

時間・空間概念を育成する高等学校地学の 学習展開に関する研究

- 胆沢扇状地で見られる出店断層の教材化を中心に - （第1報）

科学産業教育室 茂庭 隆彦

研究の概要

この研究は、胆沢扇状地に見られる活断層である出店断層を教材化し、時間・空間概念を育成する高等学校地学の学習展開の改善に役立てようとするものである。

そのためには、地質調査に基づき出店断層の実態を明らかにし、教材開発を行う必要がある。

研究の結果、2年次研究初年度の成果として次の3点があげられる。時間・空間概念を育成する地学の学習展開に関する文献研究を行い基本構想を立案できた点、地質調査を行い出店断層の本体を発見、活断層としての変位・活動規模を明らかにし野外データと火山灰等の実物など学習素材の収集ができた点、開発教材の基になる資料集を作成できた点である。

キーワード：時間・空間概念 高等学校地学 胆沢扇状地 活断層 出店断層
教材開発

研究目的

近年、環境や自然災害の問題と共に、郷土の自然に親しみ、探究活動をとおして科学的自然観の定着を図る理科教育が求められ、そのような学習の場を身近な地域に見い出すことが急がれている。また、高等学校地学においては、思考の枠組みとなる時間・空間概念の育成が大きな課題とされてきた。

しかし、時間・空間概念を育成する学習を本地域で実施する場合、ある程度のデータは教材化して地域の学校で活用されてはいるが、教材として用いる直接的なデータの研究が不足している。例えば、地質、構造、火山灰の対比や供給源、活断層の変位や活動史などに関する未解決の課題が多い。また、地域を対象とした手ごろな解説書や実験書がほとんどないために、十分な学習効果を上げにくいことが予想される。

このような問題点を解決するためには、地域の自然を総合的に調査し、それを教材として教師が授業を展開する際の系統的な資料にまとめる必要がある。胆沢扇状地は、出店断層の変位基準となる段丘及び火山灰の数が多く、その形成過程を学ぶ絶好の学習の場といえる。さらに、実体験できる教材の収集にも有利な条件を備え、時間を追って空間的に扇状地の形成とその後の断層の活動史を実感する学習の進め方の検討ができると考えられる。

そこでこの研究は、胆沢扇状地で見られる出店断層を対象として地質調査を実施し、そのデータを基に教材開発を行い、教師用説明書及び生徒用実験書としてまとめ、授業実践をとおして地学の学習の改善に役立てようとするものである。

研究の年次計画

この研究は、平成15年度から平成16年度にわたる2年次研究である。

第1年次（平成15年度）

時間・空間概念を育成する地学の先行研究に関する文献研究、学習の進め方についての基本構想の立案、胆沢扇状地で見られる出店断層付近の地質調査及び学習素材の収集、資料集の作成

第2年次（平成16年度）

胆沢扇状地で見られる出店断層の教材化及び授業実践による地学の学習展開と開発教材の有効性についての検討、研究のまとめ

本年度の研究内容与方法

1 目 標

時間・空間概念を育成する地学の先行研究に関する文献研究を行い、学習の進め方についての基本構想を立案する。さらに、胆沢扇状地で見られる出店断層付近の地質調査及び学習素材の収集を行い、資料集を作成する。

2 内 容

- (1) 時間・空間概念を育成する地学の先行研究に関する文献研究
- (2) 胆沢扇状地で見られる出店断層付近の地質調査及び地質図の作製
- (3) 出店断層の断層形態と活動様式の解明
- (4) 資料集作成

3 方 法

(1) 文献法

時間・空間概念を育成する地学の先行研究に関する文献研究を行い、学習の進め方についての構想を立案する。

(2) 地質調査法

胆沢扇状地で見られる出店断層付近の地質調査及び学習素材の収集を行い、資料集を作成する。

研究結果の分析と考察

1 時間・空間概念を育成する高等学校地学の学習展開に関する基本構想

(1) 時間・空間概念を育成する意義

多くの研究者は、地学を学習する目的の1つとして、自然事象の変化という観点から地学特有の時間的・空間的な見方・考え方がありそれらを学ぶことを挙げている。例えば、下野(1986)は、「地学に対する基本的な科学概念を最も簡略にすると、時間、空間、物質、エネルギーの4つにまとめられ、中でも時間、空間については地学と深くかかわる科学概念である。」と述べている。

