

論文

高等学校生物における探究活動の充実に向けて ——「生殖と発生（動物）」を例に——

Enhancement of Inquiry Activities in Upper Secondary School Biology: The Case of “Reproduction and Development (Animal)”

岩間 淳子¹・松原 静郎*

¹ 青山学院大学教育人間科学部

* 桐蔭横浜大学名誉教授

(2019年9月6日 受理)

I. はじめに

高等学校学習指導要領の「生殖と発生」に関する内容は、平成10年改訂の「生物Ⅰ」（現・生物基礎）から平成20年改訂では「生物」（旧・生物Ⅱ）へと移行した。生徒の興味・関心等に応じ選択する「生物」等（基礎を付さない科目）の単位数は4単位（旧・3単位）となり、「生物」は、生物基礎の学習を基にして、観察、実験などを通し、より高度な概念や探究方法を学習する科目として設けられた。

「生物」の目標は、「生物や生物現象に対する探究心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、生物学的に探究する能力と態度を育てるとともに、生物学の基本的な概念や原理・法則の理解を深め、科学的な自然観を育成する」であり、「生殖と発生」では、「生物の生殖や発生について観察、実験などを通して探究し、動物と植物の配偶子形成から形態形成までの仕組みを理解させる」もの

であり、「動物の発生」では、(ア)配偶子形成と受精、(イ)初期発生の過程、(ウ)細胞の分化と形態形成、を学習する。

本稿では、高等学校学習指導要領における「生殖と発生」の変遷及び平成20年改訂学習指導要領に基づく高等学校「生物」の「生殖と発生（動物）」に関連する章の観察・実験で扱われる生物教材と内容を調査するとともに、大学生を対象に、高等学校授業における「生殖と発生（動物）」の観察・実験の学習経験等を調査し分析する。

II. 方法

1. 学習指導要領の調査

高等学校学習指導要領における「生殖と発生（動物）」に関連する領域の内容の変遷を調査した。対象：昭和22年試案、昭和26年試案、昭和35年改訂、昭和45年改訂、昭和53年改訂、平成元年改訂、平成10年改訂、平成20年改訂及び平成30年改訂の高等学校

* MATSUBARA Shizuo: Emeritus Professor, Toin University of Yokohama. 1614, Kurogane-cho, Aoba-ku, Yokohama 225-8503, Japan

¹ IWAMA Junko: Lecturer, College of Education, Psychology and Human Studies, Aoyama Gakuin University. 4-4-25, Shibuya, Shibuya-ku, Tokyo 150-8366, Japan

学習指導要領における「生殖と発生（動物）」に関連する領域の内容。

2. 教科書の調査

1) 高等学校「生物」

平成 20 年改訂の学習指導要領に準拠した高等学校「生物」教科書、平成 25 年度版。全 4 社 4 種¹⁾、計 4 冊。「生殖と発生（動物）」に関連する領域の内容。

2) 中学校理科教科書との比較

平成 20 年改訂の学習指導要領に準拠した理科教科書第 3 学年、平成 28 年度版。全 5 社 5 種、計 5 冊。「生殖と発生（動物）」に関連する領域の内容。

3. 「生殖と発生（動物）」に関する観察・実験の学習経験の質問紙調査

大学生を対象に高等学校「生物」の授業における観察・実験の学習経験を調査した。

対象：A 大学教育学科、平成 29 年度第 1 学年の学生 80 名（男子 59 名、女子 21 名）、第 3 学年の学生 56 名（男子 34 名、女子 22 名）、B 大学教育学科第 3 学年の学生 82 名（男子 16 名、女子 66 名）、C 大学看護学科第 1 学年の学生 67 名（男子 9 名、女子 58 名）、平成 30 年度 B 大学教育学科第 3 学年の学生 45 名（男子 5 名、女子 40 名）、C 大学看護学科第 1 学年の学生 73 名（男子 4 名、女子 69 名）、計 403 名（男子 127 名、女子 276 名）。

