

小学校・中学校の学習指導要領における固体地球分野の 系統性に関する分析

山根 悠介

要旨：本稿は、教員養成課程における固体地球分野の学習において、教師を目指す学生が学習指導要領に示された内容を小学校・中学校を見通して系統的に理解できるよう講義や演習を展開するための基礎的な知見を得るべく、現行の小学校及び中学校の学習指導要領における地層や岩石、化石、地震、火山といった固体地球分野の内容の系統性について分析し明らかにしたものである。小学校においては、流水の侵食・運搬・堆積の作用の理解を基盤とした土地や地層の成り立ちとその構造及びそれらが地震や火山の活動によって変化すること、中学校において火山や地震といった地殻変動の原理に関する学びを経た後の小学校での土地の変化のしくみの振り返りとより詳細な理解、これらの理解に加えて地層の形成環境と形成年代を知る手がかりとなる化石の役割（示相化石及び示準化石）の理解という一連のつながりを柱とした小学校から中学校までの「大地の成り立ちとその変化」の学びの系統性を示した。

キーワード：小学校、中学校、学習指導要領、固体地球分野、系統性

1. はじめに

本稿は、山根（2017）において示された小学校及び中学校の学習指導要領における天文分野における学習内容の系統性に関する分析の結果に続き、岩石、地形、地層、化石、地震、火山といった固体地球に関する分野における系統性を明らかにすることを目的とするものである。山根（2017）は、教員養成課程において学習指導要領で取り扱われている学習内容の系統性に則した講義や演習を展開することは、そこに学ぶ学生が将来教員になった際の小学校から中学校までの見通しをもった指導力の育成にとって重要であることを指摘している。中学校の学習内容は、小学校の内容を発展させてより概念化・抽象化したものである。生徒が小学校から中学校までの学習内容をスムーズかつ体系的に理解するためには、小学校と中学校の教師双方が小学校から中学校までの学習内容の系統性を認識、理解した上で日々の授業を実施することが必要不可欠である。以上のことから本研究は、教員養成課程に学ぶ学生が小学校から中学校までの学習内容について見通しをもって理解することに資する教授のための知見を得るべく、小学校から中学校までの学習指導要領における学習内容の系統性を明らかにすることを目的とする。

本稿では理科の地学における固体地球分野に着目し、現行の小学校学習指導要領（文部科学省、2010）及び中学校学習指導要領（文部科学省、2012）における学習内容の系統性を分析する。この分析を通して、教員養成課程において学生が小学校から中学校までを見

通した系統的な理解を図る上で重要と思われる点に関する考察を述べる。

2. 現行の小学校・中学校学習指導要領における固体地球分野の学習内容

表1は、現行の小学校及び中学校の学習指導要領における固体地球分野に関する項目を取り出し整理したものである。小学校において、固体地球分野に関しては大きく分けて「流水の働き」（第5学年）と「土地のつくりとその変化（第6学年）」の二つの項目について学ぶ。第5学年に学習する「流水の働き」は、さらに3つの項目に分けられている。現行の学習指導要領ではこれらの学習項目に特に名称が付されていない。本稿ではこれら3つの項目それぞれに「侵食・運搬・堆積」「川原の石の大きさと形」「流水による土地の変化」という項目名を付し、以降の記述において使用する。「侵食・運搬・堆積」では、流れる水の働きの重要な作用である侵食・運搬・堆積について学ぶ。侵食・運搬・堆積の作用の理解を基本として、川原の石の大きさの形の形の上流、中流、下流での違い及びそのような違いが生じる理由、さらに大雨による増水などによって流れる水の量や速さが増すことで侵食・運搬・堆積の作用が変化し、それに伴って土地の様子が変化することを学ぶ。また、第6学年に学習する「土地のつくりとその変化」における3つの学習項目についても名称が付されておらず、本稿ではそれぞれに「土地のつくり」「地層のでき方と化石」「土地の変化」という項目名を付して以降の記述で使用する。「土地のつくりとその変化」では、土地は何からできているのか、土地はどのようなつくりになっているのか、そしてそのつくりは流れる水の働きに関係してどのようにできてきたのか、さらに土地の様子は不変でなく、火山や地震の活動によって変化することを学ぶ。

