

地質野外実習プログラムの考察とその成果

— 西条盆地と吾妻子の滝 —

吉 富 健 一

(2023年10月6日受理)

Geological Field Training Program to Understand the Geomorphic Development of the Saijo Basin Designed to Introduce Sciences Students to Field Methods
— Azumako Waterfall —

Kenichi Yoshidomi

Abstract: Students in science courses are expected to learn about a variety of knowledge and experiences through observation of nature, but even university students who want to become science teachers often feel that they lack knowledge and experience with various natural phenomena. In this study, Azumako Falls in Saijo Basin, which is located about 3.4 km from the Higashi-Hiroshima Campus and can be reached in about 20 minutes by bicycle, was selected as the observation point. Topography of the Saijo Basin is characterized by Mesozoic granite, the Saijo Formation deposited within the basin, and the Kurosegawa River system, which is currently eroding the Saijo Formation in the southern part of the basin. The actual field observations revealed the need to gain more experience in making more comprehensive judgments about rocks, plants.

Key words: Azumako Waterfall, Saijo Basin, Saijo Formation, Topography

キーワード：吾妻子の滝，西条盆地，西条層，地形，野外観察

1. はじめに

子供の頃は、友達と釣りに出かけ、化石を探し、夏休みといえば虫取りや冒険と、外に出かけたものであった。昭和の時代に比べると各地で都市化が進み、屋外の遊び場が減った。さらに事故や犯罪に巻き込まれる危険性から、子供が屋外で遊ぶことが制限される傾向が強くなり、テレビやゲーム機などの発達により、ますます外で遊ぶ機会が無くなってきている。

しかし、小学校から高等学校の学習指導要領（理科）では、実際の自然を観察する活動を通して疑問を見出すことや、さまざまな活動を通して、解決の方法を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することが求められている。

そのため令和の時代に理科の教員を目指す大学生は、将来、教員という立場で、児童・生徒にそのよう

な指導を行うことが望まれている。にもかかわらず近年、“理科”の教員を志望する大学生でさえ、前述の理由や受験勉強だけに集中してきた弊害なのか、自然に対する知識や経験が不足していると感じられる場面や、自然そのものへの興味関心が薄いと感じられる場面が少なくない。

高等学校の学習指導要領（理科）によると、(2)地球の活動と歴史の項目の中で、観察、実験を通して、地球の活動及び地球の歴史について理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することが求められている。

中でも、(イ)地球の歴史の単元は、表1に示すように、地表の変化、地層の観察、地球環境の変遷、日本列島の成り立ち、から構成される。

表1. (イ) 地球の歴史の単元の内容

(イ) 地球の歴史
(ア) 地表の変化 風化, 侵食, 運搬及び堆積の諸作用による地形の形成について, 身近な地形と関連付けて理解すること。
(イ) 地層の観察 地層に関する野外観察や実験などを行い, 地層の形成及び地質時代における地球環境や地殻変動について理解すること。
(ウ) 地球環境の変遷 大気, 海洋, 大陸及び古生物などの変遷に関する資料に基づいて, 地球環境の移り変わりを総合的に理解すること。
(エ) 日本列島の成り立ち 日本列島の地形や地質に関する資料に基づいて, 島弧としての日本列島の地学的な特徴と形成史をプレート運動などと関連付けて理解すること。

〔(ア) 地表の変化〕は, 風化, 侵食, 運搬及び堆積の諸作用による地形の形成について, 身近な地形と関連付けて理解させること, 〔(イ) 地層の観察〕は, 地層の野外観察や実験を通して, 地層の重なりが時間的経過を示していることや, 地層を通して知ることのできる地球環境の変化や地殻変動について理解することが求められている。

これらの内容は, 「地球」についての基本的な概念等を柱とした内容のうちの「地球の内部と地表面の変動」, 「地球の大気と水の循環」に関わるものである。学習の始まりは, 小学校の第4学年で学習する「雨水の行方と地面の様子」で, 雨水の行方と地面の様子を調べる活動を通して, 観察, 実験などに関する技能を身に付ける。さらに第5学年では, 第4学年での学習内容をふまえて「流れる水の働きと土地の変化」として, 条件を制御しながら, 流れる水の働きと土地の変化を調べる活動を通して, 観察, 実験などに関する技能を身に付けるとともに, 解決の方法を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成する。第6学年では, 第4学年および第5学年での学習内容をふまえた「土地のつくりと変化」として, 土地のつくりや変化について, より妥当な考えをつくりだす力や, 主体的に問題解決しようとする態度を育成する活動となっている。