実施時期：平成 29 年 4 月～平成 30 年 4 月。

III. 結果と考察

1. 学習指導要領の変遷

表 1 は、高等学校学習指導要領生物「生殖と発生」に関連する内容をまとめたものである。

高等学校学習指導要領の「生殖と発生（動物）」に関連した内容で、昭和 22 年試案には、16「生物の生殖法にはいろいろな型がある」、

17「多くの生物には性の区別がある」と記されていた。

昭和 35 年改訂の「生物」では、「生殖」で、性と生殖、生殖細胞のでき方、受精など、「発生」で、胚の発生、発生のしくみなど、「遺伝と変異」で、遺伝の法則、遺伝のしくみなどを学習していた。

昭和 45 年改訂の「生物 I」では、「生命の連続性」で、生殖（生殖細胞、受精）、発生と分化（胚の発生、分化とそのしくみ）、「遺伝と変異」で、遺伝のしくみ、変異を学習していた。

昭和 53 年改訂の「生物」では、「生物体の形成」で、「発生と形態形成（動物の発生と分化）」を学習し、「生体とエネルギー」で、遺伝子と形質の発現、遺伝子の構造と複製、遺伝子と酵素を学習していた。

平成元年改訂の「生物 I B」では、「生命の連続性」で、生殖と発生（減数分裂と生殖細胞の形成、生殖と生活環、発生とその仕組み）、「遺伝と変異」で、遺伝の法則、遺伝子と染色体、変異を学習していた。

平成 10 年改訂の「生物 I」では「生命の連続性」に、「細胞、生殖と発生及び遺伝について観察、実験などを通して探究し、生物体の成り立ちと種族の維持の仕組みについて理解させ、生命の連続性についての見方や考え方を身に付けさせる」と記され、「生殖と発生」では、生殖細胞の形成と受精、発生とその仕組みを学習し、「生命の連続性に関する探究活動」が示された。

平成 20 年改訂の「生物」では、「生殖と発生」に、「生物の生殖や発生について観察、実験などを通して探究し、動物と植物の配偶子形成から形態形成までの仕組みを理解させる」と記され、「動物の発生」では、配偶子形成と受精（配偶子形成と受精の過程）、初期発生の過程（卵割から器官分化の始まりまでの過程）、細胞の分化と形態形成（細胞の分化と形態形成の仕組み）を理解することが示された。

