

## 地学教育における野外実習の実例

—岡山県北部・勝山地域周辺—

青木 一勝・加藤 大地・瀬尾 好貴・

平畑 祐太郎\*・小林 祥一・山口 一裕

岡山理科大学理学部基礎理学科

\*岡山理科大学大学院理学研究科総合理学専攻

(2016年10月28日受付、2016年12月5日受理)

### 1. はじめに

地質学、岩石学、鉱床学、古生物学などの地学系学問を専攻していない学生に対し、如何にして「地学」の面白さを伝えるかは、恐らく地学分野担当教員の悩みの1つであろう。「地学」で扱う対象には、地層、岩石、鉱物などがあり、天然の産物を幅広く扱う。そのため、講義ではスライドなどでそれらの写真を学生に示し、その成因やメカニズムを口頭や板書で説明するといった方法をとることが多い。しかし、地層や岩石は多くの学生にとってそれほど身近な存在ではないため、説明を「聞く」・スライドを「見る」だけでは講義内容を理解しづらいのが現状である。理想を言えば、必要な場合はその都度、野外に赴き、天然の露頭を目で見て、手で触れ、成因を頭で考え、説明を耳で聞くというスタイルが学生にとっては理解度を深める最善策であると思われる。しかし、そのような労力や時間、費用が割けないのが現状である。そこで鍵になってくる講義が、「野外実習」である。こういった科目は、学生にとっては天然（本物）の岩石や地層を目にすることができ、教員にとっては、それらを教材に講義をすることができ、双方にとってプラスになる。しかし、実習時間には限りがある。したがって、効率よく実習を進めるためには、比較的狭い範囲で、かつ様々な地層や岩石が観察できるコースを選定することが重要になる。

基礎理学科では、学部2・3年生を対象に「野外実践指導実習I」の実習を開講している。この実習では、地学、天文と生物の各分野の教員らが実習を通して野外調査法や観察技術法などを説明し、学生1人1人の探究心・好奇心を高めることに努めている。そのなかの1つに、我々が住んでいるこの日本列島がどのような形成プロセスを得て現在のようない地質になったのか?に注目し、実習を行うコースがある。本論では、その実習コースを紹介し、最後にそのコースにおける問題点・今後の改善点について述べる。

### 2. 地質概説

#### 2-1 日本列島

日本列島の基盤は、過去5億年間、古太平洋の西縁の沈み込み帯で形成された複数個の太平洋型造山帯から成る。太平洋型造山帯の基本構成要素は、海側から付加体、高圧変成付加体、前弧-弧内堆積体、花崗岩バソリス体、背弧堆積体である(図1)。付加体地質学の観点から言えば、日本列島の基盤は、海側かつ下位方向に成長し、その基本構造は衝上断層(スラスト)で境され、上位ほど古い付加体が累重するナップ構造を示す(Isozaki et al., 2010)。日本列島は、棚倉構造線を境に「東北日本」と「西南日本」に二分され、さらに西南日本は、中央構造線を境に「内帯」と「外帯」に区分される。西南日本内帯には、飛騨帯・隠岐帯(北中国地塊の断片)、長門-蓮華帯(4~3億年前の高圧変成岩やオフィオライトを含むメランジュ)、秋吉帯(ペルム紀付加体)、超丹波帯(ペルム紀-トリアス紀付加体)、舞鶴帯(ペルム紀-トリアス紀オフィオライトや正常堆積岩など)、周防変成帯(約2億年前の高圧変成岩)、美濃-丹波帯(ジュラ紀付加体)、関門層群(弧内堆積体)などが分布する(図2)。西南日本外帯には、黒瀬川帯(先ジュラ系メランジュ)、秩

