

## 獣医微生物学実習の共通化とコアカリキュラム

明石博臣<sup>†</sup> (東京大学大学院農学生命科学研究科教授)



### 1 はじめに

獣医学教育の改善・充実が叫ばれてから久しい。当時の全国大学獣医学関係代表者会議の唐木英明会長は2005年に「獣医学教育の改革運動の総括と今後」の中で、1971年からの改革運動の経緯をまとめられておられる。この中で、獣医学教育改善は担当教員が30年以上にわたって粘り強く続けてきた運動であるが、獣医学教育改善とそれを担保する再編統合に至る道が茨の道であることが述べられている。事実、各大学の獣医学カリキュラムは統一性に乏しく、講義や実習の内容についても同じ教科でありながら内容が異なっている。

平成20年に文部科学省は「獣医学教育の改善・充実に関する調査研究協力者会議」を立ち上げた。この会議は、大学における獣医学教育のあり方について調査研究を行い、獣医学教育の改善・充実を図ることを目的としている。この検討項目の中に、カリキュラムの整備が挙げられている。このため、当該会議の下に「獣医学教育モデル・コア・カリキュラムに関する調査研究」委員会が設けられ、平成21年7月から23年3月までの事業としていわゆるコアカリ事業が行われることとなった。

この事業の目的は、我が国における理想的な獣医学教育像を描くために、①学生の具体的な到達目標を明示すること、②目標を達成するために必要なカリキュラムの内容(シラバス)を明らかにすること、③教育手法を明示しておくこととなっている。事業は4つのステップに分かれ、海外の獣医学教育および関連分野の教育実態を調査し、必要とされる獣医学授業科目を定める第1ステップ。各科目について、コアとなる内容を詰め、第一次案を策定する第2ステップ。第一次案を分析、検討し、修正を加えた第二次案を策定する第3ステップ。第一次案、第二次案に関して寄せられたパブリックコメントを集大成した最終案を作成する最終ステップからなっている。微生物学関係では、宮崎大学の芳賀 猛先生、山口大学の前田 健先生、鳥取大学の村瀬敏之先生が委員を務められておられるが、現在のところ講義科目に関する

第二次案の策定がほぼ終了しつつあるところとお聞きしている。

獣医学教育では、と言うより自然科学系教育では講義と同様、実習が大きな意味を持つ。講義で得た知識を自分の手を動かすことで再確認する実習は、将来基礎系に進むにしろ、臨床系に進むにしろ、獣医学を学ぶ学生として最も必要な教科であると言える。コアカリ事業でも、講義科目コアカリと同様、実習コアカリが検討されている。しかし、講義に比べると、その検討開始は遅れ、ようやく第一次案が取りまとめられようとしているところで、その後直ちにパブリックコメントの募集、最終案の取りまとめと続く。聞くとおおよそ、その第一次案は講義科目における記載方式(必要項目を挙げ、到達目標を記載する)に準じているとのことである。

例えば、獣医微生物学コアカリキュラム第一次案では、ウイルスの培養法と検出法の項に①発育鶏卵および動物への接種法とウイルス増殖の指標を説明できる、②ウイルスの培養に用いる細胞の培養法を説明できる、③ウイルス感染に伴う細胞の変化を説明できるとある。実際の講義では、スライドを示しながら発育鶏卵への接種法について説明したり、初代培養細胞の作製方法や培養液の組成などについて説明をする。また、細胞が生育した後、ウイルスを接種した場合起こる細胞変性効果についても、スライドを示し説明することとなる。この場合、スライドを多数示し、丁寧にその変化を説明しても、実際に自分が細胞を培養し、ウイルスを接種し、細胞の変化を経時的に観察することに比べれば、得られる知識は断片的にならざるを得ない。つまり、百聞は一見に如かずであって、実習の価値がここにある。従って、講義科目の内容や到達目標を示すコアカリ記載方法は、必ずしも実習の内容や到達目標を明確にできるとは思えず、実習向けには異なった形式が必要となると考える。

