

効果的な地層の学習法の研究

——野外観察をととして——

鳴門教育大学大学院 学校教育研究科 教科・領域教育専攻
自然系コース(理科) 香西 武 研究室
南国市立北陵中学校 教諭 筋野 健治

1 はじめに

『中学校学習指導要領』(2008)においては、単元「大地の成り立ちと変化」にて、地層の野外観察などの重要性が記されている。先行研究によれば、一般に、地層の学習においては、野外観察の導入による学習上の諸効果も強調されてきた。

この動向にもかかわらず、教育現場における地層の野外観察の実施状況は、低い傾向に留まっている。その理由としては、学校周辺において適切な露頭に恵まれていない事情、時間数および引率時における安全確保の困難、教師の多忙、学習者の所在把握に関する困難、学校内における協力指導体制を確保したい事情、指導の困難などが、すでに明らかにされている。

この傾向は、高知県下においても同様である。すなわち、地質の学習を行う上にて好都合な場所に恵まれているにもかかわらず、これらの教育素材を有効に活用した報告はほとんどない。

野外観察をととした地層の学習法に関する研究に私が取り組むようになった経緯には、上述の背景がある。今回、私は南国市立北陵中学校(以下、「北陵中学校」と記す)の生徒を対象に研究する機会に恵まれた。

2 研究の目的

『平成24年度全国学力・学習状況調査』(中学校第3学年理科、地学的領域、2012年4月実施)においては、地層の観察結果より過去の環境を推定する問題が出題された。その結果分析の際には、地層の広がり方やつながり方に関する認識上の課題が国立教育政策研究所(2012)により示された。

この課題に対して、同研究所は次のような指導改善の方向性を示した——地層の成り立ちや空間的な広がりを捉えるためには、野外観察などを行い、過去の大地の変動を考察したり、地層の重なり方や広がり方の規則性を見いだしたりする活動が有効である。例えば、地域に見られる特徴的な地層などを使って、地層が堆積した当時の環境を推測したり、その地層の観察結果を比較してつながりを考察したりすることなどが考えられる。

当該単元に関しては、同様の課題が高知県教育委員会事務局によっても示され、その課題は『平成25年度高知県学力定着状況調査』(第2学年理科、2014年1月実施)の結果分析に由来する。

こうした状況を踏まえて、本研究においては、生徒が地層の重なり方の規則性を自発的に見いだせる活動として、とりわけ柱状図の野外における作成の可能性に着目し、北陵中学校区環境における露頭教材の開発を目的とした。

柱状図とは地層の層序・層厚・岩相・含有化石などを長柱状に示した概念図である。すなわち、かりに地層に傾斜が見られるとしても、そこに堆積した地層の重なり順序や厚さなどを明確に表示する意義が柱状図にはある。さらに、柱状図を活用すると、地層の重なり方や広がり方の規則性の把握が容易となる。この利点に関しては、現行使用5社(学校図書、教育出版、啓林館、大日本図書、東京書籍)の教科書中においてもすべて

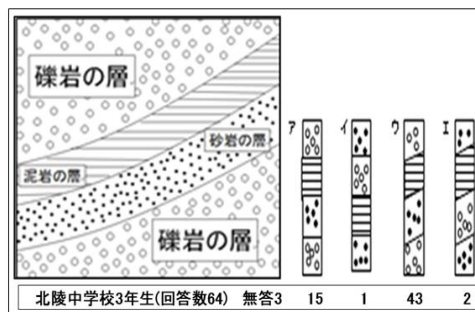


図1 柱状図を問う調査(中学生用)

図示されている。この背景より、地層のつながりなどを考察する学力調査においても、柱状図を用いる内容が頻出してきた。

しかしながら、北陵中学校の生徒を対象とする柱状図を問う調査(図1)によれば、地層が傾斜を有するならば、たとえ地層の単元を履修済みの3年生でありながらも、生徒の多数は、地層の層理面が斜めのままに表示されている図を選択した。

この傾向は大学生にても見られ、すなわち、鳴門教育大学学校教育学部理科教育コースの学部生を対象に図1に類似する調査(図2)を実施した結果、誤答率が8/14に及んだ。これらの結果は、調査対象者の柱状図に対する意識がまだまだ漠然としており、教科書中にて記されている柱状図活用の長所を実感するまでには至っていない状況を示している。

