

天草に位置する佐伊津層の教材化と授業実践

津留ありさ*・高畠 栞織**・田中 均***

Development and practice of the Saitsu formation in the Amakusa area, Kumamoto Prefecture, SW Japan

Arisa TSURU*・Shiori TAKASHIMA**・Hitoshi TANAKA***

(Received September 30, 2016)

The Saitsu Formation, which is distributed in the Amakusa area of Kumamoto Prefecture and rests unconformably upon the Middle Miocene Sakasegawa Formation, has been considered to range 3.0 ± 0.3 Ma by fission track method. The formation is divided into the lower and upper members based on the Goryou Pyroclastic Flow Deposits. The Saitsu Formation is characterized by conglomerate, sandstone, mudstone, often tuffaceous shale. The upper half of upper member is mainly composed of tuffaceous sand, tuffite with thin interbeds of tuffaceous mudstone. The conglomerate is moderately sorted, comprising subrounded to rounded boulders and cobbles of chert, granitic rocks, schist and volcanic rocks. The chert, schist and granitic rocks which constitute conglomerate are not distributed in the Amakusa area. It is one of the purposes of this research where those stones have been carried out how and when from and to solve. The result of investigation showed that activity of the Futagawa Fault was greatly involving about constitute of the Saitsu Formation containing many conglomerate. Furthermore, it turned out that a chert, schist, and granites have been carried from the Chichibu and Higo Belts located in central Kumamoto, respectively. On the other hand, while the teaching-materials these results of an investigation for the junior high school student, it tied to lesson practice.

Key words : Saitsu Formation, Chichibu and Higo Belts, Futagawa Fault, Amakusa area, Kumamoto Prefecture

1. はじめに

中学校学習指導要領解説理科編において、岩石や地層等の取り扱い、フィールドワークを通して行うことが望ましいとなっているが、都市部の学校では、近くに地層や岩石が露出している露頭が少ないために、多くが露頭写真等で授業を進めることが多い。本研究では、発展教材として、天草諸島の佐伊津層（天草下島本渡の北に分布）の特異な礫岩層を対象とした。天草地域や土宇半島に分布する地質は多種多様であるが、佐伊津層の礫層には、チャート、花崗岩、結晶片岩、酸性凝灰岩など、それらの地域には分布しない岩種の礫が多く含まれている。このような礫岩種が、いつ、どこから、どのようにして運搬され、佐伊津層が形成されたのかを考察した。そして、その形成過程におい

て、布田川断層の活動が大きく関与している可能性が高いことが判った。本研究ではそれを教材化し、生徒に地質学的なものの方・考え方に触れさせるとともに、地層形成の時空変化と関連付けて考察させることを意図して授業実践を行った。

2. 佐伊津層の地質概説

(1) 研究史

佐伊津層は、大塚（1931）により命名され、その後、大塚（1968）により、天草島に分布する鮮新・更新統を佐伊津層として再定義された。林（1960）は、化石珪藻群に海棲種が全く含まれず、淡水棲種が優勢であることから湖水域が存在したと述べている。また、首藤（1958, 1963）は、中・北部九州の堆積盆地の

* 熊本大学大学院教育学研究科 〒 860-8555 熊本市中央区黒髪 2-40-1
** 福岡市立野芥小学校 〒 814-0171 福岡市早良区野芥 7-16-1
*** 熊本大学教育学部理科（地学） 〒 860-8555 熊本市中央区黒髪 2-40-1

半地溝的性格について大分－熊本構造線の影響によるものとした。さらに、大塚（1970）は、佐伊津層から産出した花粉化石や植物遺体化石により長崎県島原地域に分布する口之津層群下部層に対比させるとともに、その堆積時代が前期更新統（約 150 万年前）であるとした。また、首藤（1958, 1963）の研究に基づき、大分－熊本構造線が大矢野島北西まで延びることを推定し、佐伊津層を含む口之津層群がその構造線と関連して形成されたとした。Horie（1986）は、佐伊津町明瀬に分布する佐伊津層上部層中から採取した凝灰岩のフィッション・トラック年代を $3.0 \pm 0.3 \text{ Ma}$ （鮮新世後期）と報告した。