独立した科目「地学」が世界で初めてつくられたのは1948年の日本の「高等学校学習指導要領(試案)」においてであった(松川・林、1994)。地学教育の流れを遡ると、地学教育の性格と時間・空間概念の必要性が明確になる。恩藤(1991)は、地学教育の変遷について触れ、地学教育の目標について示している。昭和30年代、高等学校地学の性格が論議され、「地学は時間・空間の科学教育を行う科目である」という共通理解に達した。昭和35年に公示された高等学校学習指導要領理科地学の目標である「自然を具体的・総合的・関連的に理解する」は、地学的な事象を地域的・空間的に把握すること、時間的・歴史的に把握することであり、この2つが地学教育の特徴であると解説している。そして、その後は、地学教育では、時間概念・空間概念を養うことが主な目標であるとされてきた。

また、高等学校学習指導要領解説理科編・理数編には、「地学」及び「地学」の性格として次のように示されている。「地球と宇宙に関する事物・現象は、空間的な広がり、時間的な長さ、エネルギーの大きさにおいて、極めて広い幅の中で起こっている。-(中略)-したがって、地球と宇宙に関する事象の探究においては、時間的・空間的スケールを正しく把握しつつ、それらの要因を分析するとともに、総合的に考察することが重視される。」

以上のように、地学教育においては時間・空間概念を理解させることが極めて重要となる。

(2) 時間・空間概念の育成に関する先行研究の分析

地学の時間・空間概念に関する研究や実践例は多い。しかし、ほとんどが限られた単元や一部の事物を対象にした研究事例である。時間・空間概念の形成過程や、形成するための方策を示すなど総合的に明らかにした基礎的研究としては、秦ほか(1994)と恩藤(1991)の2つがある。

ア 空間概念と時間概念の形成

秦ほか(1994)は、野外科学を基盤とした地学における空間概念と時間概念の形成について調査し授業の在り方に関して言及している。「子どもと地学的空間」の章では中新統の海岸露頭の観察能力と空間概念の学年別変化について調査した。その結果、地質領域における空間は単なる幾何学的空間だけでなく歴史的空間であり、地史的時間概念と合わせて指導していく必要性を強調している。「子どもと地学的時間」の研究の章では学習者がどのようにして時間概念を形成しているのかを検討した。その結果、地学領域で培われているはずの時間スケールは学習者の中に形成されていないことが明ら

かになった。その原因の1つは時間スケールを形成する有効なカリキュラムが準備されていないことにあると指摘している。地学的時間を取り扱う場合の留意点は次の2つの意味をもつ時間が地学的事象の中に含まれていることであり、各々の時間スケールを形成する有効な方法を提案している。具体的な空間において1つの地学事象がどのような時間スケールで生起しているかを捉えさせる。その際、野外観察活動をとおして得られる観察事実を手がかりとして、過去の空間における生成環境やその後の変形・変質作用等を想定しながら、時間軸を想定させていくことが重要である。問題とする地学事象が地球史上のどの時点で生起したのかを捉えさせる。地域の露頭観察から得られる観察事実（示準化石等の年代決定の資料）を基に と組み合わせることによって地学的時間スケールの形成を図っていくことが可能になる。具体的な指導法としては時間を長さ、重量、面積、お金等に置き換えて指導する方法も含め、実践的にその有効性を検証し、指導法の確立を図る必要があるとしている。

秦ほか（1994）の指摘は、時間概念の形成の前提には空間概念の形成が必要であることを示唆している。下野（1986）は、アメリカ合衆国の教科書『パタン地学』に見られる時間・空間の概念を紹介し、「変化」を捉える重要性を指摘している。栗田（1982）は、地学的事象の観察、概念の形成、枠組みの関係について科学の基本概念である空間概念は、事象の形や位置あるいは運動の方向を認識したりする心的枠組みであり、外界の事象を認識する場合には、常にこの枠組みの中で把握しているとされる。恩藤（1991）は、事物・現象の観察による空間パタンの把握を通して枠組みが形成され、そのことで地学的空間の認知が動的になり時間の変化と関連づけて空間変化を捉えることができると述べている。つまり、時間概念は空間概念の変化として捉えることができ、空間概念を育成する方策を明らかにすることは、時間概念を育成する方策を示すことに他ならない。

イ 空間概念を育成する方策

地学教育における空間概念を育成するための方策は恩藤（1991）が明らかにしている。恩藤は学習指導要領を分析し、地学教育の2大課題の1つと言われる広大な空間の把握は、学習内容として「地層」に、学習方法は「野外観察」に集約された形になっている。しかし、地学の野外調査に関する論文は少なく、そのほとんどが野外観察適地の紹介や指導の実践報告であった。松川ほか（1994）の研究はそれを裏付け、「地質の野外実習教材の開発の進め方」の方法論と地質の野外教材の開発に関する指針を示した。野外実習教材開発の進め方を、順序として6段階に区分し、1961年から1988年までに公表された58例を分析している。その結果、ただ児童・生徒を野外に連れ出し地質現象を見せるだけの活動が多く、改善が図られる必要性があることが明らかになった。