そこで本研究においては、作業上の仮説として、野外において柱状図を生徒が作成すれば、柱状図本来のもつ長所を実感でき、さらに地層の重なり方の規則性も容易に見いだせる、を設定した。

かりに、生徒が観察対象である地層を、概念図としての柱状図へと円滑な移行が可能ならば、その結果としては、柱状図本来の長所を体感できるし、このほかにも地層の重なり方の規則性までも柱状図活用をとおして見いだせると思われる。そのうえ、柱状図にもとづき、地層空間の広がりをも表象できる生徒の育成につながると思われる。

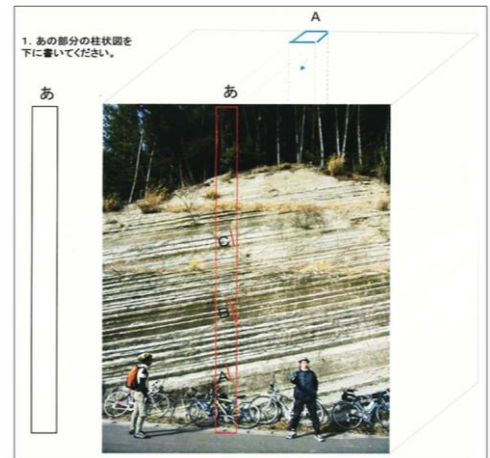


図2 柱状図を問う調査(大学生用)

3 研究の内容

本研究は主に以下の方法にて進めた。

- ① 北陵中学校区環境における地質に関する先行研究の調査
- ② 同環境における露頭の探索およびその教材化
- ③ 授業の設計およびその実施、受講者への質問紙調査の実施
- ④ 効果の検証

(1) 北陵中学校区環境における地質の概要

四国の地質は、ほぼ東西方向に延びる中央構造線によって、その北側の西南日本内帯と南側の西南日本外帯に分けられる。さらにこの内帯には、領家帯、外帯には北から順に、三波川帯、秩父累帯および四万十帯の各地質帯が分布している。

上述した4種の地質帯のうち、高知県には三波川帯・秩父累帯・四万十帯の三帯が北から順に分布している。このうちの秩父累帯には、物部川層群と呼ばれる下部白亜系も点在するのであるが、そこには北陵中学校区環境が属する。この下部白亜系物部川層群は、浅海成および汽水成・陸成の碎屑岩を主体とし、その一部に炭酸塩岩(礁成石灰岩)を含む。その層序は、下位より領石、物部、柚木、日比原の各層であり、このうちの領石層と物部層が、北陵中学校周辺には分布している(図3、4)。

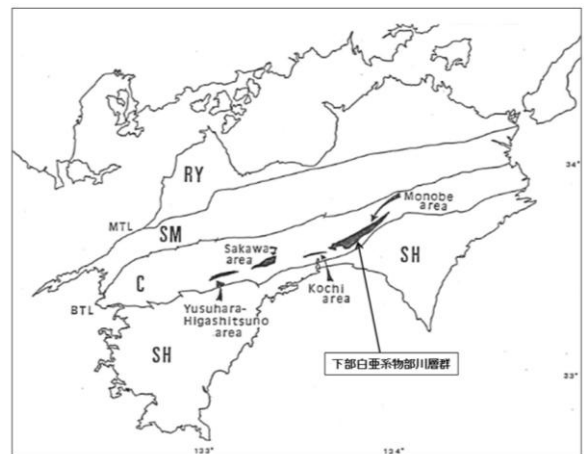


図3 四国の地質概要図および高知県における下部白亜系の分布図
RY:領家帯 SM:三波川帯 C:秩父累帯 SH:四万十帯
MTL:中央構造線, BTL:仏像構造線

これら2つの地層の年代および堆積環境については、領石層は*Hayamina naumanni*、*Costocyrena otsukai*などの汽水生二枚貝類で特徴づけられるのでその年代はUpper Hauterivianであろうと考えら

れている。本層からは海生貝の化石類は産出せず、その堆積場所は、河川の影響が強いdelta plainまたはtidal deltaであったと考えられる。一方、物部層は*Nanonavis yokoyamai*、*Plicatula kiiensis*などの海生二枚貝類のほか多数のアンモナイトを産出するので、その年代はUpper HauterivianからLower Barremianを示す。このように本層が海生化石類を産し、かつ上方細粒化の堆積相を示すことから、その堆積域がretrogradationによりprodeltaの環境に変化したことを示す。