中学校第2分野の「(2) 大地の成り立ちと変化」で学習を進める際にも, まず小学校での既習事項を想起させ, 地形や, 地形をつくる地層・岩石の観察を通し

て問題を見いださせ, 身近な土地の成り立ちや広がりについて理解させる。そのために, 身近な地域の実態に合わせて地形や地層, 岩石などの観察の機会を設け, 興味・関心を高めることが重要である, とされている。

ところがこのような考えにもとづいて実際に野外で自然観察を行うにあたっては少し問題がある。通常, 観察には晴れた日が選ばれ, 雨上がりで河川が轟々と音を立てて流れているような状況を観察に行くのは稀なことである。そのため, 晴天時に観察する綺麗に澄んだ水が, 川を穏やかに流れている状態が日常であり, 自然の本来の姿と思いがちである。ところが, 地形を改変するような, 河川による侵食や運搬などの作用が働くのは, 災害につながるような豪雨時である。

さすがに安全上の問題から, このような状況で観察を行うことができないものの, 大雨の後に観察を行い, 流れによって吹き倒された植生や, 溜まった土砂, 削られた斜面などの観察を通して, 河川の本来の働きに思いを馳せる機会も必要かもしれない。

いずれにしても将来, 小学校~高等学校の理科の教員を目指す大学生にとって, 実際に自然観察を行う機会を持ち, 目の前の地形や地層・岩石について, 学習した知識と, 実際の現象とを対比させる経験が必要である。さらに, 地層・岩石や地形の変化に関する観察だけでなく, 動植物も含めた形での自然観察を行う機会を持つことで, 多くの児童・生徒を引率する立場から, 野外で観察を行う数少ない機会を最大限活かし, 安全面への配慮なども, きちんと考慮できる教員へと成長することが期待される。

本論では, 教育学部第二類自然系コースの2年生が受講する自然システム理解実験(地学)の授業において, 西条盆地の地形の特徴や成り立ちについて学習を行ない, その学習内容に付随して, 地層の堆積と河川による侵食作用の観察のため, 東広島市西条町御園宇の“吾妻子の滝”を訪れた。野外における自然観察の機会を通して, 将来, 理科の教員を志望する学生が, 大地の成り立ちとその変化について, 実感を伴った理解を得るとともに, 野外観察という数少ない機会を最大限に活用して, 動植物も含めた形での自然観察を行うためにどのような事に注意して観察を行うべきかまとめるとともに, そこで見られる様々な自然現象の観察, 歴史的経緯を知ることによって得られる経験と問題点について報告する。

2. 西条盆地の地形と地質

広島県の中央部に位置する西条盆地は, 標高400~600mの山地に取り囲まれた, 標高約200m前後の盆地

である。西条盆地の地形・地質は、盆地状の地形を構成する中生代白亜紀の花崗岩類と、盆地内に堆積した新生代第四紀更新世の西条層、さらに現在、盆地の南部で西条層を侵食しつつある黒瀬川水系によって特徴づけられる。

東広島キャンパスの位置する西条盆地内の地形は、高さの異なる2種類の平坦面（図1に黄色で示した標高210m前後の高さの平坦面と、水色で示した標高190m以下の平坦面）と、オレンジ色で示した山地から構成される。この盆地内の地形的特徴を理解するために、西条盆地の地質の構成と分布が大事な鍵をにぎる。

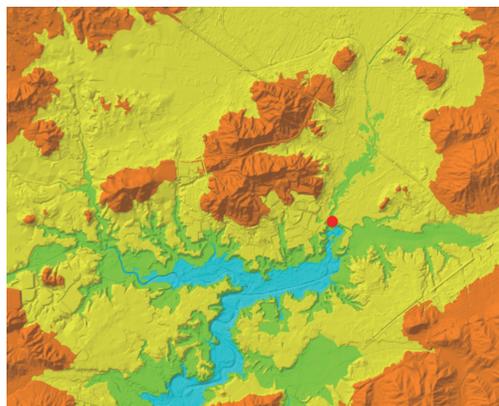


図1. 西条盆地の色別標高図（210m以上を黄色、190m以下を水色で着色して地理院地図で作成）

西条盆地は、基盤とする広島花崗岩（東元ほか、1985）の上に、西条層と呼ばれる層厚が約40m（水野・南木、1986）の地層が不整合に堆積している。西条層は、従来、西条湖成層（橋本・楠見、1958）と呼ばれていた盆地を埋積する一連の地層から、それらを不整合に覆う沖積層や段丘堆積物及び扇状地・崖錐堆積物を除外したものを西条層（東元ほか、1985）として独立させたものである。

約70～50万年前（東元ほか、1985）という非常に新しい堆積年代を示す西条層は、未固結の堆積物なため、河川の働きによって容易に侵食される。そのため盆地内は、西条層が侵食されずに残存している場所と、黒瀬川水系によって既に侵食されてしまった場所とに分けられる。