(2) 分布

佐伊津層は天草下島北東部（本渡市北部～五和町）にかけて分布し、苓北町志岐にも一部分布する。地質図を図 1 に示す。

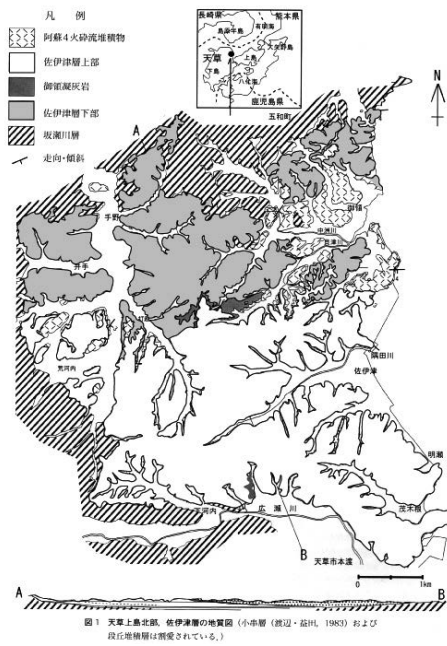


図 1. 天草御領付近の地質図 (渡辺・益田, 1983 より引用・加筆)

(3) 岩相・層序及び地質構造

佐伊津層は、層厚約 200 m の累層である。新生代古第三紀層坂瀬川層を傾斜不整合におおい、中位の層準に厚さ 4～5 m の黒灰色軽石質凝灰岩（御領凝灰岩）を一層はさみ、これにより上部、下部に分けられる。両部層を通じて砂礫層・シルト層及び凝灰岩を主とした地層群によって構成されており、これらの上位を小串層、一部は阿蘇溶結凝灰岩が不整合におおっている。

(下部層)

下部層は主として佐伊津層分布地域の北半分に分布する。基盤岩を不整合におおう凝灰岩質砂層にはじまり、上部をおおう御領凝灰岩までに河川堆積、もしくは湖沼堆積物を示唆する 5 つの堆積輪廻から成っている。下部層ではゾウの足跡化石が見つかっている。(図 2)

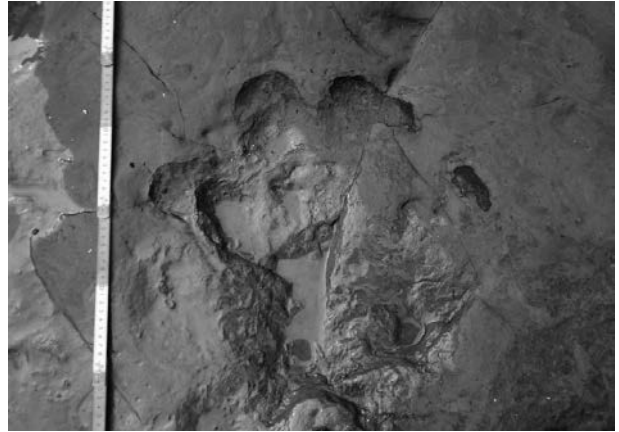


図 2. 佐伊津層下部層で発見されたゾウの足跡化石

(御領凝灰岩)

大塚（1970）により命名され、層厚 7 m の火砕流堆積物で、佐伊津層を上部と下部に分ける。特徴的な黒灰色軽石質凝灰岩で、佐伊津層の鍵層となる。五和町南山浦から打越にかけて分布するほか、志田ノ原や中ノ井出にも点在する。大塚（1970）では、御領凝灰岩は鏡下の観察において含角閃石両輝石安山岩起源のもので、紫蘇輝石が多いことから、口ノ津層群大屋層に対比されている。御領凝灰岩の近接写真を図 3、黒崎海岸における地質断面図を図 4 に示す。



図 3. 佐伊津層上部層と下部層に挟まれる御領凝灰岩 (点線で囲まれた中位の層が御領凝灰岩である。中央左側にスケール。)

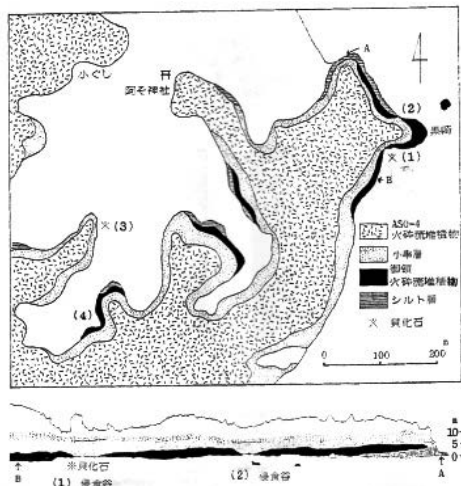


図4. 黒崎海岸における地質断面図
(渡辺・益田, 1983 より引用)

(上部層)

上部層は佐伊津層分布域の南半分に分布する。上部層の上半分には火山砂層、層灰岩層、凝灰岩層などの火山碎屑物が卓越している。堆積構造としては channel-fill structure, クロスラミナ (図5), 立ち木化石 (図6), 礫の覆瓦状構造の発達が見られ、河川の堆積環境が推定される。また、比較的薄い葉理が連続することから、一部は湖沼での堆積物であることが推定され、林 (1960) により、化石珪藻群に海棲種が全く含まれず、淡水棲種が優勢であることから湖水域が存在したことが支持される。