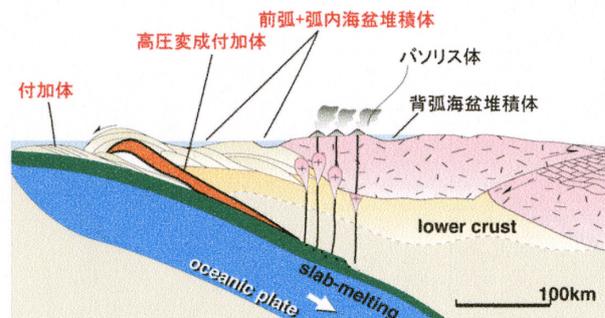


図1 太平洋型造山帯の模式図(Maruyama, 1997を一部改変)。赤字は前弧域で形成される地質体を示している。

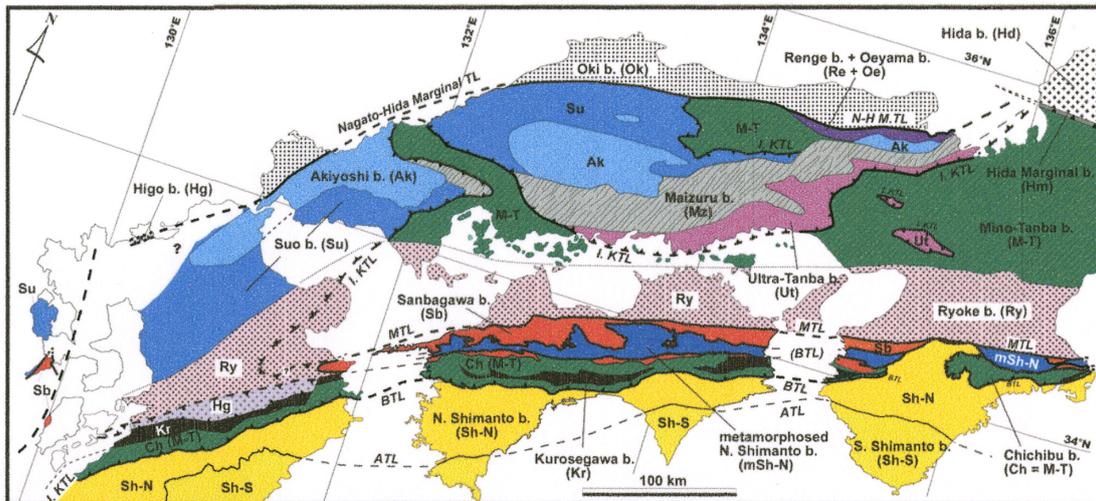


図2 西南日本の地体構造区分図 (Isozaki et al., 2010). 日本列島に分布する表層土や花崗岩は取り除いている。各地質体の凡例は図中参照のこと。

父帯 (ジュラ紀複合付加体)、三波川帯 (ジュラ紀末 - 白亜紀高圧複合変成帯)、四万十帯 (白亜紀付加体)、領家帯 (白亜紀接触変成帯) などが分布する (Isozaki et al., 2010, Aoki et al., 2012)。秩父帯と美濃-丹波帯は地下で繋がっており、同一の地質体として捉えられている。内帯に分布する地質体の多くは、白亜紀から古第三紀にかけて活動した島弧マグマの貫入 (山陽/山陰バソリス) の影響を受けている。

## 2-2 岡山県

岡山県は西南日本内帯に属し、秋吉帯、超丹波帯、舞鶴帯、美濃-丹波帯、長門-蓮華帯、大江山オフィオライト、周防変成帯などが分布する。また、白亜紀花崗岩類も上記の地質体を切るように産する。以下では、秋吉帯、大江山オフィオライト、周防変成帯を構成する岩石種について簡単に説明する。

秋吉帯の主な構成岩石は、海山起源の緑色岩を一部伴う大規模な石灰岩と碎屑岩、チャートである。中国地方における主な分布域は、岡山県西部のほか、山口県西部や広島県北東部である。