西条層が残っている場所が、図1で黄色に着色された範囲であり、かつて湖底に30～40mの厚さで堆積した西条層の上面が、標高210m付近の平坦面を構成している。西条駅などがある盆地の北部は比較的平坦な地形で構成され、これは、西条層が大きく侵食されないまま平坦面として残っているため、と考えられる。

これに対して盆地南部は、黒瀬川水系による侵食を受け、広い範囲にわたって規模の大きい段丘地形が形成されている（大竹・林、2009）。侵食作用により西条層が削り取られた部分が、図1で水色に着色した標高約190m以下の平坦面である。盆地南部では、侵食によって形成された谷底平野と、侵食から免れた場所が段丘地形として共存するため、図1に黄緑色で示した比高差が30m前後の急斜面が多く存在する複雑な地形をなしている。

この盆地内部の南北の地形的な明暗を分ける境界が吾妻子の滝である（図1に赤丸で示した場所）。盆地北側の西条層が侵食から免れているのは、この滝のおかげであり、滝がなければもっと広い範囲の西条層が黒瀬川によって侵食され、西条の町中はずっと住みにくい場所となっていた可能性がある（図2）。

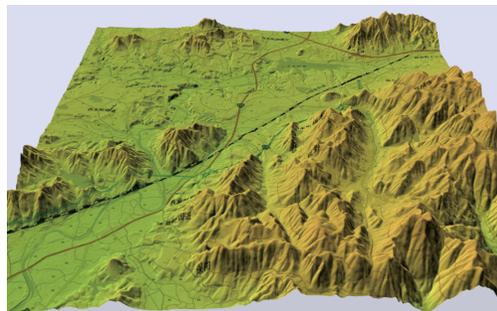


図2. 西条盆地南部の地形イメージ（地理院地図を利用して作成）

東広島キャンパスの東に位置する鏡山（標高335m）および西に位置する二神山（標高312.8 m）は、盆地のほぼ中央に位置し、盆地を南北に二分している。これらの山は、盆地を形成する周辺の山々と同様に、中生代の花崗岩類によって構成され、吾妻子の滝を構成する固い岩石も、この花崗岩の延長と考えられる。

3. 自然システム理解実験（地学）

自然システム理解実験（地学）の授業は、主に教育学部第二類自然系コースの2年生が受講する2コマ続き（水曜：3・4）の授業で、中学校理科の免許を取得するための必修授業である。他コースの学生が履修する場合があることや、授業内容や教室定員の問題で、自然系コースの学生を一度に受講させることが難しい。そのため例年2つの班に分け、片方の班は4月開始の第1タームに自然システム理解実験（生物）を受講し、6月開始の第2タームに自然システム理解実

験(地学)を受講する。もう1つの班はその逆で、第1タームに地学を履修し、第2タームで生物を履修する。

自然システム理解実験(以下、理解実験)の授業内容は、1コマ目は“地層の分布や傾き”に関する学習内容、続くもう1コマは、“岩石の観察と分類および気象分野”に関する学習・実験内容で構成される(表2)。2コマ続きの授業内に全く別々の学習内容を配置することは、学生にとっても教員にとっても途中で内容に飽きてしまうことを避け、退屈しないようあたかも別の授業が行われているようにするための工夫でもある。

表2. 自然システム理解実験(地学)の授業構成

1. 地層の分布や傾きに関する内容	2. 岩石の観察と分類に関する内容
・地形からわかる地球の変動	・火成岩の造岩鉱物の観察
・地形図と断面図(大学周辺)	・火成岩の観察
・「吾妻子の滝」見学	・堆積岩の観察
・地質模型と地質図	・変成岩の観察
・地質図と断面図	・岩石テスト
・地質断面とみかけの傾斜	・気象分野の実験

“地層の分布や傾き”の最初の週は、「地形からわかる地球の変動」と題して、平野などの平坦地形が海水準変動によって形成され、変化することを学習する。“埼玉から地学 地球惑星科学実習帳”(埼玉県高等学校理化学研究会地学研究委員会, 2010)に掲載されている、過去12万年の海水準変動の結果、現在の関東平野の地形が形成されたことを示す教材を用いる。

高海水準期に海水面の高さに応じて形成された平野は、低海水準期に河川により侵食される。さらに現在の海水準の高さに応じた平野が低地として形成される。結果として高海水準期に形成され、低海水準期に分断された平野の名残が、関東平野のあちこちに台地状の地形として残されている状況を解説する。

“地層の分布や傾き”の二週目は、「地形図と断面図」と題して、広島大学(東広島キャンパス)周辺の地形図を標高別に色を塗り分けたり、断面図を作成する活動を通して、キャンパス周辺の地形の特徴を学習する(図1)。