(2) 露頭の探索およびその教材化

上述の地質概要を踏まえて、北陵中学校区環境における露頭を探索した。その際の探索基準としては6点あり、これは『中学校学習指導要領解説・理科編』（2009）において地層に関する野外観察の具体例として挙げられている。

- ① 地域全体の地形の様子を概観する
- ② 露頭を概観し、地層の重なり方を調べる
- ③ 地層の広がり方の規則性や、断層や褶曲がないかを調べる
- ④ 地層の重なり方の規則性を見いだす
- ⑤ 地層を構成している岩石を調べる
- ⑥ 地層に含まれる化石や岩石を採集し調べる

その結果、見いだした本研究にて授業教材に供した露頭について以下に詳述する。

観察地は、北陵中学校から西に1000m付近に位置し、交通手段として自転車を利用すると10分程度にて到着できる（図5）。

一般に地層観察の際に適した観察地の選定条件としては、先行研究が指摘しているように、「トイレの設備がある」「落石や生徒の転落など危険性がない安全な場所である」「露頭の露出条件が良好である」などがある。今回の観察地はこれらに適合しているが、それに加えて、付近の自動車交通量は少なく、交通安全の面でも学習地として適している。

観察する地層は、ほぼ南北方向の走行を有し、東に約60度傾斜している。各地層は、下位から順に砂岩層、砂質泥岩層、泥岩層、礫岩層、砂岩層、泥岩層により構成されているので、地層の重なり方の規則性が確認できる。そのほかに最上部の泥岩層においては、植物化石が観察される（図6、7）。

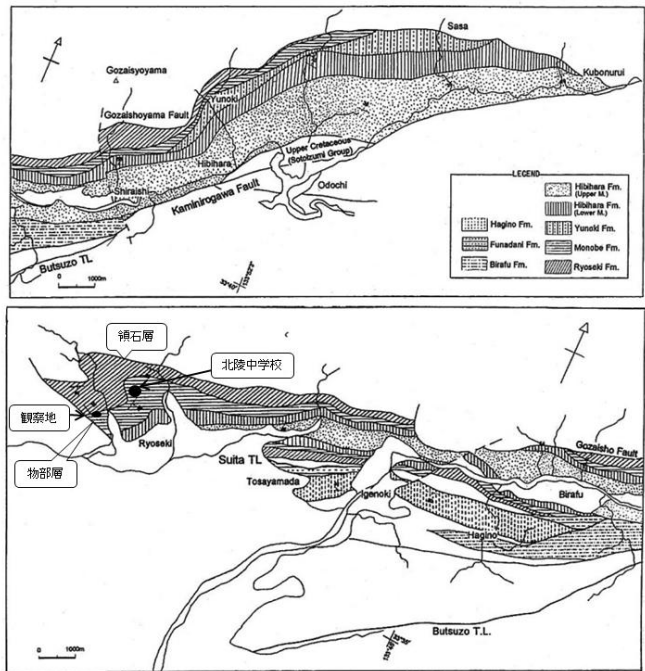


図4 領石-物部地域における下部白亜系の地質図

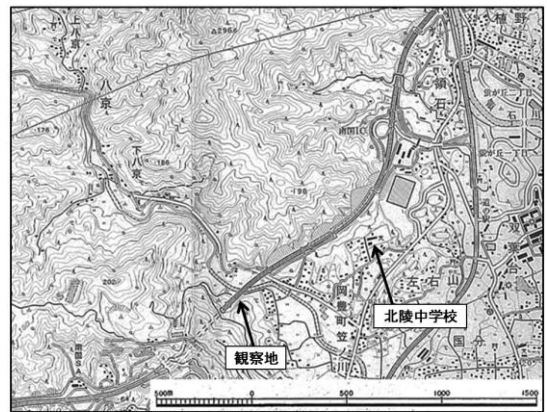


図5 北陵中学校および観察地の位置(1/25,000)



図6 観察地の露頭



図7 泥岩層に見られる植物化石

(3) 授業の設計およびその実施

ア 単元構成上の位置づけ

本研究における当該単元の消化には6時間を要するのであるが、地層の野外観察は、単元構成上、冒頭の部位に配置した。その理由としては、生徒が自然現象に対して、みずから種々の発見をし、また多くの疑問を抱きながら、現象の中に規則性を見だし、疑問を解決しようとする態度が期待されるからである。