### 2 獣医微生物学実習の現状とコアカリキュラム化

日本獣医学会獣医微生物学分科会では、以前から獣医学系16大学における微生物学実習にはかなりのばらつきがあり、その要因の一つとして実習室などの施設および使用する器具、機材などの設備が各校で大きく異なっ

<sup>†</sup> 連絡責任者：明石博臣 (東京大学大学院農学生命科学研究科)

〒113-8657 文京区弥生1-1-1 ☎03-5841-5396 FAX 03-5841-8184 E-mail: akashih@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

いること。また、実習担当教員の交代があった場合に、引き継ぎがうまくできない状況下においては新任の教員に大きな負担がかかることが問題視されてきた。このため、コアとなる部分の実習を全国的に共通化することができれば、各校でそれぞれに得意な分野の実習を充実させることで、微生物学実習の質を高め、学生の理解を助けることができるであろうと考えられる。同時に、コアとなる実習カリキュラムを実施するための施設、設備についても、どのようなものが必要かを明示することによって、各大学の実習教育に対する環境整備を促すことも重要となる。この目的のため、分科会に教育委員会を設置し、岐阜大学の福士先生を中心に各大学における実習の現状調査と改善策の検討をお願いした。

表1に示される通り、各大学における実習には実習項目毎に見てもばらつきがある。表には示さないが、使用菌株やウイルス株についても大きく異なっている。従って、同じ事項の実習を受けても、学生の習熟度および理解は大学毎に異なっていることが容易に想像できる。これは恐らく微生物学にとどまらず、どの実習科目でも同様だと考えられる。大学の獣医学科を卒業し、獣医師国家試験に合格した後に就職した場合、大学毎に教える内容が異なっていたとしたら、就職後の研修に多大な時間を割かねばならないことは自明である。従って、学生がコアの技能を習得していれば、就職後に職場が必要とする個別の知識、技能を教えればよいことになり、短時間のうちに新規採用者を戦力とすることができるであろう。

獣医師としての質保証のためには、一般教科のコアカリキュラムより実習のコアカリキュラム策定と、それに伴った内容の共通化こそがより重要だと考えられる。そのためには、コアカリ事業で策定される実習カリキュラムのコアとなる項目の決定と併せて、設備を含めた実習環境を共通化する努力と、受講学生数の異なる実習環境においてどのように質保証を担保するかが特に重要となる。

コアカリ事業でも、最終的には教科書の共通化が大きな論点として上がっていると聞いている。同様にと言うより、より以上に実習では手順を詳述した実習書の存在が質保証の鍵となると考えられる。また、同じ実習書によっても、異なった微生物株や異なった試薬等を使用することで、結果の判定が容易になったり、困難となったりする。このようなばらつきを押さえるため、実習に用いる材料を統一することができれば、全国どの大学でもコア部分の実習についてはほぼ同等の実習成果を得ることができると考えられる。この検討については将来の課題であるが、微生物学分科会としても大変重要な事柄であると認識している。

### 3 獣医微生物学実習の将来

先に述べた通り、字で記載された実習書に従って行っ

た実習では得られる知識にばらつきが生じることは明らかである。このため、実習書は写真や図を多く取り入れた、まず視覚によって知識を得られるものでなければならない。現在、ITの進歩はめざましく、学会発表などでも動画が多用されている。コアカリ事業の責任者である東京大学の尾崎教授は事業説明会の中で教科書の電子ブック化について言及されていたが、実習書の電子ブック化は教科書のそれと比べて、はるかに知識伝達に有効であると考えられる。

また、実習に使用する菌株やウイルス株、抗体などのツールについても、共通化した場合に同じものを使用しないと、結果がばらつく可能性がある。学生個人や実習班で得られた実験結果が予期と反した場合も、実験に用いた材料が共通であれば実験手順の何処に問題があったかを、容易に推定することができる。さらに、このようなノウハウを集めることにより、実習は年々改善されていくことになる。