大江山オフィオライトは、前期古生代以前の海洋底マントルの断片で、玄武岩マグマの溶け残りマントルカンラン岩とそれに付随する変ハンレイ岩や変輝緑岩から構成される。カンラン岩の多くは蛇紋岩化しており、マントルウェッジでの交代作用を示すひすい輝石岩も産することが知られている (Kobayashi et al., 1987; Tsujimori et al., 2005)。岡山県北西部のほか、広島・鳥取県境などに分布している。

周防変成帯については、約2億年前の放射年代を示す高圧型の結晶片岩の産出で特徴づけられ、構造的

位置を秋吉帯、下位を美濃-丹波帯に挟まれた形で産する。それぞれの境界はスラストである。岡山県のほか、山口県、島根県、鳥取県と広い範囲にわたって分布する。

上記地質体のより詳細な地質に関しては、日本地方地質誌 中国地方 (日本地質学会, 2009) を参照されたい。

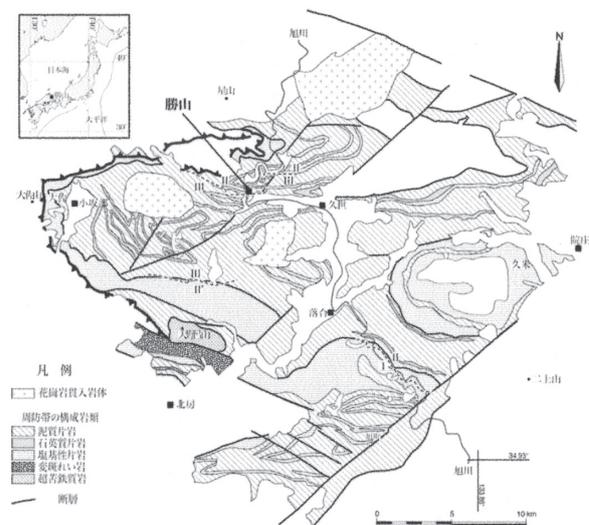


図3 岡山県北部地域の周防変成岩類の分布域 (日本地方地質誌 中国地方 (2009) から抜粋・一部改変)

## 3. 野外実習コース

### 3-1 岡山県北部・勝山地域

勝山周辺に産する中・古生代の岩石は、秋吉帯の堆積岩、周防変成帯の高圧変成岩とそれを一部貫入する安山岩、および大江山オフィオライトなどである (図3)。本学科の地学分野実習は真庭市勝山周辺、特に

勝山から神庭の滝にかけてのコースで全長約5kmである(図4)(光野ほか, 1980)。

このコースのメリットは以下の2点である。1) 本学から目的地まで、高速道路を利用することで約2時間という比較的短時間でのアクセスが可能、2) コース間に、堆積岩(泥岩や砂岩など)、火成岩(安山岩)、変成岩(結晶片岩)、カンラン岩(蛇紋岩含む)がすべて産し、褶曲や断層といった地層構造の変化も追跡可能、という点である。また、これら岩石の多くは古生代に形成されたものである。したがって、日本列島形成史における中〜古生代の日本を知るという意味でも学生にとって有意義なコースといえる。

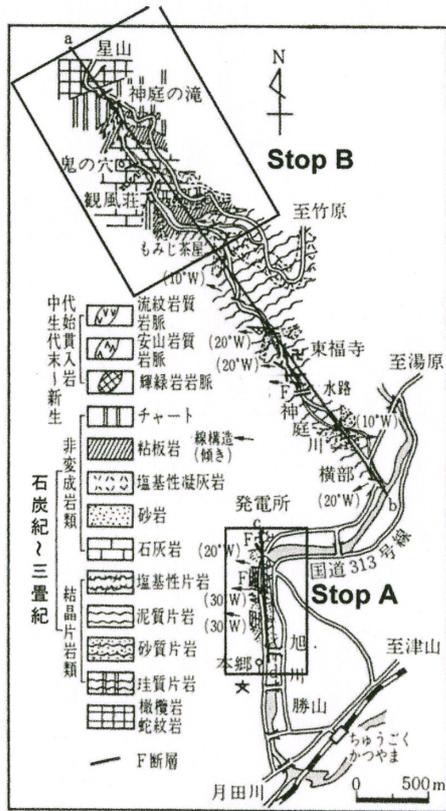


図4 勝山周辺の地質図(光野ほか, 1980を一部改変)