イ 教具の作成

地層の野外観察における小・中学生側の課題として、観察対象が地学上の事象以外の範囲（崖面に生育する草木など）にまで拡大し、観察や記録が不十分になる傾向が先行研究により指摘されている。そこで、観察対象の地層における柱状図を作成の際には、明確な視点の設定が必要となるので、その方策として「地層中への柱状範囲の提示」を採用した。その結果、教具として長方形の木枠（6m×0.5m、以下「木枠教具」と記す）を作成した。

ウ 授業の実施

作成した教材および教具の有効性を検証する目的にて、授業を実施した。その対象は、北陵中学校に在籍する1年生（3学級、参加生徒83名）である。授業時期は、当該中学校の教育計画を参考とし、2014年2月24日と決定した。1日以内にて3学級分の授業が完了するように、全校体制による時間割の変更を行い、1・2校時にはC組、3・4校時にはB組、5・6校時にはA組の授業を実施した。各学級の授業時間は2校時分（50分×2）ではあるものの、生徒が学校と観察地とを自転車で行く時間も含まれており、野外における実質的な授業時間は80分程度であった。

授業においては、まず堆積岩が構成粒子の粒度から、礫岩、砂岩、泥岩に分類されることを確認させた。その後、地層の性質（岩相、粒径、堆積構造、層理面の状況、地層の厚さなど）を観察させ、さらに地層の重なり方や広がり方に規則性がある状況を認知させた。この学習過程において柱状図の作成を試みた。ここで、露頭の規模により、それぞれの地層を同時に観察できる生徒の人数は5名以内であった。そのため、1グループは4ないし5名より構成され、各学級に6グループが設定された。観察の進行上におけるグループの割り当てについては、図6にて示した下位から順に続く砂岩層、砂質泥岩層、泥岩層、礫岩層の各地層を4グループが観察し、その間に残りの2グループの生徒が、図6にて示した最上部の泥岩層にて化石の採集に携わった〔下記(イ)、(ウ)〕。

学習内容の要約を以下に示す。

(ア) 授業の課題を理解する

露頭の場所を地形図上にて確認し、その地層を目視により観察し、地層全体に関する様相の中で気がつく特徴を記録する。

(イ) 地層を構成している岩石を同定する

堆積岩を構成粒子の粒度により分類したのちに、図6にて示した下位から順に続く砂岩、砂質泥岩、泥岩、礫岩の各層を構成している岩石を、ハンマーを用いてそれぞれ観察し、その特徴を記録する。

(ウ) 泥岩層にて化石を採集する

化石となったシダ植物は、日当たりが悪く、かつ湿潤した陸域に由来すると推測し、当該



図8 授業の様子

観察地における地層の中生代から現在に至るまでの長大な時間経過を実感する。

(エ) 観察結果にもとづいて柱状図を作成する

柱状図を作成の際には、生徒1人につき柱状図筆記用の短冊状の厚紙(10cm×2.5cm)を1枚配布した。これとは別に、木杵教具を用いて地層中に柱状を示す手立てにより、生徒が木杵中に柱状の存在を表象し、簡便に柱状図を作成できるという効果を意図した。

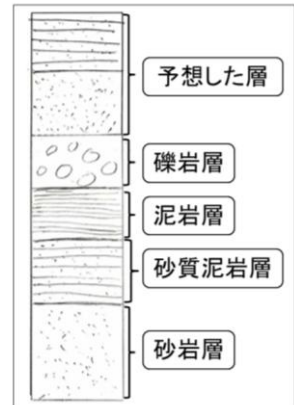


図9 生徒が作成した柱状図

(オ) 地層の重なり方の規則性を確認する

(エ)にて作成した柱状図中の最上層の上方に続く層を構成する堆積岩を予想し、これを柱状図の上方に書き加える。そののちに最上層の上方に続く層を確認する。

(カ) 学習内容を要約する

教師は、地層の成因や堆積環境、形成年代などを、化石として採集したシダ植物の生息環境と関連づけながら説明した。その結果、生徒が認識した地層の変遷としては、観察地の地層が、中生代には当初、水平に堆積していたにもかかわらず、その後、隆起や沈降などの大規模な大地の変動の影響を受けながら、長い時間を経て観察地のように傾斜を有する地層に変化してきた、である。

