学校は多い。しかし、目指す職種を考えたとき、はたしてその知識が現場に必要なのかわかを熟慮する必用がある。実施するならば、なぜその養成機関のカリキュラムの中に動物解剖が必要なのかという疑問に対し、第三者が納得できる意義を提示できることが理想である。

筆者は、東海地方（愛知県、三重県、岐阜県）の管理栄養士・栄養士養成施設が一般公開するシラバスから動物解剖の実施率を調査した。栄養士養成施設では、動物解剖を「実施している」が33%、「実施していない」が45%、「非公開」が2%であった。参考として、管理栄養士養成施設における実施率を調査したところ、「実施している」が76%、「実施していない」が12%、「非公開」が12%であった（2016年調査）。結果、栄養士養成施設の方が大幅に低い結果であった。理由として、カリキュラムの余裕、必要性、設備、医療色の強弱等が考えられる。栄養士にとって動物解剖が必要か否か、これにすぐ答えを出すことは難しい。しかし、あくまで教育機関として人体の構造と機能の本質を学ぶことが重要であり、その方法論として最も効果的な取り組みの一つが動物解剖であるということを忘れてはならない。

【おわりに】

ここまで、本学で実施する動物解剖の実際、教育的意義、動物実験にまつわる諸々の問題点・留意点と3つの項目に分けて述べてきた。

初等・中等教育では、平成18年に教育基本法が改正され、教育の目標の中に生命尊重の態度育成として「生命を尊び、自然を大切に、環境の保全に寄与する態度を養うこと」が明記された²⁸⁾。これを受けて、平成20年版小・中学校学習指導要領では、理科において生物領域を中心に、飼育・栽培や観察・実験を通して生命尊重の態

度を育成するよう記載された^{29, 30)}。事実、他の初等から高等教育機関における動物解剖を扱った論文が数多くあるが、それらはすべて動物解剖というのは、単に物理的な身体構造を学ぶことに留まらず、生命の尊厳や生命尊重について考えるきっかけになることを示している。

生き物を観察し、その生物の生きる仕組みを学ぶこと、そしてヒトの仕組みと比較する体験型学習法は、初等・中等・高等教育機関の階層に関係なく、非常に教育効果が高く意義深い。また、実際に内臓や諸器官が系統的・合理的に動く様を観察し、一つの個体の生を奏する源泉がまさに目の前にあると思うとき、生命の仕組みに対し様々な思いを馳せずにはいられない。事実、動物を用いた解剖経験を通じて、生命についてこれまでにない思いを抱き、生き物の大切さを考えるきっかけになった学生を筆者は多数見てきた。

本学は栄養士養成校として、これまで30余年、あえて動物解剖を実施し続けたのは、種々の事情や困難を差し引いても、なお解剖経験を通じて学び得ることに余りあると確信しているからである。その心をあえて期待を込めて述べれば、“本物を見る”ことは、解剖生理学的な学問レベルを「知識」から実感が伴った「見識」へと昇華できること、そして、卒業後いつまでも記憶と自信として残り続けそれをどこかで活かせる 때가必ず来ること、さらに、食を扱う専門職として食の根底には必ず生き物の恩恵があることを慮り啓発できる栄養士へと成長できること、これらの要素が動物解剖を通じた学びによって涵養できると筆者は考えているのである。

以上、解剖生理学およびその理解を深める方法の一つとして動物解剖の意義と留意点について述べてきた。しかし、今後、解剖にまつわる種々の問題点や留意点はこれまで以上に複雑性が増すことも予想される。このことを念頭におきつつ、栄養士を養成する高等教育機関として、これからも丁寧に実施していこうと思う。