平成 30 年改訂の「生物」では、「(3) 遺伝

表1 高等学校学習指導要領における「生殖と発生」に関連する領域の内容の変遷

発行・告示年(西暦)	科目	内容
昭和22年(1947)	生物	理解の目標 15. 生物は生物から生ずる。 16. 生物の生殖法にはいろいろな型がある。 17. 多くの生物には性の区別がある。 18. 子は親に似るが、ある形質の現われ方は親と違う。 19. 生物の形質はある程度人為的に変えられる。 20. 生物は、種族により一定した過程を経て生育する。
昭和26年(1951)	生物	無し
昭和35年(1960)	生物	生殖:性と生殖,生殖細胞のでき方(減数分裂に重点をおいて扱う。),受精,世代,交代と核相交代 発生:はい(胚)の発生,発生のしくみ,成長と変態 遺伝と変異:遺伝の法則,遺伝のしくみ,性の決定,変異
昭和45年(1970)	生物 I	(3) 生命の連続性 ア 生殖 生殖細胞,受精 イ 発生と分化 胚(はい)の発生,分化とそのしくみ ウ 遺伝と変異 遺伝のしくみ,変異
昭和53年(1978)	生物	(1) 生物体の形成 ア 細胞と組織の形成 細胞とその分化,組織の形成 イ 発生と形態形成 動物の発生と分化,植物の成長と形態形成 (2) 生体とエネルギー イ 遺伝子と形質の発現 遺伝子の構造と複製,遺伝子と酵素
平成元年(1989)	生物 I B	(2) 生命の連続性 ア 生殖と発生(ア) 減数分裂と生殖細胞の形成 (イ) 生殖と生活環 (ウ) 発生とその仕組み (エ) 遺伝と変異 (ア) 遺伝の法則 (イ) 遺伝子と染色体 (ウ) 変異 (ウ) 生命の連続性に関する探究活動
平成10年(1998)	生物 I	(1) 生命の連続性 細胞,生殖と発生及び遺伝について観察,実験などを通して探究し,生物体の成り立ちと種族の維持の仕組みについて理解させ,生命の連続性についての見方や考え方を身に付けさせる。 ア 細胞(ア) 細胞の機能と構造 (イ) 細胞の増殖と生物体の構造 イ 生殖と発生(ア) 生殖細胞の形成と受精 (イ) 発生とその仕組み ウ 遺伝 (ア) 遺伝の法則 (イ) 遺伝子と染色体 エ 生命の連続性に関する探究活動
平成20年(2008)	生物	(2) 生殖と発生 生物の生殖や発生について観察,実験などを通して探究し,動物と植物の配偶子形成から形態形成までの仕組みを理解させる。 ア 有性生殖(ア) 減数分裂と受精:減数分裂による遺伝子の分配と受精により多様な遺伝的な組合せが生じることを理解すること。(イ) 遺伝子と染色体:遺伝子の連鎖と組換えについて理解すること。(イ) 動物の発生(ア) 配偶子形成と受精:配偶子形成と受精の過程について理解すること。(イ) 初期発生の過程:卵割から器官分化の始まりまでの過程について理解すること。(ウ) 細胞の分化と形態形成:細胞の分化と形態形成の仕組みを理解すること。ウ植物の発生(ア) 配偶子形成と受精,胚(はい)発生:配偶子形成と受精及び胚(はい)発生の過程について理解すること。(イ) 植物の器官の分化:被子植物の器官の分化の過程について理解すること。 エ生殖と発生に関する探究活動 生殖と発生に関する探究活動を行い,学習内容の理解を深めるとともに,生物学的に探究する能力を高めること。
平成30年(2018)	生物	(3) 遺伝情報の発現と発生 遺伝情報の発現と発生についての観察,実験などを通して,次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 遺伝情報の発現と発生について,次のことを理解するとともに,それらの観察,実験などに関する技能を身に付けること。(ア) 遺伝情報とその発現 (イ) 遺伝情報とその発現 DNAの複製に関する資料に基づいて,DNAの複製の仕組みを理解すること。また,遺伝子発現に関する資料に基づいて,遺伝子の発現の仕組みを理解すること。(イ) 発生と遺伝子発現 (イ) 遺伝子の発現調節 遺伝子の発現調節に関する資料に基づいて,遺伝子の発現が調節されていることを見いだして理解すること。また,転写の調節をそれに関わるタンパク質と関連付けて理解すること。(イ) 発生と遺伝子発現 発生に関わる遺伝子の発現に関する資料に基づいて,発生の過程における分化を遺伝子発現の調節と関連付けて理解すること。(ウ) 遺伝子を扱う技術 (イ) 遺伝子を扱う技術 遺伝子を扱う技術について,その原理と有用性を理解すること。イ 遺伝情報の発現と発生について,観察,実験などを通して探究し,遺伝子発現の調節の特徴を見いだして表現すること。