地質構造は、佐伊津町以北ではほぼ東西の方向で南へ 5～15°のゆるやかな傾斜をなし、佐伊津町以南では走向は東西で、北方へ5～10°の緩やかな傾斜をなしている。つまり、佐伊津層はゆるやかな向斜構造をなしている。(大塚, 1970) 柱状図を図7に示す。

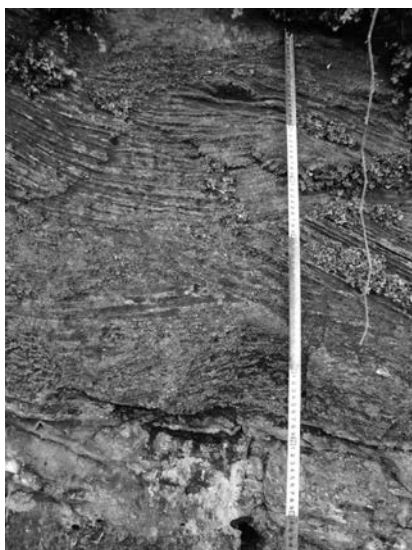


図5. 上部層で見られるクロスラミナ



図6. 佐伊津層上部層で見られる立ち木化石

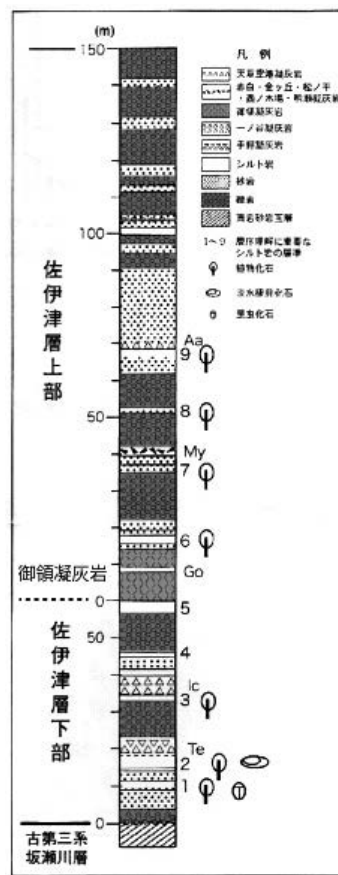


図7. 佐伊津層の柱状模式図
(長谷・池田, 2009 より加筆, 修正)

(4) 対比

大塚 (1970) は、佐伊津層から産出した花粉化石や植物遺体化石により長崎県島原地域に分布する口之津層群下部層に対比している。またさらに、渡辺・益田 (1983) は、大矢野町諏訪原海岸に分布する諏訪原層が佐伊津層の一部とされる御領凝灰岩堆積物より上部、つまり佐伊津層上部層に対比されるとした。また、大矢野層も御領凝灰岩の下部である佐伊津層下部と対比されるとした。なお、御領地域および関連地域の層序表を図8に示す。

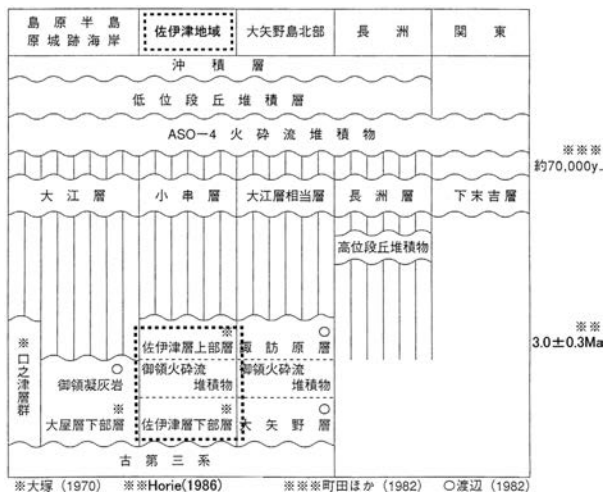


図 8. 御領地域および関連地域の層序表 (渡辺・益田, 1983 より加筆・修正)

3. 調査結果

本研究では、宇土半島から天草本渡市にかけて河川堆積物の調査を行った。本稿では成果が得られた以下の5地点について報告する。位置については図9に示した。

- Loc.1 網田海岸
- Loc.2 大山
- Loc.3 鳩の釜海岸
- Loc.4 赤崎
- Loc.5 茂木根海岸

Loc.1 網田海岸 (熊本県宇土市下網田町御輿来海岸北)