同様に、eラーニングコンテンツの作成による遠隔地教育についても検討されており、既に幾つかの教科ではコンテンツの試作も行われていると聞く。eラーニングが最も威力を発揮するのは実習においてであろうことは想像に難くない。実習のコア部分は各大学が行う事になるが、これだけでは到達目標をカバーすることはできない。コア部分にプラスして各大学がそれぞれのコンテンツを作成し、それを共有することができれば、学生は自分の希望する進路に沿った個別の実習プログラムを自身の手で作上げることができる。

上記の諸課題はすぐさま実施できることではないが、一歩ずつ理想的な実習へと変わっていきけるよう努力する必要があるだろう。このために、微生物学分科会では前述した教育委員会を設置し、どのような方策が最も学生の知識獲得に重要かを検討する予定となっている。日本獣医学会では、学会員、特に学生会員の加入促進と、学会活動への参加意欲を向上させるための取り組みを各分科会に求めている。微生物学分科会では若手奨励賞をもうけ、学生の研究意欲向上に対する奨励を図ったところであるが、実習の共通化も獣医微生物学を学ぶ学生の意欲向上のために、非常に重要な検討課題であると認識している。

将来的に、獣医微生物学を学ぶ学生が全国どの大学でも、均一な実習環境および内容によって得られた知識・手技をもって、卒業後の職場で即戦力として活躍できる日が来ること。さらに、それらの獣医師の働きにより動物が感染症の危害から解放されることを望んで、本論説の結びとしたい。