野外観察学習に関する教育研究の未熟さに発奮して研究を始めた恩藤は、地学の野外観察における空間概念の形成について、20年間の研究を基に空間概念の本質と概念形成の過程を明らかにした。地学的事象の中には、空間把握を志向させる事物・現象が存在している。つまり、自然には教育的機能が備わっているので、地学教育における空間概念の形成は、学習者を野外で地学的空間の中に置き、野外観察という体験をとおしてその空間像のイメージを形成することである。このイメージの形成は、空間に対する直接経験を組織化する心的操作であり、空間に関する心的枠組みの形成にあると言える。そして、空間の把握は、事物・現象間の相互の関係把握を地図化によって遂行することであり、同時にその空間の持っている構造の特性をつかむことである。真の空間把握は体験空間の抽象化であり、操作的には野外で観察した空間の地図化であるとし、空間イメージの形成には地図化を課すことが必須の課題であると指摘している。

恩藤は空間概念を育成する方策について次の9点を示している。観察地域に関する地学的空間の枠組み・概念を事前には与えない。観察対象は予め選定しておく。高等学校の生徒に対しては、事象相互の関係把握、事象を生起した環境の全体像の想像に発展できる事象を選定する必要がある。現地でも、観察前には観察地域の空間的枠組み、観察対象の解説は避け、観察範囲の指定と観察対象に対する簡単な観察の視点を与える程度にとどめる。観察の視点の指示は野外観察学習の成否の鍵を握っている。観察中の質問への応答は、事物・現象の名称にとどめる。野外観察では事物・現象のパターン把握に重点化するように指示する。観察結果の整理では、空間把握に関する内容は地図化させる。現地での観察課題は細かく示さない。共通課題も発見的意欲を起こさせるものがよい。

ウ 実感させる学習展開の有効性

また、恩藤は地学的空間は情緒的、情動的空間であり、単なる体験の場ではなく、論理的思考を生む教育的機能を有していると指摘している。このことは、茂庭・照井（1999）の地殻変動を実感させる方策の学習展開が有効なことを示している。すなわち、情緒的な実感をスタートにし、地学的自然を五感を使って観察させる体験的な実感を通し、思考的な実感が確立していく学習展開である。

(3) 地質調査と教材開発

ア 胆沢扇状地研究史

胆沢扇状地は胆沢町市野々付近を扇頂とし胆沢川と衣川間に分布する我が国最大規模の扇状地である。段丘地形がよく発達していることから、地形的研究が数多く行われてきた（例えば、村田、1939；斉藤、1978；大上・吉田、1984；渡辺、1991）。胆沢扇状地の段丘は最も南に位置する胆沢町と衣川村との境界に当たる高位の（つまり古い）段丘から北にかけて6段ほど階段状に下がる形態で新しい段丘が配列している。最も北に位置する胆沢川付近が最も低位の（新しい）段丘である。段丘は高位より大歩段丘、一首坂段丘、西根段丘、胆沢段丘（更に高位から上野原・横道・堀切・福原段丘に細分される）、水沢段丘（高位と低位に区分される）に区分されている（大上・吉田、1984）。渡辺（1991）は地域ごとに異なる名称が与えられていた段丘面を北上低地帯ほぼ全域にわたり広域テフラを用いて対比し、T、H、M、L面群に大別している。

段丘面は、その後の西方の火山活動に伴う火山灰により覆われている。しかし、火山灰層序に関する研究は極めて少なく、中川ほか（1963）が段丘区分に際して火山灰層序を適用したのが最初である。その後、大上・吉田（1984）により火山灰層序が詳しく調査され、各火山灰層の鍵火山灰の記載をはじめ本地域の火山灰層序が明らかになった。それによると、下位から永栄火山灰、一首坂火山灰、前沢火山灰、黒沢尻火山灰に区分される。これら火山灰層序は段丘区分と密接に関連している。大歩段丘は永栄火山灰層以上の火山灰に覆われ、一首坂段丘は一首坂火山灰層以上の、西根段丘は前沢火山灰層以上の火山灰に覆われる。胆沢段丘の高位の上野原・横道・堀切段丘上には、前沢火山灰層の上部を構成する風化した細粒火山灰が重なり、高位ほど厚層となる。福原段丘上には整合的に黒沢尻火山灰層が重なる。火山灰層序から北方に分布する村崎野段丘は低位の福原段丘にのみ対比される。

また、火山灰等から得られた年代は、大上ほか（1986）により、水沢高位段丘に対比される金ヶ崎段丘堆積物中から得た木片の¹⁴C年代として $19,560 \pm 540$ y.B.P.、黒曜石を測定対象としたフィッシュオントラック年代として前沢火山灰層の日向第1軽石（H_N1P）が $122,900 \pm 15,100$ y.B.P.、永栄火山灰層の大歩第1軽石（O1P）が $239,000 \pm 24,600$ y.B.P.である。