地質調査により、宇土半島の北部に位置する網田地域において少量のチャートや花崗岩礫を含む河川堆積物が確認できた。(図10, 11) 図10の堆積物は下位から淘汰の悪い礫や砂を含み、上位に砂を含んだ泥の堆積が起こっている。これは土砂堆積物の特徴であり、河川の存在が示唆される。図11では礫層の下位にクロスラミナが見られている。クロスラミナは水の流れによってできる堆積構造であるため、これも同様に河川の存在が示唆される。

Loc.2 大山 (上天草市大矢野町上 4298)
 大山では連続した露頭がなく、図12で示すような貧弱な露頭でチャートを確認することができた(図13)。

Loc.3 鳩の釜海岸 (上天草市大矢野町上 7647)
 鳩の釜海岸では、7~8mの露頭があり(図14)、その上位層でチャートや結晶片岩等が確認できた。

Loc.4 赤崎 (天草市有明町赤崎 1775)
 有明町赤崎でも河川堆積物を確認できた(図15)。点線で囲まれた部分で円礫が増えている。これは水量と流速の急変を示しており、河川堆積物の特徴を備えている。

Loc.5 茂木根海岸 (天草市本渡町広瀬 973)
 茂木根海岸は佐伊津層の模式地にあたり、上部層である。湖水の堆積物(図16)とクロスラミナが確認されている。

Loc.1~5に見られた特徴的な河川堆積物は、図9に示したように、ENE-WSW方向で直線状に分布していた。

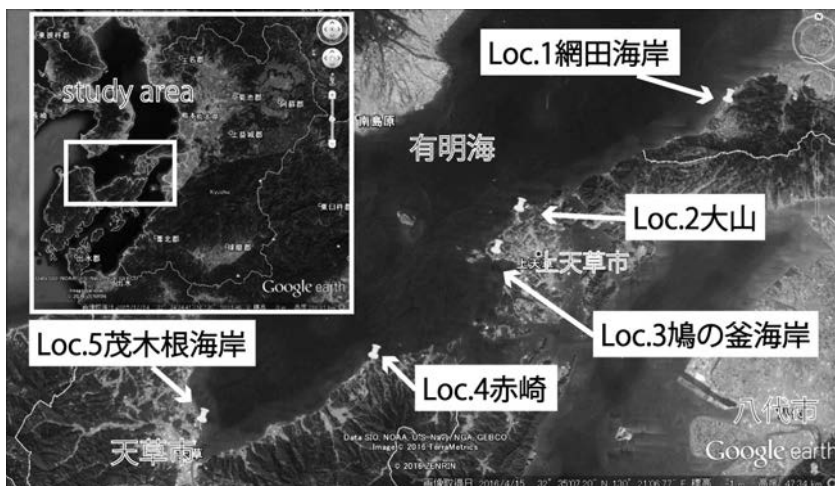


図9. 各調査地点



図 10. 洪水堆積物

(下位から淘汰の悪い礫や砂を含み, 上位に砂を含んだ泥の堆積が起こるのが特徴である.)



図 11. 洪水堆積物に見られたクロスラミナ

(クロスラミナは水の流れによってできる堆積構造であるため, 堆積時に川が存在していたことが示唆される.)



図 12. 大山にてチャート礫を含んだ露頭



図 13. 確認できたチャート礫



図 14. 鳩の釜海岸で見られた露頭

(上位層にチャート礫, 花崗岩礫, が見られた.)



図 15. 河川堆積物

(点線で囲まれた部分で円礫が増えている. これは水の流れの急変を示しており, 河川堆積物の特徴である.)

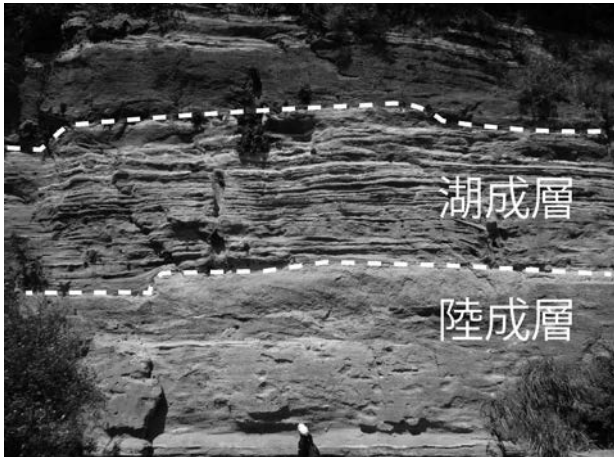


図 16. 茂木根海岸の湖水環境を示す露頭
(中位層に薄い層の繰り返しが確認できる。これは湖堆積物の特徴である。)