表 各大学における獣医微生物学実習の現状

	A大学	B大学	C大学	D大学	E大学	F大学
1. 無菌操作(1回)						
2. 消毒, 滅菌(1回)	エンベロープウイルスへの逆性石けんの消毒効果	消毒と滅菌	消毒と滅菌		消毒薬の効果に対する有機物の影響(逆性石鹼, エタノール)	消毒薬および抗ウイルス薬によるウイルスの増殖抑制効果
<b>細菌学</b>						
3. 培地作成と細菌培養(固形培地, 液体培地)	細菌培養用の各種培地作製と単染色による形態観察, らせん菌の培養と暗視野顕微鏡による菌体の観察, マイコプラズマの培養と形態の観察.	固形培地とコロニー観察	細菌培養用の各種培地作製(平板, 斜面, 半斜面, 高層, 液体)と14種類の細菌の培養・継代・コロニー形態観察	各種培地作製と5種類程度の細菌の培養・形態・コロニー観察	細菌培養用の各種培地作製と単染色による形態観察(10種類程度の細菌)	細菌培養用培地(平板, 斜面, 半斜面, 高層, 液体)の作製とそれを用いた細菌の培養および集落性状の観察・各種選択培地における選択性, 溶血性
4. 染色と鏡検	グラム染色・芽胞染色, 抗酸菌染色	染色と顕微鏡観察	グラム染色と顕微鏡観察	グラム染色・抗酸菌染色	グラム染色・芽胞染色・鞭毛染色	グラム染色・芽胞染色・抗酸染色
5. 細菌の定量法		生菌数測定			細菌の増殖曲線の作製	生菌数の算定
6. 細菌の分離(通性嫌気性菌を基本にし, 適宜, 嫌気培養をとり入れる)	各種細菌の性状試験. キットを用いた腸内細菌同定. 生物性状を元にした細菌の同定. 溶血性, 嫌気培養, ファージ型別, 16Sリボソーム配列を基にした細菌の同定.	通性嫌気性菌, 嫌気性菌の培養.	グラム陽性菌の同定(カタラーゼ・コアグラゼ試験・γファージの溶菌反応), グラム陰性菌の同定(生化学性状検査培地・衛星現象・オキシダーゼ試験・API20NE)	腸内細菌科を始めとした各種細菌の性状検査(15種程度)・ファージ型別(黄ブ菌)	腸内細菌科の性状試験, 溶血性・CAMPテスト, 卵黄反応, 嫌気培養, 糞便からの腸内細菌科の分離と検査キットを用いた同定	腸内細菌科およびビブリオ科細菌の選択培地および確認培地における発育性状
7. 細菌の同定	各種細菌の性状試験. キットを用いた腸内細菌同定. 生物性状を元にした細菌の同定. 溶血性, 嫌気培養, ファージ型別, 16Sリボソーム配列を基にした細菌の同定.	通性嫌気性菌, 嫌気性菌の培養.	グラム陽性菌の同定(カタラーゼ・コアグラゼ試験・γファージの溶菌反応), グラム陰性菌の同定(生化学性状検査培地・衛星現象・オキシダーゼ試験・API20NE)	腸内細菌科を始めとした各種細菌の性状検査(15種程度)・ファージ型別(黄ブ菌)	腸内細菌科の性状試験, 溶血性・CAMPテスト, 卵黄反応, 嫌気培養, 糞便からの腸内細菌科の分離と検査キットを用いた同定	腸内細菌科およびビブリオ科細菌の選択培地および確認培地における発育性状
8. 薬剤感受性試験と薬剤耐性プラスミド伝達試験	薬剤耐性プラスミドの伝達試験 抗生物質感受性試験	Rプラスミドの伝達, プラスミドの検出, 薬剤感受性試験		薬剤感受性試験(5種類の菌)	薬剤耐性プラスミドによる大腸菌の形質転換 薬剤耐性プラスミドの伝達試験 薬剤感受性試験(ディスク法: 各個人の分離菌株など)	薬剤耐性プラスミドの伝達および抽出 薬剤感受性試験(平板希釈法および感受性ディスク法)
<b>ウイルス</b>						
9. 細胞培養法(初代はオプション)			初代細胞培養法(鶏胚初代培養)・株化細胞の継代			
10. ウイルスの分離培養(CPEの観察)	ブタ腎臓由来株化細胞の継代, 培養観察とウイルスの増殖, 鶏胎仔繊維芽細胞の樹立, 検体との共培養CPE観察	初代細胞培養法, 鶏卵接種ウイルス感染価の測定	Vero細胞を用いた培養・TCID50の算出・ギムザ染色	培養細胞を用いた培養 CPEの観察 TCID50の算出	鶏胎仔繊維芽細胞を用いた培養 TCID50の算出	発育鶏卵を用いたウイルスの培養 CPEの観察
11. 発育鶏卵接種(HA)	発育鶏卵を用いたウイルスの培養.		発育経卵を用いた培養	発育経卵を用いた培養	発育経卵を用いた培養	
12. ウイルスの定量法(ブラック, TCID50など)		ウイルス感染価の測定	ブラック法・TCID50の算出	TCID50の算出	TCID50の算出	TCID50の算定とブラック形成単位の算定
13. ウイルスの同定(中和, HA, HI, FA, 遺伝子診断PCR)	PCRによるウイルス遺伝子の増幅		中和・HA・HI			
<b>血清診断法</b>						
14. 血清診断法: 凝集反応, 沈降反応	沈降反応(アスコリー反応), ゲル内沈降反応 凝集反応による血清型の決定		急速平板凝集反応・抗体価測定・アスコリー反応	凝集反応	ゲル内沈降反応による抗体の検出 凝集反応	ゲル内沈降反応によるウイルス抗原の検出 血清型別
15. CF反応, ELISA	ELISA(不活化抗原免疫ウサギおよびニワトリの血清抗体測定)	補体結合反応	CF反応	補体結合反応	補体結合反応と凝集試験 抗体価測定	