胆沢扇状地を南北に縦断して、西側が隆起している地形が明瞭に確認されている。古くは出店撓曲

(村田、1939)と呼ばれていたが、明らかに活断層地形を呈していることから最近では出店断層(活断層研究会、1991)、あるいは、出店断層帯(岩手県、2000)と呼ばれる。出店断層帯は、北上低地西縁断層帯の南部に当たり、北部には花巻断層帯がある。野外では地形的には変位は確認できるが、胆沢扇状地内では露頭の数に極端に少ないため、出店断層本体についての露頭の報告は皆無である。断層本体を観察するトレンチ(調査溝)調査を行った岩手県(2000)の報告では、断層活動による地層の変形(段差)が認められたものの、活動時期や明確な変位量は一切明らかになっていない。断層の長さから計算し、予想される地震のマグニチュードは、7.3程度とされている。

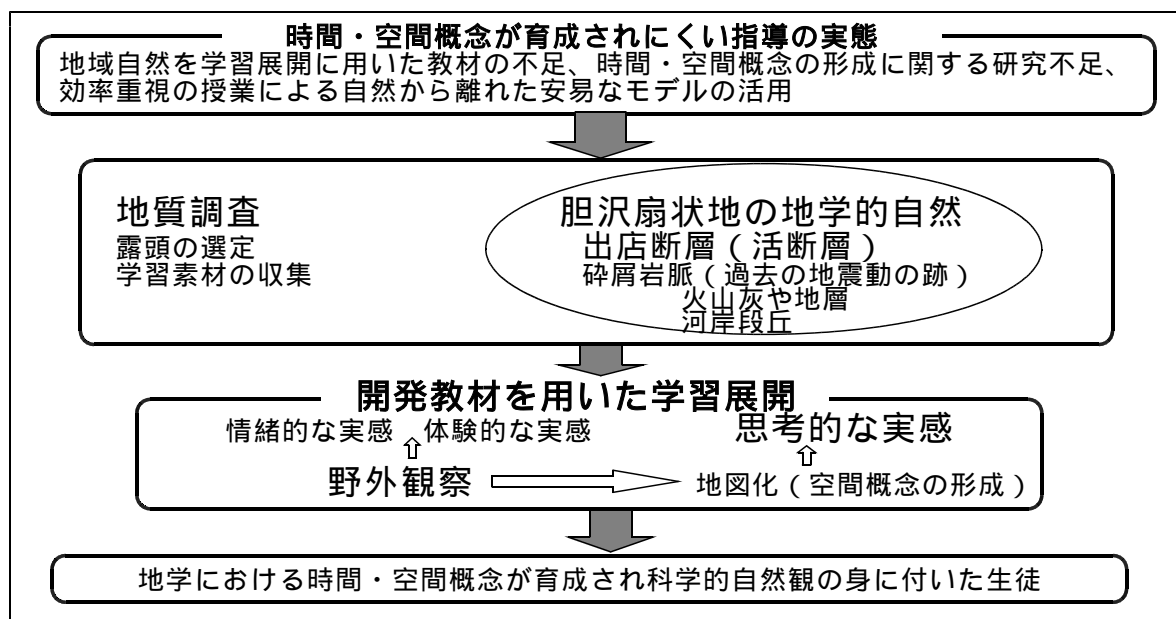
イ 調査と教材開発の必要性

胆沢扇状地は、出店断層の変位基準となる段丘及び火山灰の数が多く、その形成過程を学ぶ絶好の学習の場といえる。さらに、実体験できる教材の収集にも有利な条件を備え、時間を追って空間的に扇状地の形成とその後の断層の活動史を実感する学習の進め方の検討ができると考えられる。しかし、時間・空間概念を育成する学習を本地域で実施する場合、選定する露頭や露頭に見られる地学現象の調査や教材として用いる直接的なデータの研究が不足している。専門的な研究者の間でも活断層としての出店断層の変位や活動史は全く明らかにされておらず、火山灰の対比や供給源、地質構造に関する未解決の課題が多い。また、地域を対象とした手ごろな解説書や実験書がほとんどないために、十分な学習効果を上げにくいことが予想される。このような問題点を解決するためには、胆沢扇状地に見られる出店断層を総合的に調査し、時間・空間概念を育成するための最適な露頭を調査することが必要である。開発した教材は、教師が授業を展開する際の系統的な資料にまとめる必要がある。

(4) 時間・空間概念を育成する学習展開の在り方

今まで述べた予察的調査により次のことが明らかになった。

- 時間・空間概念を育成するには、学習者を野外で地学的空間の中に置き、野外観察という体験をととして、空間像のイメージを形成させるので、事前に地学的空間の枠組みは与えないこと
- 野外観察の対象は予め選定しておき、情緒的・体験的な実感を伴わせること
- 露頭から得られた試料を学習に活用し、体験的・思考的な実感を伴わせること