(4) 結果および考察

ア 生徒の情意面に関する分析

地層の野外観察授業実施後に参加生徒を対象とした質問紙調査を実施した(表1、図10)。

調査結果は、地層の野外観察授業に関する質問(1)および(2)の項目にて肯定の意見が90%を超えた。このほか、地層学習への興味・関心度に関する質問(8)についても肯定する意見が約82%に達し、授業前(約61%)と比較すると顕著な差が生じた。それは、ふだん体験できない野外における授業により、生徒の興味・関心が大いに喚起され、生徒がこの野外観察を好意的に受けとめた結果であると推測される。一方、質問(4)に関しては、肯定の意見が約60%に留まったが、この主な原因は、生徒の思考を地層形成の経過にまで教師が誘導するには時間が不足した事情が推測される。

授業においては、生徒が意欲的に取り組む姿勢が認められた。たとえば、生徒はみずからの興味・関心・疑問に対して、それを解決するために、地層をハンマーでたたき、割れる音、かたさ、手応えなどの情報を得ていた。そのうえ堆積岩の同定に際しては、活発な議論を行うなど、学習意欲の顕著な向上が見られた。

生徒の自由記述による感想に関して言えば、今回の野外観察実施を肯定する意見が、ほぼ全員の生徒より得られ

表1 授業後における質問紙調査の結果

【質問項目】	()内は肯定として回答した割合(%)
(1) 野外で地層を観察したことはおもしろかったですか	(92%)
(2) 野外で地層を観察したことは楽しかったですか	(92%)
(3) 学校近くに地層があることを知っていましたか	(20%)
(4) 学校近くの土地がどのようにできてきたのか、興味・関心がありますか	(60%)
(5) 地層の野外観察では、グループで活発に意見交換や助け合いができましたか	(78%)
(6) 地層の野外観察では、グループで活動を行った方がよいですか	(84%)
(7) 地層の野外観察では、自分の考えや意見で、グループ活動に貢献できましたか	(59%)
(8) 地層の学習に興味・関心がありますか	(82%)

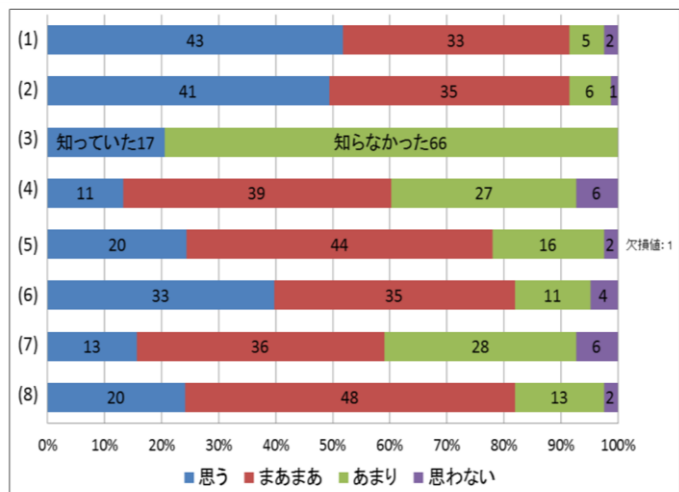


図10 授業後における質問紙調査の結果

た。とりわけ、28名(約34%)の生徒が、学区環境における当該地層の存在を事前に気がついていなかった記述をした。それにもかかわらず、野外観察にて発見した現象に関する驚きと感動が述べられていた。生徒によるこれらの感想を類型化した。その結果、生徒の感想には、表2に示す内容の記述が含まれていた。

イ 生徒の認知面に関する分析

本研究においては、地層の重なり方の規則性などを生徒が自発的に見いだせる活動として野外における柱状図の作成を試みたが、柱状図に関しては、その作成への取り組みやすさを授業後に質問した結果、約86%の生徒が柱状図の作成を「うまく行えた」と回答した。さらに「柱状図はわかりやすかった」と回答した生徒の割合は約96%に達し、「柱状図を活用すると地層のつながりがイメージしやすかった」と回答した生徒の割合は約74%に達した(表3)。このほかにも、生徒による自由記述の感想には「柱状図の作成に達成感を得た記述」および「柱状図活用の長所を実感している記述」が見られた(表4)。