中学校においては、理科第2分野において「大地の成り立ちと変化」という項目の中で、大きく分けて「火山と地震」と「地層の重なりと過去の様子」の二つの内容について学ぶ。また「火山と地震」は「火山活動と火成岩」及び「地震の伝わり方と地球内部の働き」の二つの項目に分けられており、これらの内容の中で固体地球の変動の原理について学ぶ。「地層の重なりと過去の様子」においては、地層とそれに含まれる化石から大地の成り立ちをいかに理解することができるのかを学ぶ。

3. 小学校・中学校学習指導要領における固体地球分野の系統性

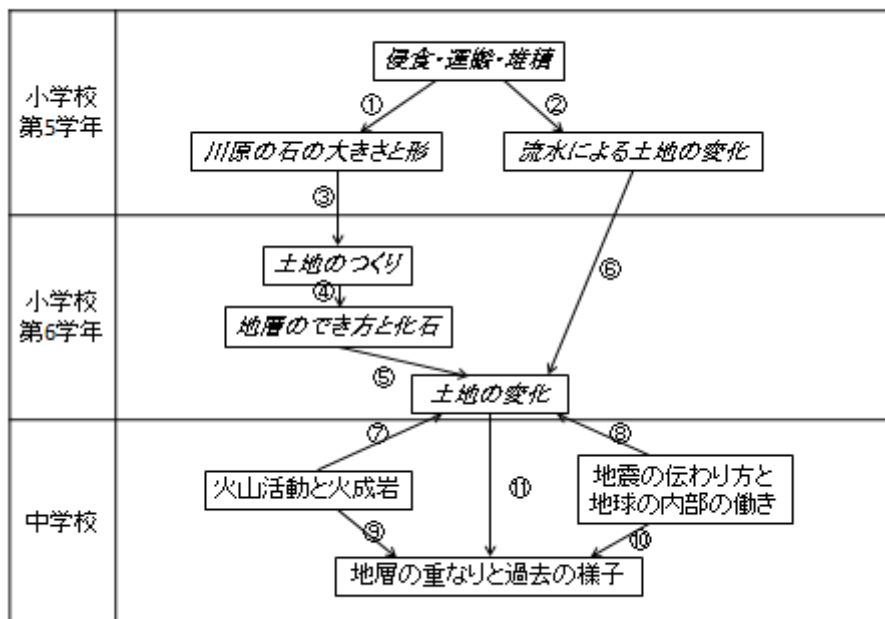
図1は、表1の小学校及び中学校の学習指導要領における固体地球分野に関する項目間の系統性についてまとめたものである。

小学校第5学年の「流水の働き」では、「地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べ、流れる水の働きと土地の変化の関係について考えをもつことができるようにする」ことを学習の内容としている。この学習内容における「侵食・運搬・堆積」の項目では、「流れる水には、土地を侵食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりする働きがあること」とあるように、流水の3つの作用（侵食・運搬・堆積）を学習する。石が水によって流される（運搬）過程で、石が川底や川の側面とこすれたり、石どうしがこすれあったりすることで削られる（侵食）。このことにより、川の石は下流ほど大きさが小さくなり、また丸みを帯びるようになる。これは「川原の石の大きさと形」の項目で学習することである。「川原の石の大きさと形」における学習内容である「川