情報の発現と発生」に、「遺伝情報の発現と発生についての観察、実験などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する」と記され、「遺伝情報の発現と発生」では、「DNAの複製の仕組み」「遺伝子の発現の仕組み」「遺伝子の発現調節」「転写の調節とそれに関わるタンパク質」「発生の過程における分化」を遺伝子発現の調節と関連付けて理解するとともに、「観察、実験などを通して探究し、遺伝子発現の調節の特徴を見いだして表現すること」と記されていた。また、遺伝子を扱う技術について、その原理と有用性を理解することも示されていたが、現行の「生殖と発生」に関する記載はなかった。「生殖と発生」の基礎的な内容は現行の中学校第3学年でも扱われており、平成29年改訂の中学校学習指導要領には、「有性生殖については、無性生殖とは異なり、受精によって新しい個体が生じ、受精卵の体細胞分裂により複雑な体がつくられることを、カエルなどを例として捉えさせる。動物では、メダカやウニの発生の継続観察などを行わせることが望ましい」と記載されており、現行の高等学校教科書で扱われている「カエル、ウニの発生」等、発生に関する基礎的な内容は、主に中学校第3学年でより詳しく学習するようになると考えられる。

2. 高等学校「生物」教科書の内容

表2は、平成20年改訂学習指導要領に基づく平成25年度版の高等学校教科書「生物」における「生殖と発生」に関連する内容をまとめたものである。

平成20年改訂学習指導要領に基づく平成25年度版教科書の「生殖と発生」は、編あるいは部に、その大項目名が使用されており、その中の「動物の発生」「動物の生殖と発生」「有性生殖」などの章で「動物の発生」が扱われていた。教科書のページ数は、424～479ページ（平均451.8ページ）、章のページ数は、26～70ページ（平均54.0ページ）であった。

「動物の発生」の観察・実験では、「ウニ」が4社中3社（探究活動を含めると4社）で扱われ、「バフンウニ (*Hemicentrotus pulcherrimus*)」が3社、「ムラサキウニ (*Helicidaris crassispira*)」が2社で用いられていた。観察時期について、バフンウニの観察時期は、「1～2月が繁殖最盛期 (TS)」「12～3月 (KR)」「1～4月 (SK)」、ムラサキウニは、「6～8月 (KR)」「6～7月 (SK)」と記されていた。教科書により多少記載は異なるが、バフンウニは冬期に、ムラサキウニは夏期に成熟期（産卵期）を迎えるので観察時期に合わせ、教材を選ぶ必要がある。

「ニワトリ (*Gallus gallus domesticus*)」の発生は2社（探究活動を含めると3社）で、そのうち1社は、「ニワトリの肢の観察」で、ニワトリの肢の原基と孵化したニワトリの肢を比較しており、他の1社は、「器官の形成と細胞の死」でニワトリ後肢のアポトーシス（プログラムされた細胞死）を観察していた。

「カエルの発生」は2社（探究活動を含めると3社）で扱われていた。観察には、「アフリカツメガエル (*Xenopus laevis*)」が2社で用いられていた。また、配偶子形成と受精では、「アサリ (*Ruditapes philippinarum*)」、ハマグリ (*Meretrix lusoria*)」など二枚貝の精子の観察が1社で扱われていた。

「遺伝子と染色体」では、「ショウジョウバエ (キイロショウジョウバエ: *Drosophila melanogaster*)」が用いられ、「遺伝子交雑」の実験が2社、「突然変異体」の観察が1社、「発生をつかさどる遺伝子：前後軸にそった形づくりのしくみ」が1社で扱われていた。また、染色体の観察では、「ユスリカ (ユスリカ科: Chironomidae)²⁾の幼虫」などの唾腺染色体を用いた観察が2社で扱われており、観察・実験の記載数は、各教科書で4～6種類（平均5種類）であった。