【図1】時間・空間概念を育成する高等学校地学の学習展開に関する基本構想図

調査によって得られた思考的な実感に結びつくような補充データを学習に活用すること
地図化により時間・空間概念の育成の検証を行うこと

(5) 基本構想図

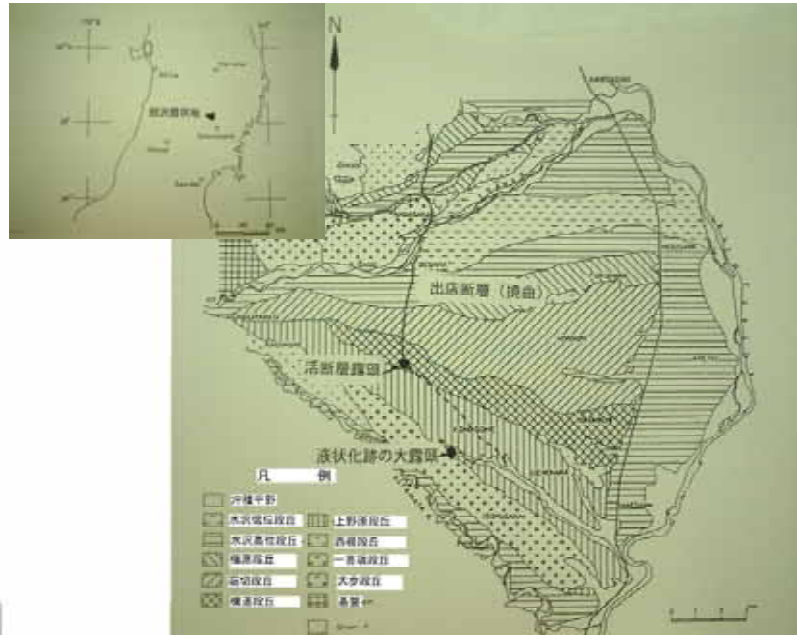
以上を考慮した本研究の基本構想図を前ページ【図1】に示す。

2 胆沢扇状地で見られる出店断層付近の地質調査結果

(1) 出店断層の分布と活断層露頭

今回の調査で出店断層の露頭を確認し、その変位置等が明らかになり、教材化に向け貴重なデータを収集できたので報告する。

調査地域は【図2】に示す。
出店断層は地形から段丘面の
食い違いである撓曲としてそ
の位置が認められる。撓曲と
は地層が緩やかな階段状に押
し曲げられて形成された構造
あるいは現象のことをいう。
地下にある断層が急斜面の断
層崖を形成していても、その
上に地層が水平に厚く堆積し
ている場合は地上では緩斜面
の撓曲崖として現われる。つ
まり、撓曲の真下には活断層