小学校・中学校の学習指導要領における固体地球分野の系統性に関する分析

校種	学年・分野・科目	大項目	内容	中項目	内容	小項目	内容	内容の取扱い
小学校	第5学年	流水の働き	地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べ、流れる水の働きと土地の変化の関係について考えをもつことができるようにする。	侵食・運搬・堆積	流れる水には、土地を侵食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりする働きがあること。			
				川原の石の大きさや形	川の上流と下流によって、川原の石の大きさや形に違いがあること。			
				流水による土地の変化	雨の降り方によって、流れる水の速さや水の量が変わり、増水により土地の様子が大きく変化する可能性があること。			
	第6学年	土地のつくりとその変化	土地やその中に含まれる物を観察し、土地のつくりや土地のでき方を調べ、土地のつくりと変化についての考えをもつことができるようにする。	土地のつくり	土地は、礫、砂、泥、火山灰及び岩石からできており、層をつくって広がっているものがあること。			岩石として礫岩、砂岩及び泥岩を扱うこと。
				地層のでき方と化石	地層は、流れる水の働きや火山の噴火によってでき、化石が含まれているものがあること。			「化石」については、地層が流れる水の働きによって堆積したことを示す証拠として扱うこと。
				土地の変化	土地は、火山の噴火や地震によって変化する。			
中学校	第2分野	大地の成り立ちと変化	大地の活動の様子や身近な岩石、地層、地形などの観察を通して、地表に見られる様々な事象・現象を大地の変化と関連付けて理解させ、大地の変化についての認識を深める。	火山と地震		火山活動と火成岩	火山の形、活動の様子及びその噴出物を調べ、それらを地下のマグマの性質と関連付けてとらえるとともに、火山岩と深成岩の観察を行い、それらの組織の違いを成因と関連付けてとらえること。	「火山」については、粘性に関連付けながら代表的な火山を扱うこと。「マグマの性質」については、粘性を扱うこと。「火山岩」及び「深成岩」については、代表的な岩石を扱うこと。また、代表的な造岩鉱物も扱うこと。
						地震の伝わり方と地球内部の働き	地震の体験や記録を基に、その揺れの大きさや伝わり方の規則性に気付くとともに、地震の原因を地球内部の働きと関連付けてとらえ、地震に伴う土地の変化の様子を理解すること。	地震の現象面を中心に取扱い、初期微動継続時間と震源までの距離との定性的な関係にも触れること。また、「地球内部の働き」については、日本付近のプレートの動きを扱うこと。
						地層の重なりと過去の様子		地層の重なりと過去の様子

【表 1】 現行の小学校と中学校の学習指導要領における固体地球分野に関する学習内容の一覧。中項目の斜体の名称は、本論文で独自に付したもの。



【図 1】 小学校・中学校の現行学習指導要領の固体地球分野に関する学習内容の系統図。

の上流と下流によって、「川原の石の大きさや形に違いがあること」を理解するために、流水の侵食・運搬・堆積の 3 つの作用をしっかりと理解することが重要である(図 1 の矢印①)。また「流水による土地の変化」では、流水の 3 つの作用が水の流量や流速の増加に伴って変化することで土地の様子が変化すること(「雨の降り方によって、流れる水の速さや水の量が変わり増水により土地の様子が大きく変化する場合があること」)を学習する。ここでも流水の 3 つの作用の理解が重要となる(図 1 の矢印②)。以上のことから、第 5 学年の「流水の働き」においては、流水の「侵食・運搬・堆積」の理解を基本として「川原の石の大きさや形」と「流水による土地の変化」への理解につなげるという系統性の認識が重要である(図 1 の矢印①及び矢印②)。

小学校第 6 学年の「土地の作りとその変化」では、「土地やその中に含まれるものを観察し、土地のつくりや土地のでき方を調べ、土地のつくりと変化についての考えをもつことができるようにする」ことを学習の内容としている。土地を作っている構成物についての理解を深め、それらの構成物からどのようにして土地やその構造が形成されてきたのかを学ぶ。さらに、土地とその構造が火山や地震の活動によって変化することを学ぶ。これらのことを通して土地のつくりとその変化について理解を深める。「土地のつくり」では、「土地は、礫、砂、泥、火山灰及び岩石からできており、層を作って広がっているものがあること」とあるように、土地が礫、砂、泥、火山灰が堆積固化した岩石(礫岩、砂岩、泥岩、凝灰岩)によって作られていて、それらが層を成して地層を作っていることを学ぶ。礫、砂、泥は構成粒子の大きさに分類されており、礫が最も粗く泥が最も細かい、砂は礫と泥の中間の大きさである。このような構成粒子の大きさの違いは流水における侵食の進み具合を反映している。流れる水の中で礫が侵食されると砂に、砂が侵食されると泥に、

といった具合である。このことは、第5学年の「川原の石の大きさと形」で学ぶことである。地層を構成する一つ一つの層を観察すると、礫からなる層（礫層）、泥からなる層（泥層）、という具合に同じ種類の構成粒子が層を成して地層を作っていることがわかる。これは流れる水の中で構成粒子の種類によって運搬のされ方と堆積の仕方が違うことによる。また、地層の中には化石が含まれることがある。生物の遺体は水中で化石となりやすいことから、地層は主には水の中で作られるものであり、上述のことも含めると、流れる水の働きと関係して形成されるものと理解できる。以上のことから、「土地のつくり」と「地層のでき方と化石」の学習内容は、第5学年の「侵食・運搬・堆積」と「川原の石の大きさと形」を基本とし、それらからの系統性を認識して学ぶことが重要である（図1の矢印①、③、④）。さらに「土地の変化」においては、上述のようにしてできてきた土地、地層が不変のものではなく、火山の噴火や地震活動によって変化してきたこと（図1の矢印⑤）、また流れる水の変化によっても変化してきたという系統性を意識した理解が重要である（図1の矢印⑥）。