3. 中学校理科教科書との比較

表3は、中学校理科教科書の平成28年度版第3学年「生殖と発生（動物）」の観察・

表2-1 高等学校生物教科書「生殖と発生（動物）」で扱われる観察・実験

	項目	TS					KR						
	教科書の出版年	平成25年					平成25年						
	編	遺伝子のはたらき	生殖と発生			生殖と発生							
1	章	遺伝子の発現調節	動物の発生			発生をつかさどる遺伝子	有性生殖		動物の生殖と発生				
	章のページ数	8*	20+6*			6	32		38				
	節	転写開始の調節	受精	ウニの発生	カエルの発生	前後軸に沿った形づくりのしくみ	遺伝子と染色体		動物の配偶子形成と受精	初期発生の過程		動物の細胞の分化と形態形成	
2	観察・実験	ユスリカの染色体の同定とパフの位置の探し出し	ウニの配偶子と受精の観察	ウニの発生	探究:カエルの発生の観察*	キイロシヨウジョウバエの胚の観察	キイロシヨウジョウバエの二遺伝子雑種	だ腺染色体の観察	ウニの受精の観察	ウニの初期発生の観察	探究:調節卵の分割割球の発生	ニワトリの初期発生とアポトーシス	
3	目的、内容	染色体上のどの部位の遺伝子が発現しているかを観察する。	動物の卵と精子を観察する。受精の課程を観察する。	受精卵の発生を観察することで、卵割や細胞の分化、形態形成を観察する。	カエルの受精卵を使い、発生の段階で陥入、原腸形成、新景観形成を観察する。	クチクラ標本を作製して胚(幼虫)の形態を顕微鏡で観察してみよう。	キイロシヨウジョウバエの二遺伝子雑種を通して遺伝子の連鎖や組換えの遺伝の実例を学んでみよう。	カヤハエの仲間の幼虫のだ腺細胞には、通常の200倍の大きさの染色体がある。この大きなだ腺染色体を観察してみよう。	生きたウニを用いて人工授精を行い、受精の様子を観察しよう。	生きたウニを用いて人工授精を行い、初期発生の過程を観察しよう。	2細胞期のウニの割球を分割すると、それぞれから正常な幼生が誕生するかどうかを調べてみよう。	8日目胚の後肢におけるアポトーシスのようすを観察する。	
	観察実験のページ数	1.0	1.0	1.0	6.0	1.0	2.0	1.0	0.6	0.4	4.0	2.0	
4	扱われる動物と部位	アカムシユスリカ、セスジユスリカの幼虫(アカムシ)	バフンウニ(1~2月が繁殖最盛期)	バフンウニの受精卵	カエルの胚	キイロシヨウジョウバエの胚	キイロシヨウジョウバエ	ユスリカの幼虫	バフンウニ(12~3月)、ムラサキウニ(6~8月)	バフンウニ、ムラサキウニ	ウニ受精卵	ニワトリの受精卵	
5	器具等	酢酸オルセイン溶液、顕微鏡、ピンセット、柄付き針、ろ紙、スライドガラス、カバーガラス、デジタルカメラ	5%KCL水溶液(重量%)、顕微鏡、管ピン、解剖用具一式、ホールスライドガラス	ホールスライドガラス、顕微鏡、スケッチ用紙、デジタルカメラ	ルーペ、実体顕微鏡、Webカメラとコンピュータ、接写機能付デジタルカメラ、ペトリ皿	80%グリセロール/PBS(体積%)、PBST、顕微鏡、先の細い鉛筆、スライドガラス、カバーガラス、パスツールピペット	管瓶10本、寒天粉末1g、乾燥酵母8g、黒砂糖5g、プロピオン酸0.5g、綿栓、ピンセット、ろ紙、紙ラベル	×	×	×	PABA海水、人工海水、寒天粉末1.5g、ペトリ皿、ガラス棒、三角フラスコ、加熱用具、検鏡用具	大型ペトリ皿、0.8%生理食塩水、はさみ、ピンセット、柄付き針、ふ卵来、実体顕微鏡	
6	方法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	結果	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	○	
	考察	×	×	×	×	×	○	×	×	○	○	○	
7	図及び図の説明に記された器官・組織名	だ腺染色体	口器	細胞	胚	胚	前肢	頭部	卵		口	胚	
		パフ	肛門		鰓		性腺	尾部	精子		原腸	心臓	
			生殖孔									肛門	脳
			卵巣									腕	眼
			精巣									骨片	耳胞
			卵									色素細胞	体節
			精子										
8	教科書のページ数	479					472						