【謝辞】

まず、動物解剖に関し、多くのご指導・ご鞭撻をいただいた元九州栄養福祉大学教授の阪本典子先生、そして長年本学において解剖生理学実験で動物実験の講義を担当してこれら多くの示唆に富むご助言を賜りました松田秀人教授に心から感謝の意を表します。また、困ったときにいつも的確なアドバイスやアイデアを下さった日比野久美子教授、そして同じ解剖生理学教員の市原俊助教にも心から感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 昭和61・7・22・政令260号。
- 2) 栄養士法施行令の一部を改正する政令等の施行について、健発第935号厚生労働省健康局長から各都道府県知事宛通知、平成13年9月21日。
- 3) 相磯貞和訳、ネッター解剖学アトラス、原著第4版、南江堂、(2007)。
- 4) 厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針、厚生労働省大臣官房厚生科学課長通知、平成18年6月1日。
- 5) 青峰正裕、藤田守、清末達人、阪本典子、長谷川昇、大和孝子、熊井まどか、竹嶋美夏子、イラスト解剖生理学実験、第2版、東京教学社、(2009年)。
- 6) 青峰正裕、清末達人、長谷川昇、藤田守、大澤得二、河手久弥、大和孝子、熊井まどか、長谷川幹治、日野真一郎、竹嶋美夏子、平野可奈、川畑龍史、市原俊、イラスト解剖生理学実験、第3版、東京教学社、(2018年)。
- 7) 青峰正裕、藤田守、上原万里子、梶原苗美、北川章、関澤文、能見光雄、平林義章、松本衣代、村上雅仁、山崎俊介、山里昇弘、Nブックス 実験シリーズ 解剖生理学実験、第1版、建帛社、(2009)。
- 8) 川村一男、遠藤章二、後藤美代子、薩田清明、宮川豊美、新訂解剖生理学実験、第3版、建帛社、(2015)。
- 9) 森田規之、河田光博、松田賢一、栄養科学シリーズ NEXT 解剖生理学実習、第1版、講談社、(2015)。
- 10) 動物実験の在り方調査研究小委員会、なぜ動物で実験をするの？—動物実験施設 Q&A—、国立大学動物実験施設協議会事務局、平成8・9年会長校：新潟大学医学部付属動物実験施設。
- 11) 岡村周諦、「動物実験解剖の指針」、風間書房、巻頭(1964)。
- 12) Kawabata R, Sakamoto M, A novel fixation method for gross anatomy of rats using Farmer's fixative in student anatomical practice, *AATEX*, **22**(2), 167-176 (2017)。
- 13) 佐藤恵、酒井秀嗣、動物解剖実習に対する学生の意識調査、日本大学歯学部紀要、**42**, 73-77 (2014)。
- 14) 人見久城、加藤里実、理科における生命尊重に関する小・中・高等学校教師の意識、宇都宮大学教育学部紀要、**61-2**, 7-19 (2011)。
- 15) 岩間淳子、鳩貝太郎、松原静郎、下條隆嗣、小学校理科における生命観育成および科学的概念形成のための生物教材の分析—『魚の解剖を例にして』—、「科学教育研究」、日本科学教育学会、**33-2**, 118-130

(2009).

- 16) 西川浩輔, 鶴岡義彦, 小・中学校理科授業における動物解剖の現状, 『生物教育』, 生物教育学会, **47-4**, 146-156 (2007).
- 17) 石川綾, 小林身哉, 管理栄養士養成課程における解剖生理学実験(1)の教育効果ー生命の発生から命の尊厳を学ぶー, 金城学院大学論集, 自然科学編, **2-1・2号併合**, 1-9 (2006).
- 18) 岡田正浩, 栄養士養成における効率的な解剖生理学実習のあり方についての検討, 広島文化学園短期大学紀要, **43**, 33-42 (2010).
- 19) 日本学術会議 「動物実験の適正な実施に向けたガイドライン」 2006年6月1日.
- 20) 日本生理学会 : <http://physiology.jp/convention/>
- 21) 公益社団法人 日本実験動物学会 : <http://jalas.jp/index.html>
- 22) 日本実験動物代替法学会 : <http://www.asas.or.jp/jsaae/>
- 23) 日本生化学会 : <http://www.jbsoc.or.jp/about>
- 24) 鳩貝太郎, 生物教育における生命尊重についての指導官と指導法に関する調査研究, 平成17~19年度科学研究費補助金, 基盤研究(B), 研究成果報告書(2008).
- 25) 佐伯英人, 小・中・高等学校の授業で解剖を経験した経験ー山口大学教育学部学校教員養成課程の学生を対象としてー, 南予生物, **15**, 31-38 (2007).
- 26) 佐伯英人, 沖野公祐, 中学校理科における解剖実習の形態と第2学年「動物の仲間」における解剖実習, 理科教育学研究, **54-3**, 347-356 (2014).
- 27) 梅埜國夫, 生命尊重の態度を育成する生物教育, 基盤研究C, 研究成果報告書, 研究代表者 鳩貝太郎, **第2章-4**, 75 (2004).
- 28) 文部科学省, 平成20年度文部科学白書, 80 (2008).
- 29) 文部科学省, 小学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書, 9 (2008).
- 30) 文部科学省, 中学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書, 104-105 (2008).