### 3-2 Stop A: 旭川の河原

Stop A(図4)は、光野ほか(1980)の勝山〜神庭の滝コース・旭川原の結晶片岩(A)にあたり、周防変成岩類と白亜紀安山岩を観察する。ここでは、約2億年前の沈み込み帯で形成された泥質片岩、塩基性片岩、ケイ質片岩、砂質片岩が観察できる。また、安山岩の貫入構造や二次的断層運動で形成された破砕帯も観察できる。変成岩には、微褶曲構造が観察され、その片理面の走向は、ほぼ東西方向で、傾斜は南落ち優勢である。

### 3-3 Stop B: 星山に続く林道

Stop B(図4)は、光野ほか(1980)の勝山〜神庭の滝コース・神庭の滝付近の非変成古生層(C)にあたり、秋吉堆積岩類と大江山オフィオライトを観察する。コース全般にペルム紀に堆積した泥岩、ケイ質な泥岩、石灰岩、チャートが観察できる。石灰岩には、フズリナやサンゴの化石が含まれている(光野ほか, 1980)。また、地質構造に注目して歩くと、石灰岩中に発達する大規模褶曲構造が観察できる。層理面の走向は東西方向が卓越し、傾斜は北落ち優勢である。神庭の滝を越えたコース終盤では、前期古生代以前のカンラン岩と、約4億年前にそのカンラン岩の変質により形成した蛇紋岩が確認できる。

## 4. 実習概要

### 4-1 実習内容

岩石の識別を行うためには、まず肉眼観察が重要である。そこで教員はコース間で分布する変成岩・堆積岩・火成岩・カンラン岩の組織・色・構成鉱物の違いや、その産状の違いをその場で説明することで、学生には経験を通して岩石識別法の習得ができるよう指導している。また、各Stopではルートマップを作成させ(図5)、学生の読図能力の向上に努めている。なぜならば、読図能力は地学分野のみならず私生活を含むあらゆる場面で必要になると予想されるからである。

実習ではさらに、変成岩の場合は片理面の、堆積岩の場合は層理面の走向・傾斜、火成岩の場合は貫入方向をクリノメーターで測定させ、地層や岩石の分布を三次元的にイメージできるよう指導している。

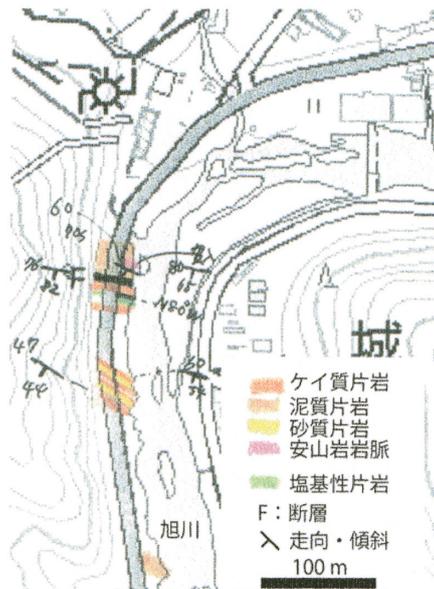


図5 Stop Aのルートマップ作成例(地形図は国土地理院の電子地形図25000「横部」を使用)

#### 4-2 実習における工夫

本実習は、野外調査に慣れていない学生が多く受講する。そのため、上述した作業すべてを個人で行なわせるには、時間的にも精神的にも困難であり、場合によっては「地学」に対する興味・好奇心を削ぐ恐れがある。そこで、1班5～6人のチームを作り、各々の役割を分担させることで(岩石を採取する人、ルートマップを作成する人、走向・傾斜を測定する人など)、全員に責任を持たせ、チームで協力させ実習を行わせている。実習終了後は、得られた観察データや計測結果を共有・確認させ、それらの結果を基に勝山地域周辺の地質構造について推定するよう指導している。