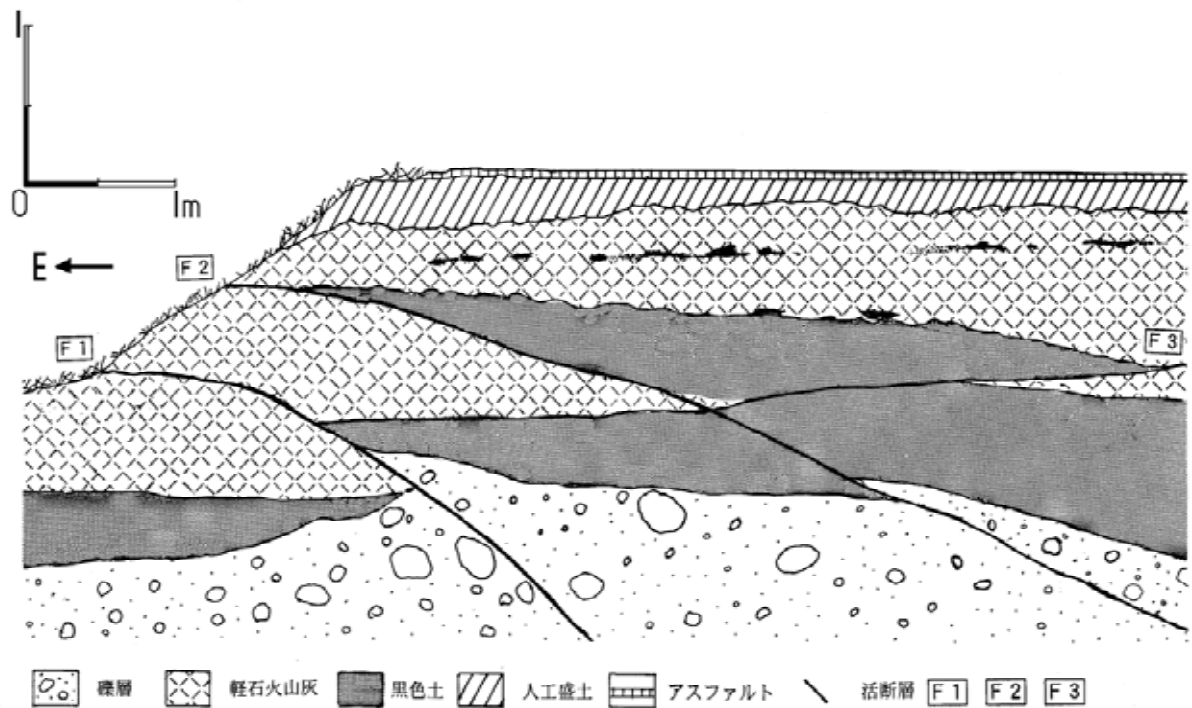
【図2】調査地域と活断層位置図 大上・吉田(1984)の図に加筆

があると考えられる。断層とは地下の岩石が力を受け破壊し、形態として地層や岩体に食い違いを生じさせた不連続面のことをいう。そのうち、第四紀(氷河の消長と人類の進化で特徴づけられている165万年前以降の最も新しい時代)に繰り返し活動し、今後も活動すると思われる断層のことを活断層という。活断層である出店断層の位置は胆沢町出店を中心に南北に胆沢扇状地を縦断している。北上市岩崎新田付近から南の高位段丘面に当たる胆沢町南台付近までは連続しているがその後不明瞭になり、南東へ屈曲し胆沢町駒籠付近まで総延長24 km 続く(岩手県、2000)。なお、この南の延長には胆沢 - 油島撓曲がある。

地形から読み取れる垂直変位置量は、出店付近の2番目に低い水沢高位段丘では1 m、出店から1.5 km南の山の神付近の中位段丘面にあたる胆沢段丘群堀切段丘では7 m、更に1.5 km南の南台の中位段丘面にあたる胆沢段丘群横道段丘では、10 mに及ぶ。

(2) 出店断層の断層形態と活動様式

野外での地形変化を観察し、撓曲と判断される崖を胆沢町出店から南に追跡した。胆沢町出店付近では撓曲を挟んで両側の高低差は1 mほどだったものが、数mに及ぶようになる。撓曲の南端に近い胆沢町南台の町道を横切る配水管工事現場切り通し露頭にて、出店断層の本体が現れた(次ページ【図3】のF1・F2・F3)。断層活動の変位が累積した撓曲崖の直下で見られ、断層は黒色土を切り地面まで達することから最近まで繰り返し活動している活断層である。活断層は3条認められる。F1の断層面の走向・傾斜はN68°W80°Sで条線の走向はS12°Wでプランジが50°の方位に観察され



【図3】活断層の露頭写真とスケッチ

る。条線と黒色土のずれから右横ずれを伴った逆断層である。野外で垂直変位量は45cmと計測できることから、ネットスリップ（実変位量）は60cmと求められる。F2とF3はF2を主要断層とする共役断層である。F2の断層面の走向・傾斜は、 $N28^{\circ}W25^{\circ}S$ で条線は計測できなかった。垂直変位量は65cmである。F2のセンスはF1と同じであることとF3と共役な関係であることから、野外で逆断層と判断した。縦ずれ成分のみの逆断層とするとネットスリップは154cmと計算される。これらの値は野外でF1・F2の合計した実変位量を2mと求めたのと合致する。F3の断層面は走向・傾斜が $N56^{\circ}E22^{\circ}S$ で条線は計測できなかった。

また、断層の切り合い関係からF2・F3はF1より前に活動している。

この露頭には下位から、礫層・黒色土・軽石火山灰が見られる。礫層は主に安山岩・黒色頁岩・凝灰岩からなる亜円礫の粗中礫や大礫から構成されている。基質は淡黄色シルト質である。黒色土は亜炭や植物片を多数含む腐植層である。層理面の走向・傾斜は $N68^{\circ}W10^{\circ}N$ で水平に近い。上位の軽石