4. 議論

図 17 の重力異常分布図（九州地域の活断層の長期評価；2013）では、宇土地区から佐伊津地区まで西南西に延びるブーゲー異常帯が確認されており、そこに布田川断層が天草下島まで延長できると推定されている。これらの事象から、調査で得られた直線状の河川堆積物の分布様式と布田川断層の推定延長部と重なっており、密接な関連があることが窺える。つまり、宇土半島から佐伊津地区付近まで、布田川断層の延長部に沿って河川が存在したことが推定される。また、布田川断層は熊本県中部を南方から北方に流下する緑川を、断層運動により、合流地点である嘉島地区にて流路を NW 方向から WSW 方向に急変させ、現在の有明海まで流下させている。佐伊津層に特異に分布するチャート・酸性凝灰岩はその多くが、緑川上流が位置する熊本県中部の秩父帯中帯（黒瀬川帯）に分布しているため、主にチャートの供給源を秩父帯、花崗岩や変成岩の供給源を肥後帯として、緑川がそれらの礫を運搬していたと考えられる。まとめると、佐伊津層の後背地や活断層と関連させた形成史は以下のように考えられる。なお、図 18 は佐伊津層周辺の地質、断層、河川の関係である。

(1) 秩父帯に主に分布するチャートや酸性凝灰岩、肥後帯の変成岩や花崗岩等が緑川により南方向から北方向へ運搬された。

(2) 北流していた緑川が布田川断層と重なる地点より流路を西へ転換し、布田川断層に沿う河川が宇土半島北側から佐伊津地区まで連続し、結果として秩父帯からチャート、肥後帯から花崗岩、変成岩礫等が運搬された。

(3) 佐伊津付近を河川の終着点として、そこに河川から湖沼環境を示す佐伊津層が堆積した。

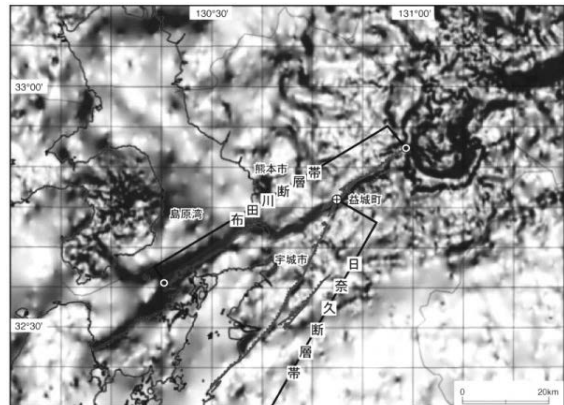


図 17. ブーゲー異常分布図

(地震調査研究推進本部事務局：九州地域の活断層の長期評価（第一版）概要，2013 より引用)

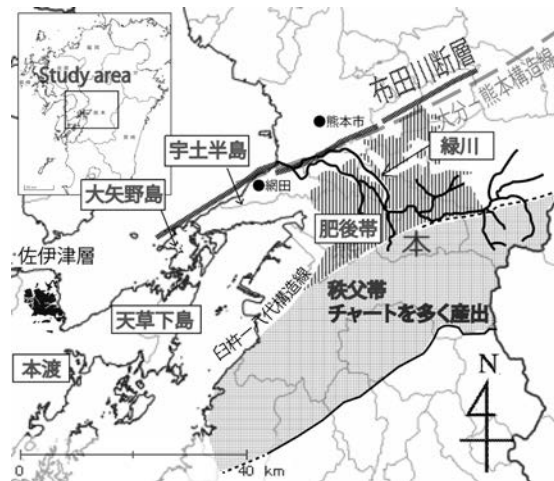


図 18. 佐伊津層と秩父帯とを繋ぐ緑川と布田川断層系との関係

5. 佐伊津層の教材化・授業実践

以上の研究を、佐伊津層の堆積物は「いつ」「どこから」、「どのようにして」堆積したのかを思考する教材を開発し、それを用いて授業実践を行った。2015年9月5日、熊本大学教育学部附属中学校の「学びの交流会」の場をお借りし、熊本大学教育学部附属中学校3年生の希望者17名、保護者3名を対象として行った。

(1) 導入

1-1) 準備資料

- ・佐伊津層の露頭写真（図 19）
- ・佐伊津層から採取した礫岩（図 20）
- ・プレートテクトニクス概念図と収束境界付近の地質（図 21）

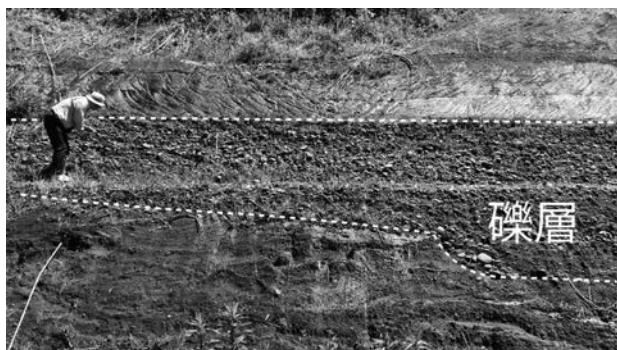


図19. 礫を採取した露頭遠景
(この露頭の位置は図24の調査地点4付近にあたる)