注) TS, KR, SK, DGは出版社名。○:記述あり, ×:記述なし。*:章外のページ数。器官・組織数の()は探究扱い。

表2-2 高等学校生物教科書「生殖と発生（動物）」で扱われる観察・実験

項目	SK					DG					
	教科書の出版年					教科書の出版年					
	編					編					
1	章	生殖と発生					有性生殖	動物の発生			
	章のページ数	56					20	44			
	節	初期発生の過程			細胞の分化と形態形成	遺伝子と染色体	配偶子形成と受精	初期発生の過程		器官の形成と細胞の死	
2	観察・実験	ウニの受精の観察	カエルの発生の観察	探究：鳥類の発生の観察	ショウジョウバエの突然変異体の観察	ショウジョウバエの交雑実験	二枚貝の精子の観察	アフリカツメガエルの発生	探究：ウニの発生	ニワトリの肢の観察	
3	目的、内容	ウニの人工授精を行って、受精の様子を観察しよう。	アフリカツメガエルの胚を準備し、発生のようすを観察しよう。	探究：ニワトリやウズラなどの発生のようすを観察してみよう。	ショウジョウバエの突然変異体を観察し、野生型と比較してみよう。	ショウジョウバエの交雑を行い、得られた固体から組み換え価を調べる。	生きた二枚貝の精子を観察する。	アフリカツメガエルの卵を用いて、発生のようすを観察する。	ウニの卵を人工的に授精させ、初期発生における卵割の様子を観察する。また、卵割の進行速度と温度との関係を調べる。	発生中のニワトリの肢の原基と、ふ化した直後のニワトリの肢を観察し、比較する。	
	観察実験のページ数	1.0	1.0	4.0	0.6	1.0	0.5	1.0	3.0	0.4	
4	扱われる動物と部位	バフンウニ(1～4月)、ムラサキウニ(6～7月)	アフリカツメガエルの雌雄	ウズラの有精卵	ショウジョウバエの野生型とアンテナペディア突然変異体	ショウジョウバエ	繁殖期の二枚貝(アサリ春、秋、ハマグリ夏)	アフリカツメガエル	ムラサキウニ(またはバフンウニ、サンショウウニ、アカウニなど)	ニワトリの産卵直後の有精卵(受精した卵)	
5	器具等	検鏡セット、時計皿、ピーカー、駒込ビベット、4%塩化カリウム溶液、海水(人工海水でも可)	実体顕微鏡、産卵用容器、注射器、先端口の大いスポイト、ベトリ皿、生殖腺刺激ホルモン、固定液(1%グルタールアルデヒド)、サンプル管、かみそりの羽、ろ紙	卵立て用容器(ペットボトルのふた)、眼科ばさみ、実体顕微鏡、ピンセット、蒸発皿、ワイピングクロス、ベトリ皿、パスツールビベット、ろ紙、生理食塩水、ティッシュペーパー、恒温器	実体顕微鏡、麻酔用容器、麻酔薬(トリエチルアミン)、白い紙、柄付き針	管びん、麻酔びん、綿栓、双眼実体顕微鏡	検鏡器具、メス	双眼実体顕微鏡、ベトリ皿、ホールスライドガラス、かみそりの刃、ピンセット、ろ紙、中性ホルマリン、ワセリン	検鏡器具、ホールスライドガラス、時計皿、ピーカー、ベトリさら、はさみ、温度計	鳥類用のふ卵器	
6	方法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	結果	×	×	○	×	×	×	○	○	×	
	考察	○	○	○	○	×	×	×	○	×	
7	図及び図の説明に記された器官・組織名	口器	胚	胚	足		精巣	胚	口器		
		卵		心臓			精子	原腸	卵		
		精子		頭部外胚葉				胞胚腔	精子		
				前脳				腸管			
				中脳				神経管			
				後脳							
				眼胞							
			体節								
		脊髄									
器官・組織数	3	1	9	1	0	2	5	3	0		
8	教科書のページ数	424					432				