G大学	H大学	I大学	J大学	K大学	L大学	M大学
(実習中に講義)				衛生的な手洗いの効果を判定する。	滅菌と消毒（培地の作製,無菌操作）	消毒薬の有効性試験,煮沸消毒と高圧蒸気滅菌に対する細菌の抵抗性。
細菌培養用の各種培地作製と単染色による形態観察(10種類程度の細菌)	集落と菌形態の観察		各自のうがい液を普通寒天培地とマンニト食塩培地に接種,培養してコロニーの観察,基本的なグラム染色(生物学実習で実施)			普通寒天培地と血液寒天培地の作製,各培地での菌の発育。
グラム染色,芽胞染色,抗酸菌染色	グラム染色,抗酸染色,芽胞染色,運動性	グラム染色,芽胞染色	グラム染色,芽胞染色,抗酸菌染色	グラム染色,抗酸菌染色		単染色とグラム染色,抗酸菌染色,芽胞染色,鞭毛染色,莢膜染色,生菌数の算定
主要な細菌の性状試験,嫌気培養。	好気培養,偏性嫌気性菌の培養,一般性状試験による未知菌の同定,PCRによる未知菌の同定。	腸内細菌科の性状試験,溶血性,嫌気培養		腸内細菌科の細菌同定,溶血性(衛星現象・CAMPテスト),嫌気培養,キットを用いたグラム陽性球菌の同定・ランスフィールド型別。	キットを用いた細菌の同定(グラム陽性・大腸菌),溶血性(CAMPテスト),ファージ型別。	グラム陰性菌・陽性菌の性状試験と同定,マイコプラズマ・偏性嫌気性菌の同定,ファージ型別。
主要な細菌の性状試験,嫌気培養。	好気培養,偏性嫌気性菌の培養,一般性状試験による未知菌の同定,PCRによる未知菌の同定。	腸内細菌科の性状試験,溶血性,嫌気培養		腸内細菌科の細菌(12種)同定,溶血性(衛星現象・CAMPテスト),嫌気培養(4種類の細菌増殖性の比較),キットを用いたグラム陽性球菌の同定・ランスフィールド型別。	キットを用いた細菌の同定(グラム陽性・大腸菌),溶血性(CAMPテスト),ファージ型別。	グラム陰性菌・陽性菌の性状試験と同定,マイコプラズマ・偏性嫌気性菌の同定,ファージ型別。
ディスク法による薬剤感受性試験	組換えプラスミドの大腸菌への形質転換,PCRスクリーニング,プラスミドDNA抽出,制限酵素,電気泳動,薬剤感受性試験(MIC,ディスク法による判定)	薬剤感受性試験(寒天平板希釈法とディスク法)の実技		薬剤耐性プラスミドによる大腸菌の形質転換,薬剤感受性試験(ディスク拡散法とMIC値測定,7種類の細菌)	PCR反応による病原性遺伝子(プラスミド)の確認,薬剤感受性試験(実習用菌株使用)	薬剤感受性試験(ディスク拡散法, MIC測定)
	細胞培養法,初代培養,株化細胞	発育経卵を用いた培養,鶏胎仔線維芽細胞の作製と培養,CPEの観察	発育鶏卵を用いたウイルスの培養とHA試験,CPEの観察	発育経卵・鶏胎仔線維芽細胞を用いた培養,CPEの観察	発育鶏卵を用いたウイルスの培養,鶏胎仔線維芽細胞の作成とウイルス接種,CPEの観察	株化細胞の継代培養,CPEの観察
	TCID50測定	ブラック観察,ボックス観察	TCID50の算定	TCID50算定,PFU算定	TCID50培養細胞へのウイルス接種とブラック形成単位の算定	TCID50の算出,ブラック形成単位の算出
	ゲル内沈降反応による血清中抗ウイルス抗体の検出,凝集反応	ゲル内沈降反応,急速凝集反応	沈降反応(免疫学実習で実施),凝集反応(免疫学実習で実施)	ゲル内沈降反応,凝集反応	ゲル内沈降反応・重層沈降反応,凝集試験(スライド凝集反応,試験管凝集反応)	ゲル内沈降反応,沈降反応(重層法),スライド凝集反応と定量凝集反応,間接凝集反応(ラテックス凝集反応)
	抗体価測定	市販抗原を用いたELISA	ELISA	補体結合反応,IgG検出(抗原免疫ウサギ)		補体結合反応,ELISA