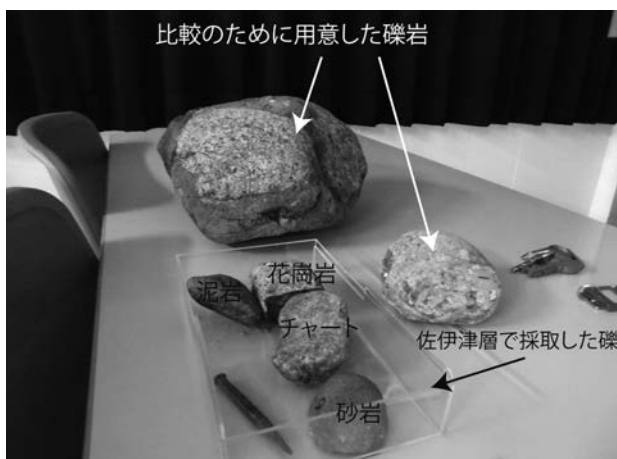


図20. 提示した佐伊津層の礫岩

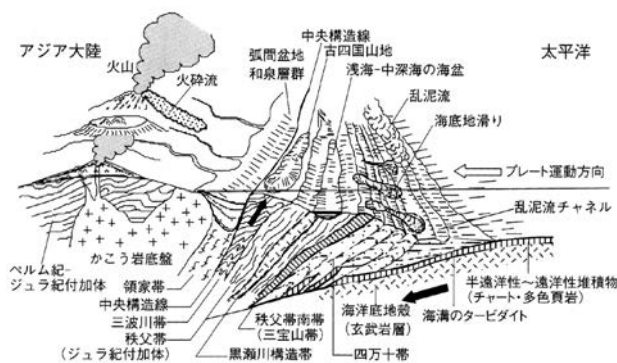


図21. プレートテクトニクス概念図と収束境界付近の地質 (平朝彦, 1990 より引用)

1-2) 実践

図19の写真と図20に示すような礫岩を提示し、これらの岩石が写真の露頭(佐伊津層)から採取されたものであることを伝えるとともに、そもそも地層として観察される堆積物は風化・侵食されたものが河川によって運ばれて形成されたものであることを、口頭で説明した。そして、提示した礫岩のうち、特にチャートに着目して、深海で形成されたチャートが、現在なぜ礫岩中に頻りに観察されるのかという課題提示を行った。そして、プレートテクトニクス概念図と収束

境界付近の付加体構造図(図21)を示して、チャートはプレートが沈み込むときに、海溝で深海堆積物が陸側に付加したものであることを解説した。また、付加堆積物は高校の学習範囲であるため、授業では付加体の形成過程について説明を行った。

(2) 展開

2-1) 準備資料

- ・熊本県地質図(300,000分の1)
- ・熊本県のチャート分布図(図22)
- ・調査地点や秩父帯・肥後帯のチャートや花崗岩の露頭写真(図9～16)
- ・佐伊津層周辺の地質、断層、河川の関係(図23)
- ・活断層の地形的特徴を示した図及び解説書(図24)



図22. 熊本県のチャート分布図

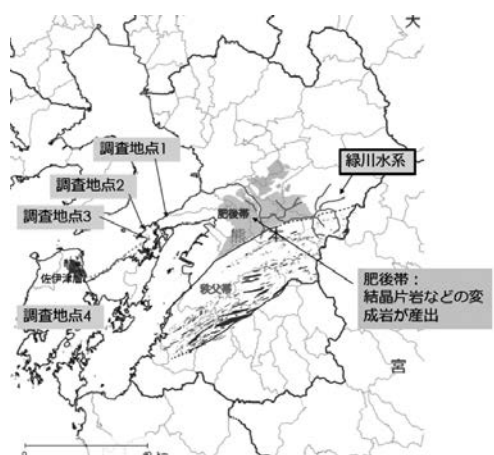


図23. 授業時使用した思考の基礎となる位置図 (赤崎については実践後に得られた成果であるためこの図に反映されていない。)