次に地層の野外観察授業から4か月後に実施した柱状図を問う調査(図1)の結果によれば、当該授業に参加した生徒による正答の選択率が約58%であり、未履修である3年生の正答率(約23%)との間には顕著な差が生じた。

一般に柱状図は、その作成が技能的に困難であると広く受け入れられているけれども、その作成の際に、本研究における木枠教具を用いた手立てにより、生徒にとっては、その作成が比較的容易になったと推測される。さらに、野外における柱状図の作成により、生徒は概念化された柱状図の長所を実感し、その結果、生徒は思考過程にて地層の重なり方の規則性や地層のつながりなどを表象するに至ったと推測される。

本研究において教材化した地層は当初は水平に堆積したにもかかわらず、大地の変動などの影響により、傾斜を有する地層へと変化

表2 授業後の生徒による感想(自由記述の要約)

[地層の野外観察を肯定する記述]	
<ul style="list-style-type: none"> ・教室や理科室の実験でわかることもあるけど、野外観察をして、実物を見て学習することも大切であると思いました。 ・やはり地層を実際に見に行き、スケッチできたところがいいと思いました。 ・今までここに地層があって化石も出ていることを知らなかったし、初めて聞いた話もあったので、野外授業ができてよかったです。 	
[自然現象への認識・実感を伴った理解が判明する記述]	
<ul style="list-style-type: none"> ・実際に見ないと分からない色や形、やわらかさなどを実感する事ができたのでよかったです。この授業のように、自分で確かめて理解していける授業は、わからない事があまりなくなるから、いいなと思いました。 ・化石というものがどのような姿をしているか分からなかったけど、実際にほりあてた時、こんな姿をしているんだなと思いました。 	
[科学に対する意識(興味・関心・意欲・態度など)の変容が判明する記述]	
<ul style="list-style-type: none"> ・授業前は地層に興味はなかったけど、この授業で興味がでてきたので、地層を見たら、さわったりしたいなと思いました。 ・あまり地層についてよく知らなかったけど、この学習で化石や地層についてよく分かりました。なので、すごく楽しかったし、今度は自分でも地層や化石を探してみたいです。 ・実際に地層を見に行き、どうやってその地層はできたのか興味をもつことができた。 	
[地層に対する表象の変容が判明する記述]	
<ul style="list-style-type: none"> ・地層はいつもたてなのではなくて横にあったり、ななめにあったりと、いろいろな発見をしました。 ・私は地層とは泥岩なら泥岩の層が横1列にずっとならんでいるものと思っていたけど今日見た地層は、ななめに砂岩、泥岩、れき岩が並んでいました。 	

表3 「柱状図作成への取り組みやすさ」「地層のつながりの理解のしやすさ」に関する調査結果

質問	回答	回答数	計
(1) 柱状図の作成はうまく行えましたか	1 はい	71	83
	2 いいえ	12	
(2) 柱状図を使うと地層のつながりがイメージしやすかったですか	1 柱状図はわかりやすく、地層のつながりがイメージしやすかった	61	83
	2 柱状図はわかりやすかったが、地層のつながりはイメージしにくかった	19	
	3 柱状図はわかりにくく、地層のつながりもイメージしにくかった	3	

表4 授業後の生徒による感想(自由記述の要約)
[柱状図に関する記述]

<ul style="list-style-type: none"> ・柱状図のスケッチはスラスラとかけたし、柱状図から地層の広がりが分かったのでよかったです。 ・柱状図作りは、きれいにかけました。 ・柱状図は、うまく書くことができました。 ・調べた4つの地層の堆積岩を柱状図に表してみると、調べたところ以外の地層まで分かったので、柱状図はすごいなと思いました。 ・柱状図は、今までにかいたことがなかったけれど、きれいにかけたよかったです。 ・地層は順番にならんでいることがあるので、柱状図からどこにどのような地層があるかなども予想ができた。 ・調べた地層を柱状図に表すのも、なんとかできたのでよかったです。 ・柱状図を見ると、地層のつながりがとても分かりやすかったです。 ・柱状図の全体を書き終えたときには地層のつながりのイメージができました。 ・柱状図が地層のつながりを考えるのに、こんなに分かりやすかったとは思いませんでした。だから地層を見つけた時には柱状図で分かりやすく示そうと思いました。 ・柱状図は自分でも地層のつながりを予想して作ることができたのでよかったです。 ・柱状図により地層は規則性をもってつづいていることがわかった。 ・きちんと柱状図を書いて、柱状図のいちばん上の次の層も予想ができたので「よしっ」って思いました。 ・地層のつながりを表すのに、柱状図は分かりやすくまとめることができたのでよかったです。 ・柱状図にして書いてみると、いまいち分かりにくかった地層のつながりが、きれいに書けたらすごく分かりやすくなったので、柱状図は便利だなと思いました。
--