火山灰には数cmから最大15cm大の発泡のよい軽石が多く含まれる。なお、本露頭は復旧工事のため数日間で埋め立てられ、現在は観察することができない。

(3) 出店断層が引き起こした地震規模と活動時期

実変位量から、出店断層が引き起こした地震規模を求める。松田（1975）により変位量から地震規模（マグニチュード）を算出する式が示されている。内陸部については次の式で求められる。

$$\log D = 0.6M - 4.0$$

D ：変位量（m）

M ：マグニチュード

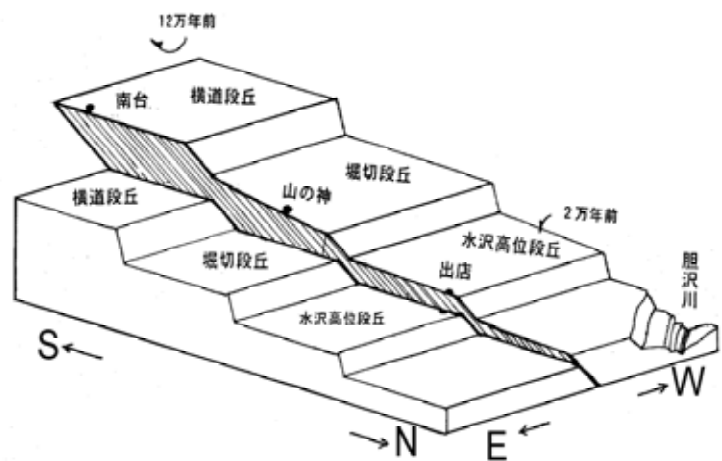
この式に実変位量（0.60m、1.54m）を代入して算出すると、地震を起こした順に

$$M = 7.0、M = 6.3$$

と求められる。正確な活動時期については不明である。黒色土は通常1万年以降の堆積物と考えられている。断層は地面の部分まで伸びているので、かなり新しいと見られる。しかし、過去に胆沢扇状地に近い北上低地帯西縁で起きた地震は、1671年に花巻付近を震源とする震度5の揺れを伴った地震（宇佐見、1997）のみでこの地域の報告は皆無である。したがって、最新の活動は350年前から数千年前の間と推定される。今回2度の活動を確認できたことから、数千年ごとに繰り返し同規模の地震を発生させていたことになり、平均変位速度からB級（松田、1975）の活動度を持った活断層と言える。

(4) 出店断層のモデル

地形から読み取れる垂直変位量は北から南に向かって、出店付近で1m、山の神付近では7m、南台では10mに及ぶことは前述した。このデータから作製した胆沢扇状地を切る出店断層のモデルを【図4】に示す。岐阜県坂下町における木曽川の段丘を切る阿寺断層（左横ずれの活断層）の模型（杉村、1973）は地学教科書・副読本にも引用される頻度が高い。西南日本の横ずれの活断層モデルは示されることが多いが、東北日本の地学的自然を扱った活断層例は極めて少ない。この逆断層のモデルは東北日本を代表する活断層モデルとなりうる。



【図4】出店断層のモデル 水平方向に比べ高さのスケールは何倍かに誇張してあるので注意

低位の新しい段丘は変位量が小さく、高位の古い段丘ほど変位量が大きく見える。河岸段丘が順次できながら断層活動が続いたのである。断層運動は場所による違いはほとんどないといえる。見かけ上、南の部分では古くからのずれが積み重なって大きくずれた結果になっており、北側の新しい部分では最近のずれだけが見えているから断層崖の高さは小さい。つまり、西側が隆起する逆断層として、最近まで繰り返し活動したことが読み取れる。

学習展開において野外観察ができない場合には、露頭写真や火山灰等の試料を用いるなど生徒が情緒的空間としての地学的自然から受けるであろう情感を得られるような授業展開が不可欠である。活断層としての出店断層の活動について探究的に考察させるよう配慮してモデルを活用する必要がある。

(5) 液状化を示す露頭

出店断層が途切れる胆沢町南台から南に3.5km（駒込の撓曲から西に1.8km）地点の、胆沢町大袋の大規模圃場整備事業の露頭にて地震の痕跡と見られる液状化・流動化を示す地層、噴砂跡としての碎屑岩脈を発見した。ただし、断層を観察すると上部の新しい地層を切っていないこと、活断層特有の変位の累積による地形的変形がないことから現在は活動していない断層によって引き起こされた過去の地震跡と結論づけられる。詳細は割愛する。