2-2) 実践

ここで、熊本県の地質図及び、チャートのみの分布

を示した図 22 を提示し、天草本島にはチャートや花崗岩の分布がないにもかかわらず、佐伊津層でチャートが見られることを問題提起した。そして、課題として「佐伊津層に多く見られるチャート、花崗岩礫はどこからきてどのようにして堆積したのか？」を提示した。課題の簡略化のため、佐伊津層の後背地は秩父帯、花崗岩の後背地は肥後帯であることは情報として提示し、「どのような経路で、どのようにして堆積したのか？」を考えさせた。思考の基礎になる情報は、筆者が実際に調査した場所や、周辺の地質体を地図上に示し（図 23）、また、その場所で得られた結果を露頭写真や説明文で提示した。生徒に提示した情報の中で、思考のカギとなるのが、図 24 の水系異常の考え方である。活断層は河川を屈曲させる。これについてはアニメーションを用いて河川が断層によって屈曲する様子を提示し、理解の手助けとした。そして、最終的には布田川断層の初期の活動時期が不明であったが、佐伊津層形成時（ $3.0 \pm 0.3 \text{ Ma}$ ）の少し前であることに繋げた。

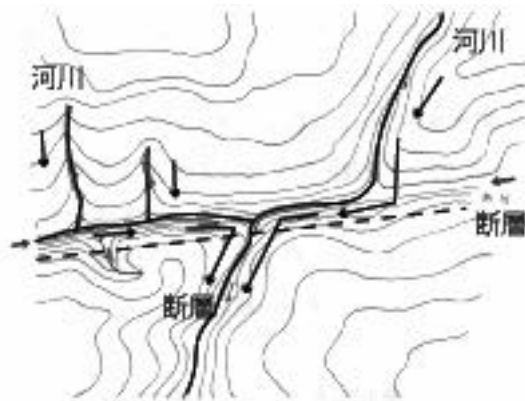


図 24. 断層による水系異常
(菊池宏吉著, 地質工学概論より引用, 加筆)

6. 授業実践の結果と考察

授業は正味 80 分程度で行った。以下の図 25 ~ 27 に授業の様子とアンケートの結果を抜粋して示す。図 27 のワークシート解答に「調 1 (調査地点 1) にはもともと川が流れていたのではないか」「宇土半島から佐伊津へ川」と見られるように、この生徒については一部堆積環境の推定ができているように思える。しかし、授業者の実感としては話し合いはあまり活発ではなかった。「調査地点に河川堆積物があるということは？」という問いかけに対し、「地層堆積時に河川が存在した」と答えることはできたが、その考察した複数の情報を組み合わせて考えることができない生徒が多く見られた。提示する図や情報、話し方、発問等に



図 25. 演習：佐伊津層産出の岩石鑑定



図 26. 思考活動：佐伊津層のチャートはどのようにして堆積したのか推理する

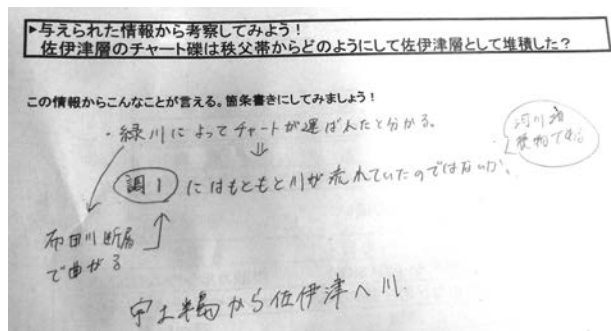


図 27. 生徒のワークシートの一部

改善が必要であるように思えた。

アンケートでは保護者を含め、参加者 20 名に礫岩などの堆積物や活断層の見方や考え方について、「面白かったか？興味をもてたか？」と、「授業の前と後で何か変わったか？」を自由記述にて回答を頂いた。以下、図 28 に結果、図 29, 30 に実際のアンケートを示す。

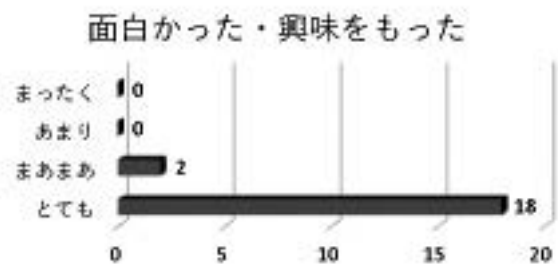


図 28. アンケート結果

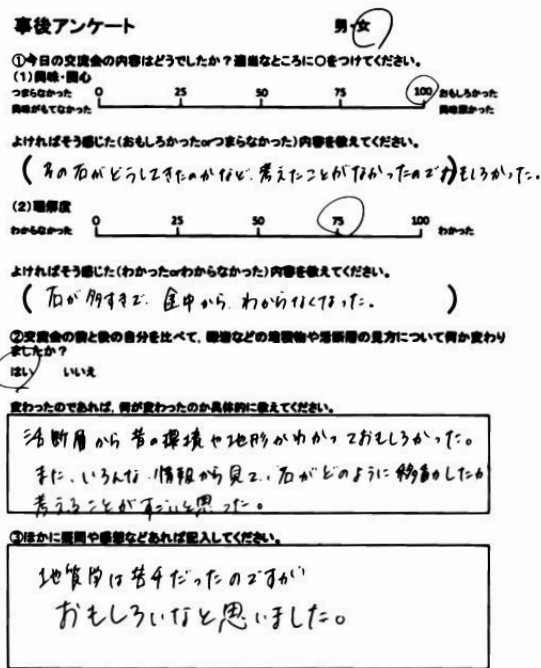


図 29. アンケート結果 (女子)