### 5. 実習コースの問題点・改善点

#### 5-1 Stop A

Stop Aは、旭川の河原であるため、天候によっては川が増水し、露頭の一部が水面下に埋もれてしまう恐れがある。その場合は、図4に記されている横部から東福寺の道路沿いに分布する変成岩の露頭(確認済)に代えて実習を行う。

#### 5-2 Stop B

Stop Bの観察道路は、道幅が狭い割には乗用車の通りが多いのがやや難点である。そこで、実習中では列の先頭、中間、最後尾に教員を配置させ、乗用車が近づいてきた場合、教員同士の声かけを徹底させている。こうすることで、学生に注意を促し未然に事故を防ぐよう努めている。今後の実習においてもこの注意喚起を徹底し行う。

#### 5-3 今後の実習について

今回紹介したコースは、本学科において2016年

度から導入したコースである。したがって、教員側にも露頭観察における地質構造や岩石種などの見落としがあることは否めない。今後もこの実習を実施する度に、学生と共に露頭を丹念に見てまわることで、勝山地域のより詳細な地質構造・岩石種の把握に努め、実習を通じた学生教育・指導に生かしていく。

#### 参考文献

- Aoki, K., Isozaki, Y., Yamamoto, S., Maki, K., Yokoyama, T., and Hirata, T., Tectonic erosion in a Pacific-type orogen: detrital zircon response to Cretaceous tectonics in Japan: *Geology* 40, p. 1087-1090 (2012).
- Isozaki, Y., Aoki, K., Nakama, T., and Yanai, S., New insight into a subduction related orogen: reappraisal on geotectonic framework and evolution of the Japanese Islands: *Gondwana Research* 18, p. 82-105 (2010).
- Kobayashi, S., Miyake, H., and Shoji, T., A jadeite rock from Oosa-cho, Okayama Prefecture, Southwestern Japan: *Mineralogical Journal* 13(6), p. 314-327 (1987).
- Maruyama, S., Pacific-type orogeny revisited: Miyashiro-type orogeny proposed: *The Island Arc* 6, p. 91-120 (1997)
- 光野光治・沼野忠之・野瀬重人: 岡山県地学のガイド, 岡山県の地質とのおいたち, p. 1-252. コロナ社(1980).
- 日本地質学会: 日本地方地質誌 中国地方, p. 1-536. 朝倉書店(2009).
- Tsujimori, T., Liou, J. G., Wooden, J. and Miyamoto, T., U-Pb dating of large zircons in low-temperature jadeitite from the Osayama serpentinite mélange, southwest Japan: insights into the timing of serpentinitization: *International Geology Review* 47(10), p. 1048-1057 (2005).

# An example of field trip in Earth Science Education

—Field guide of the Katsuyama area in northern Okayama, Japan—

Kazumasa Aoki, Daichi Kato, Yoshiki Seo,

Yutaro Hirahata\*, Shoichi Kobayashi and Kazuhiro Yamaguchi,

*Department of Applied Science, Faculty of Science, Okayama University of Science,*

*\*Department of General Science, Graduate School of Science, Okayama University of Science,*

*1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama 700-0005, Japan*

(Received October 28, 2016; accepted December 5, 2016)

## Abstract

To show a concrete example of excursion in the field of Earth Science Education, we described the outline of field guide of the Katsuyama area in northern Okayama, SW Japan. It takes about two hours by car from Okayama City to the excursion points. The total length of this course is about 5 km. Various rocks as the Paleozoic sedimentary, metamorphic, igneous and mantle rocks and large-scale fold and fault structures can be observed in this course. Students who are not majoring in the field of Earth Science as Geology, Petrology, Mineralogy and Paleontology can probably learn not only the skill for fieldwork but also the formation process of each rock and geological structure through this field course.

**Keywords:** Education; Earth Science; Field trip; Okayama.