3 資料集の作成

本調査を基に資料集を作成した。

研究のまとめと今後の課題

1 研究のまとめ

この研究は、胆沢扇状地に見られる活断層である出店断層を教材化し、時間・空間概念を育成する高等学校地学の学習展開の改善に役立てようとするものである。

そのためには、地質調査に基づき出店断層の実態を明らかにし、教材開発を行う必要がある。

研究の結果、2年次研究初年度の成果として次の3点があげられる。

(1) 時間・空間概念を育成する地学の学習展開に関する文献研究を行い基本構想を立案できた点

(2) 胆沢扇状地で見られる出店断層付近の地質調査を実施し次の5つの学習素材の収集ができた点

ア 活断層である出店断層本体の確認と変位・活動時期を決定するための野外データ

イ 出店断層の南で過去の大地震の活動を記録した液状化・流動化による堆積層の変形と碎屑岩脈の発見

ウ 胆沢扇状地の段丘を切る活断層の分布

エ 実験・実習で使用できる火山灰などの実物の教材

オ 段丘礫・火山灰層序と出店断層との関係を示す野外データ

(3) 開発教材の基になる資料集を作成できた点

2 今後の課題

胆沢扇状地で見られる出店断層の教材化、実践校を決定し授業実践を通して時間・空間概念を育成する学習展開の有効性について検討することが挙げられる。

【引用文献・参考文献】

秦 明德，1993；楽しく親しみのある地学教育をどう創り出すか．理科の教育，42，12-15．

秦 明德編，1994；地学的自然の学習構想とその実践．東洋館出版社，66-95．

池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編，2002；第四紀逆断層アトラス．東京大学出版会，72-81．

今泉俊文・後藤秀昭・宮内崇裕・八木浩司・渡辺満久，2002；1:25,000都市圏活断層図「北上」．国土地理院技術資料D・1 - No.396．

岩手県，2000；岩手の活断層，25p．

活断層研究会，1991；[新編]日本の活断層．東京大学出版会，128-129．

- 栗田一良, 1982; 時間/空間概念の活用. 地学教育の新しい展開, 関利一郎編, 東洋館出版社, 43-44
- 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, 99-109.
- 松川正樹・林慶一, 1994; 地学とはどのような科学か?. 地学教育, 47, 3-9.
- 松森靖夫・村田美由紀, 1997; 高校生の地層概念の認識に関する一考察. 地学教育, 50, 107-119.
- 松田時彦, 1975; 活断層から発生する地震規模と周期について. 地震, 第2輯, 28, 269-283.
- 三崎隆・西川純・土田理, 1995; 場独立型と場依存型の生徒の地層観察における視点移動. 地学教育, 48, 57-64.
- 茂庭隆彦・照井一明, 1999; 地殻変動を実感させる高等学校地質教材の開発. 地学リテラシーを得させるための環境学習に関する研究, 代表下野洋, 平成9年度~平成10年度科学研究費補助金(基盤研究B(2))研究成果報告書, 126-131.
- 村田貞蔵, 1939; 胆沢扇状地の形態学的研究. 地理評, 15, 134-147.
- 中川久夫・岩井淳一・大池昭二・小野寺信吾・森由紀子・木下尚・竹内貞子・石田琢二, 1963; 北上川中流沿岸の第四系及び地形 - 北上川流域の第四紀地史(2) -. 地質雑, 69, 219-227.
- 大上和良・吉田充, 1984; 北上川中流域, 胆沢扇状地における火山灰層序. 岩手大学工学部研究報告, 37, 69-81.
- 大上和良・町田瑞男・吉田充, 1986; 岩手県, 胆沢扇状地地域に分布する火山灰のフィッシュン・トラック年代. 第四紀研究, 24, 309-313.
- 恩藤知典, 1991; 地学の野外観察における空間概念の形成. 228p, 東洋館出版社.
- 斉藤享治, 1978; 岩手県胆沢川流域における段丘形成. 地理評, 51, 852-863.
- 寒川旭, 1992; 地震考古学. 中公新書, p251.
- 下川浩一・池原研, 2002; 堆積物に残された古地震. 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 大竹政和・平朝彦・太田陽子編, 東京大学出版会, 95-99.
- 下野洋, 1986; 自然認識における時間・空間概念の意義. 理科の教育, 35, 521-525.
- 下野洋, 1998; いま, 地学教育に求められるもの. 地学教育, 51, 201-212.
- 星加康昭, 2003; 地学的な時間と空間の感覚を育てるための指導の工夫. 岡山県教育センター, 20p.
- 関利一郎, 1993; 地質教材の問題点と改善の方策. 理科の教育, 32, 597-600.
- 杉村新, 1973; 大地の動きをさぐる. 岩波書店, 236.
- 高橋治郎, 1988; 地質教材の基本概念と指導上の留意点. 理科の教育, 37, 162-165.
- 田中吉兵衛, 1986; 中学校「地層や岩石」の指導. 理科の教育, 35, 547-550.
- 遠西昭寿, 1998; 自然認識研究の現状と課題. 理科の教育, 47, 724-727.
- 宇佐見龍夫, 1997; 新編日本被害地震総覧 [増補改訂版]. 東京大学出版会, CD-ROM版.
- 渡辺満久, 1991; 北上低地帯における河成段丘面の編年及び後期更新世における岩屑供給. 第四紀研究, 30, 19-42.
- WATANABE M., 1989; Complementary Distributions of Active Faults and Quaternary Volcanoes, and Tectonic Movements, along the Volcanic Front of Northeast Japan, *Bull. Dep. Geogr. Univ. Tokyo*, 21, 37-74.