以上のように、小学校の固体地球分野においては、流水の侵食・運搬・堆積の作用により地層を構成する粒子のでき方及びそれらの粒子がどのようにして層を成して地層を作るのか、また地層が流れる水の中で形成されたことの証としての化石の役割を理解し、さらに地震や火山の活動によって地層が変化するという一連の学びを通して「土地のつくりとその変化」についての系統的な理解を深めることが重要である。

中学校の第2分野の「火山活動と火成岩」及び「地震の伝わり方と地球内部の働き」では、火山及び地震という地球内部の変動原理について学ぶ。火山活動については、火山の噴火に伴ってマグマが噴出し、そのマグマの粘性や温度によって噴火の様式や火山の形が違ふこと、マグマが冷却固結してできる火成岩の種類や組織構造、成因について学ぶ。地震については、地震計の記録から地震の揺れの特徴を理解し、震源までの距離や震源の位置を求めること、また地震に伴う断層の種類や運動について学ぶ。小学校第6学年では、土地が火山や地震の活動によって変化することを学ぶ。中学校において火山と地震のメカニズムについてより詳細に学び、これらによって土地がどのように変化するのかという地殻変動のメカニズムをより詳しく学ぶ。よって、中学校での「火山活動と火成岩」及び「地震の伝わり方と地球内部の働き」における地殻変動の原理のより詳しい学びを基にして、小学校第6学年における「土地の変化」を振り返ることで、大地の変動のメカニズムについての系統的な理解を深めることが重要である（図1の矢印⑦と⑧）。さらに中学校第2分野の「地層の重なりと過去の様子」において地層形成のメカニズムについて学ぶ。また化石が地層形成のメカニズムを理解する手がかりとして重要であること、具体的には化石には地層の形成環境を知る手がかりとなる示相化石、形成年代を知る手がかりとなる示準化石があることを学ぶ。また、地震などの地殻変動に伴う断層や褶曲によって地層が変化することを学ぶ。マグマが冷却固結してできる火成岩の成因についての理解が、これらの岩石を含む地層の形成と変化の理解につながる。このように中学校では、「火山活動と火成岩」と「地震の伝わり方と地球内部の働き」を基本として「地層の重なりと過去の様子」を学ぶという系統性を意識し（図1の矢印⑨と⑩）、このことを通して火山と地震による地殻変動の原理と、地層の形成とその変化の関係について理解を深めたい。小学校第6学

年で学ぶ「地層の成り立ちと化石」及び「土地の変化」からの繋がり（図 1 の矢印⑩）、中学校で新たに詳しく学ぶ火山と地震のメカニズムの理解との繋がり（図 1 の矢印⑨と⑩）を意識して、地層の形成と変化のしくみを理解することを通して土地の成り立ちと変化のメカニズムを系統的に理解することが重要である。

4. おわりに

今回の分析では現行の学習指導要領を対象としている。小学校では平成 32 年度から、中学校では平成 33 年度からそれぞれ新しい学習指導要領の実施が予定されている。本稿と同様な分析を新学習指導要領の学習内容に対しても行い、その結果と現行の学習指導要領における系統性と比較検討することが今後必要である。今回の分析によって得られた知見を教員養成課程での講義や演習の構築と展開にいかにか活かすか、具体的な授業案・教材開発案を検討・実践して提示することも今後の重要な課題である。

参考文献

山根 悠介, 2017, 小学校・中学校の学習指導要領における天文分野の系統性に関する分析, 教育研究実践報告誌, 第 1 巻第 1 号, pp.123-128.

文部科学省, 2010, 小学校学習指導要領, pp.104. (http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2010/11/29/syo.pdf)

文部科学省, 2012, 中学校学習指導要領, pp.108. (http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/__icsFiles/afieldfile/2010/12/16/121504.pdf)