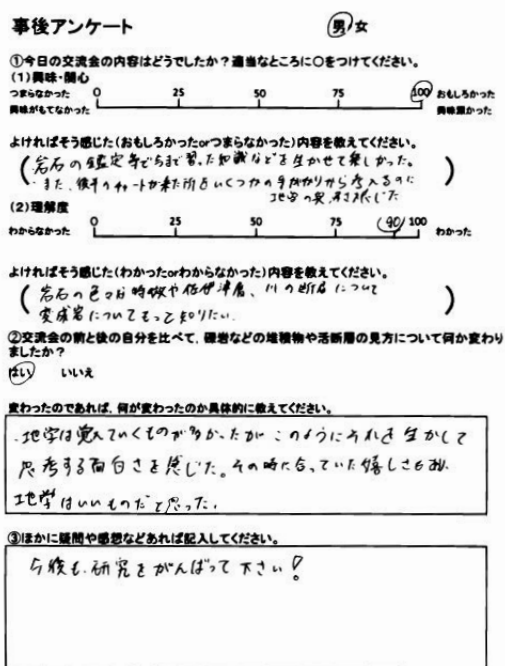


図 30. アンケート結果 (男子)

自由記述では、「イメージしにくい部分があった」、「もう少し考える時間がほしかった」、「内容が少し分からなかった」という意見もあり、授業のやり方、時間配分にさらなる工夫が必要であると思われた。また、「暗記するものであった地質学で思考する面白さを感じることができた」、「岩石の見分けが少しできるようになった」、「地質学に興味があった」「地質学への考え方ががらりと変わった。そこまで遠い存在でない

と思った」と肯定的な意見を多数得ることができた。

7. おわりに

小・中学校における地質学の範囲の学習では、アンケートの結果にもあった通り、暗記のイメージを持つ児童生徒が多いように感じる。筆者は、そこでただ「モノ」として暗記するだけではなく、「なんで?」、「どうして?」と思考する面白さを感じてほしい。自分で課題を見付け、自ら学び、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てる、そのような一助として本教材が効果を発揮するよう改善していきたいと考えている。

参考文献

林行敏 (1960)：中部九州における化石珪藻群集，IV，天草群島。地学研究 6, 328 - 332

町田 洋・新井房夫・百瀬 貢 (1982)：阿蘇 4 火山灰の分布と層序・年代，火山 第 2 集, vol.27, no.2, 151-152

長谷義隆・池田和則 (2009)：熊本県天草下島佐伊津層産の植物化石，御所浦白亜紀資料館館報, 10, 1-6

岡口雅子・大塚裕之 (1980)：口ノ津層群における凝灰岩層および竜石層中のジルコンのフィッシュン・トラック年代，第四紀研究, 19, (2), 75-85

小本ほか (1968)：天草の地質，熊本地学会誌, No28, 2-37

大塚裕之 (1968)：天草下島における早期洪積層——特にその堆積学的特色 (要旨)，日本地質学会西日本支部会報, No. 48, 15p.

大塚裕之 (1970)：北西部九州有明海南部地域の更新 - 最新統の層序学的，堆積学的研究，鹿児島大学理学部紀要 (地学・生物学), No.3, 35-65

大塚弥之助 (1931)：第四紀。〔岩波講座〔地質および古生物〕〕，岩波書店 1 - 107

首藤次男 (1958)：九州の中・後期新生界の堆積—構造的特性，新生代の研究, vol.28, 8-18

首藤次男 (1963)：九州の新第三系，化石, 第 5 号, 111-122

平朝彦 (1990)：日本列島の誕生，岩波新書

地震調査研究推進本部地震調査委員会：九州地域の活断層の長期評価 (第一版) (2013)

渡辺一徳・益田悦郎 (1983)：いわゆる中位段丘堆積物としての小串層及び大江層について，熊本大学教育学部紀要, 自然科学, 32, 29-37

渡辺公一郎 (1982)：熊本県大矢野島～宇土半島に分布する鮮新世火山岩類のフィッシュン・トラック年代，九州大学工学部集報, 62 巻, 5 号, 561-566