注) TS, KR, SK, DGは出版社名。○：記述あり、×：記述なし。*：章外のページ数。器官・組織数の()は探究扱い。

実験について調査し、まとめたものである。

中学校理科教科書平成 28 年度版第 3 学年「生殖と発生」では、動物の発生の観察・実験で、1社が発展学習で「バフンウニ」を扱っていたが、他の4社は、「カエル（ヒキガエル：*Bufo japonicus*）」やメダカの発生の図の掲載のみに留まっていた³⁾。

表 3 中学校第 3 学年「生殖と発生」

項目	DN	TS	KR	SK	GT
教科書の出版年	平成28年	平成28年	平成28年	平成28年	平成28年
学習指導要領改訂年	平成20年	平成20年	平成20年	平成20年	平成20年
章	生物の成長とふえ方	生物の成長と生殖	生物の成長とふえ方	生物の殖え方	生物の生殖と細胞
章のページ数	16	19	13	10	12
節	生物の子孫の残し方	有性生殖	生物のふえ方	受精による生殖	生物がふえるとき細胞はどのようにかわっているか
動物の発生	やってみよう：バフンウニの発生を観察してみよう 図：ヒキガエルの発生	図：動物の受精と発生	図：いろいろな動物の発生	図：動物の受精と発生	図：カエルの受精と発生
ページ数	1	1	0.5	1	1
動物	バフンウニ	ヒキガエル	ヒキガエル	ヒメダカ、バフンウニ、ヒキガエル	ヒキガエル
教科書のページ数	333	314	294	304	316

注) DN, TS, KR, KS, GTは出版社名。

4. 生殖と発生（動物）に関する学習経験

表4は、高等学校「生物」授業における観察・実験の学習経験を調査し、まとめたものである。

高等学校における生物の学習経験に関する調査で、「生物基礎」を履修した学生は、403名中390名（96.8%）、「生物」を履修した学生は、138名（34.2%）であり、高等学校「生物」の「受精と発生（動物）」の実験を経験した学生は403名中32名（7.9%）であった。

高等学校で「生物」を選択した学生138名について見た場合、「生殖と発生」の実験を経験した学生は138名中32名（23.2%）であり、そのうち「ウニ」は23件（16.7%）、「カエル」は14件（10.1%）、「アサリ」は2件（1.4%）、「ニワトリ」「ウズラ」は各1件（0.7%）であった（複数回答）。また、「遺伝

子と染色体」の実験では、「ユスリカの幼虫」の唾腺染色体観察が52件（37.7%）であり、「ショウジョウバエ」を使った実験では、「遺伝子交雑」19件（13.8%）、「突然変異体」11件（8.0%）、「クチクラ標本の作製、観察」1件（0.7%）であった。

表 4 高等学校「生物」の授業における観察・実験の学習経験

	「生物」履修者 138 名								
	受精、発生					遺伝子と染色体			
						唾腺染色体	遺伝子交雑	突然変異体	発生をつかさどる遺伝子
動物	ウニ	カエル	アサリ	ニワトリ	ウズラ	ユスリカの幼虫	ショウジョウバエ		
件数	23	14	2	1	1	52	19	11	1
割合(%)	16.7	10.1	1.4	0.7	0.7	37.7	13.8	8.0	0.7

IV. まとめ

高等学校学習指導要領「生物」について調査したところ、昭和 35 年改訂より、「生殖」では、性と生殖、生殖細胞のでき方、受精、世代、交代と核相交代などを、「発生」では、胚の発生、発生のしくみ、成長と変態などを学習していた。