したと考えられる。そこで、当該地層における柱状図の作成を生徒に求めると、その作成過程にて、堆積当初から現在に至るまでの長大な時間経過を生徒は表象する可能性も示唆される。

4 まとめ

本研究においては、北陵中学校区環境において、生徒による柱状図の作成が可能であり、かつ地層の重なり方の規則性を生徒が自発的に見いだせる露頭を探索し、これを教材化できた。

授業の設計に際しては、地層観察の視点が生徒にとって明確になるべく、これを補助する木枠教具を作成した。

開発した教材および教具を用いて授業を実施した結果、生徒の学習意欲が喚起され、科学に対する興味・関心も高めるに至った。さらに、木枠教具を用いて地層中への観察視点を明示したので、生徒の観察への着眼点が明確になり、これが野外における柱状図の容易な作成につながった。そのうえ、生徒が柱状図の長所も実感し、地層の重なり方の規則性などを見いだした。

今回の野外観察授業においては、離れた地点の地層観察にもとづく地層の広がりや連続性については実施できていない。今後の課題として、学校区環境にて見られる特徴的な地層を活用して、いかなる授業が可能であり、効果的であるのかを模索しなければならない。

【引用・参考文献】

- 相場博明、小林まり子、2008、地層を野外で教えた場合と室内で教えた場合ではどのように違うか、地学教育、61(5)、141-155.
- 有馬朗人 ほか56名、2011、理科の世界 1年、大日本図書、236-249.
- 岡村定矩、藤嶋 昭 ほか49名、2011、新しい科学 1年、東京書籍、212-229.
- 加藤裕之、2013、実験教材の上手な利用と授業づくり—中学校地学— 中学校地学領域の観察（観測）、実験教材を上手に活用するポイント、理科の教育、62(731)、43-45.
- 香西 武、1900、高知県領石一物部地域に分布する下部白亜系の層序と堆積環境、鳴門教育大学大学院学校教育研究科 教科・領域教育専攻自然系（理科）コース 地学教室修士論文、高知県教育委員会事務局
http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/310301/files/2014021300603/2014021300603_www_pref_kochi_lg_jp_uploaded_attachment_112660.pdf (2015/01/20 現在) .
- 国立教育政策研究所、2012、平成24年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書、19-21、396-421.
- 霜田光一 ほか25名、2011、中学校科学1、学校図書、198-219.
- 細矢治夫、養老孟司、下野 洋、福岡敏行 ほか25名、2011、自然の探究 中学校理科1、教育出版、176-189.
- 文部科学省、2008、中学校学習指導要領、文部科学省、66.
- 文部科学省、2009、中学校学習指導要領解説 理科編、大日本図書、70-72.
- 松川正樹、馬場勝良、林 慶一、田中義洋、1994、地質の野外実習教材の開発の視点、地学教育、47(3)、99-109.
- 三崎 隆、2005、同一学習者の異なる観察に見られる着目傾向—地層観察と岩石観察を事例に—、地学教育、58(6)、189-198.
- 三次徳二、2008、小・中学校理科における地層の野外観察の実態、地質学雑誌、114(4)、149-156.
- 横山 光、2013、プロジェクト研究 E において見えてきた、野外学習における課題、北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要、第25号、28-33.
- 吉川武憲、香西 武、村田 守、藤岡達也、2011、地層の野外観察に関する講義と野外観察を組み合わせた教員研修の実践—香川県高松市の中学校理科教員を対象に—、地学教育、64(4)、93-106.
- 吉川弘之、塚田 捷、山極 隆、森 一夫、大矢禎一 ほか56名、2011、未来へひろがるサイエンス1、啓林館、74-92.