平成 20 年改訂学習指導要領には「観察、実験などを通して探究」するよう記されており、教科書の観察・実験では「ウニの発生」が4社で扱われていた。バフンウニは、主に冬期（12～2月）に成熟期（産卵期）を迎え、ムラサキウニは夏期（6～8月）に成熟期を迎えるので、観察時期に合わせ教材を選ぶ必要がある。その他、「カエルの発生」「ショウジョウバエの交雑」「ユスリカの唾腺染色体」など、各教科書で4～6種類の観察・実験が掲載されていた。

高等学校「生物」履修者に関する「生殖と発生（動物）」の観察・実験の既習率を調査したところ、「ユスリカの幼虫」の唾腺染色体観察は約 38%であったが、「受精、発生」で「ウニ」は17%、「カエル」は10%、「ショウジョウバエ」を使った「遺伝子交雑」は14%、「突然変異体」は8%、その他は1%

以下であり、既習率は低かった。

平成 30 年改訂学習指導要領「生物」では、「生殖と発生」に関する内容は「遺伝情報の発現と発生」になるが、目標 (2) には「観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う」と示されている。高等学校「生物」における観察・実験の充実が望まれる。

【注】

- 1) 高等学校「生物」の教科書は 5 社で出版されているが、平成 25 年度の出版は 4 社のみである。
- 2) 「ユスリカ」は双翅目・糸角亜目・ユスリカ科 (Chironomidae) に属する昆虫の総称 (安松ほか, 1976)。
- 3) 「動物の発生」に関しては、以下の論文がある (岩間ほか, 2009; 岩間, 2012; 岩間・松原, 2010; 2017; 2018)。

【参考文献】

- 安松京三・朝比奈正二郎・石原保 (1976) 原色昆虫大図鑑, 北隆館, 179-181.
- 岩間淳子・松原静郎・福地昭輝・下條隆嗣 (2009) 小学校理科における「動物の発生 (魚)」に関する教材の分析—科学的概念を形成し生命観を養う教科書の開発をめざして—, 科学教育研究, 33 (1), 73-85.
- 岩間淳子・松原静郎 (2010) 小学校理科における生命観育成及び科学的概念形成のための生物教材の分析—「動物の誕生 (人)」を例に一, 科学教育研究, 34 (4), 322-337.
- 岩間淳子 (2012) 理科教育における体験を通じた生命理解と生命観育成のための実践的研究, 博士論文, 兵庫教育大学連合大学院, 73-128.
- 岩間淳子・松原静郎 (2017) 小学校理科における生命及び生命の連続性の理解—第 5 学年「動物の誕生 (魚)」一, 日本理科教育学会第 67 回全国大会論文集, 443.
- 岩間淳子・松原静郎 (2018) 初等理科における生命の連続性の理解と教育法—第 5 学年

「動物の誕生 (魚)」を例に一, 青山学院大学教職研究, 5, 59 - 77.

文部科学省 (2008, 2018) 『高等学校学習指導要領解説, 理科編』.

文部科学省 (2007, 2017) 『中学校学習指導要領解説, 理科編』.

文部省 (1947) 『学習指導要領試案, 理科編』.

文部省 (1951) 『中学校・高等学校学習指導要領試案, 理科編』.

文部省 (1960, 1970, 1978, 1989, 1998) 『高等学校学習指導要領, 第 4 節 理科』.

【教科書】

高等学校生物 (2013), 東京書籍.

高等学校生物 (2013), 啓林館.

高等学校生物 (2013), 数研出版.

高等学校生物 (2013), 第一学習社.

中学校理科第 3 学年 (2016), 大日本図書.

中学校理科第 3 学年 (2016), 東京書籍.

中学校理科第 3 学年 (2016), 啓林館.

中学校理科第 3 学年 (2016), 教育出版.

中学校理科第 3 学年 (2016), 学校図書.