大学北側の下見地区は、比較的平坦な地形で構成され、大学との標高差もあまりないことから通学に便利である。ところが、大学南側の田口地区(図1の下部)から通学するためには、坂道を登るために電動アシスト付き自転車が必要なほどである。このような大学の南側と北側で大きく地形的な特徴が異なる点について

説明する。

授業内で作成した断面図より、地形的に低くなっている所には河川が位置しており、河川による侵食作用が原因となっていることを説明する。図1で水色に着色した標高190m未満の地域は、主に黒瀬川の流域に該当する。そこから急傾斜を経て約20m高い位置に、下見や東広島運動公園などのある標高210mの平坦面がある理由を、前の週の関東平野の地形の成因なども考慮しつつ考える。

続く“岩石の観察と分類”の授業では、教室の保有する岩石標本と、識別チャート(鈴木, 2006)を活用して、火成岩・堆積岩・変成岩からなる様々な岩石の観察を行い、日本列島で日常的に見る可能性のある岩石の典型例を、構成鉱物や組織にもとづいて見分けられるよう学習する(平谷・吉富, 2023)。

4. 観察のポイントと学習内容

地層の堆積と河川による侵食作用の観察のために訪れた“吾妻子の滝”は、東広島市西条町御蘭宇に位置し、呉市内に水道水を供給するための三永水源地の取水口が設けられている。約15メートルの落差を流れ落ち、落ち口の幅は約36メートル、盆地内にあるとは思えない東広島市市内でも最大級の滝である(図3)。

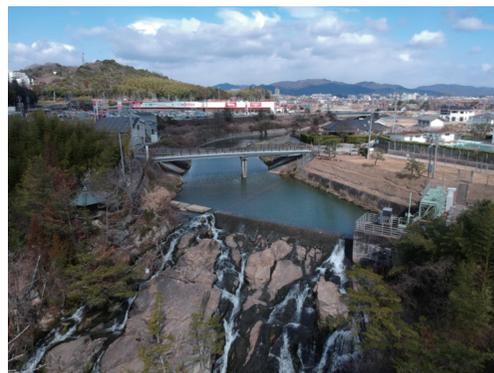


図3. ドローンで上空から撮影した吾妻子の滝と滝より上流側に広がる平坦面

吾妻子の滝は、東広島キャンパスから約3.4 kmの距離にあるため、学生は通学用の自転車等を利用して20分程度で現地に行くことが可能である。バス通学や怪我等により自転車で移動できない学生は、ティーチングアシスタントの大学院生とともに、公用車に同乗してもらい移動した。

観察1: 吾妻子の滝では、まず、滝が固い岩石によって構成されている様子を観察した。次に滝の上流側と

下流側の地形の対比として、下流側は黒瀬川により、本来堆積していた西条層が大きく侵食され、地形的に低くなっているのに対して、上流側は侵食から免れて平坦面が広がっており、滝によって黒瀬川の侵食が食い止められている様子について説明を行った。

観察2：次に滝の向かい側にまわり、固い岩石が露出している様子や滝の落差について再度観察を行った(図4)。



図4. 吾妻子の滝を見学する様子

観察3：観察用の道路に沿って下流側に進み、川原の対岸に露出する西条層の断面を観察した(図5)。現在、黒瀬川が流れている高さが西条層の侵食により形成された低地で、図1で水色に着色された地域にあたる。そして、黄緑色に着色した標高190mから210mの間の面積が、地図上であまり広くないのは、目の前の地形として観察できるように比高差約20mの急斜面になっている状況について説明を行った。



図5. 黒瀬川と川岸に露出する西条層

さらに対岸に見える層厚がおおよそ20m程度の西条層の上面が、図1の黄色で着色した標高210mの平坦面にあたることを解説した。

吾妻子の滝周辺の地形観察を通して、西条盆地内に

堆積した西条層が黒瀬川水系によって削り取られた様子、そのために生じた二段の平坦面が形成された由来、および、黒瀬川の侵食が吾妻子の滝によって妨げられている様子をそれぞれ観察でき、身近な地形の発達について、実感を持って理解することができたと考える。



図6. 観察地点の位置図

5. まとめ

2023年は、5月下旬に梅雨入りしたため、早めの梅雨明けが期待されたものの梅雨明けが長引いた。特に第2タームになって地学を受講した後半の班は、なぜか授業実施の水曜日に雨天となる悪天候が続いたため、実際に吾妻子の滝の見学を実施できたのは5週目となる7月に入ってからであった。

そのため、内容の学習を行ってから、実際に野外観察を行ったのが一ヶ月後となるなど、間が空いてしまったためか、こちらが意図した内容とは別のことに学生の興味が向いている様子も多く見られた。

- ・高い位置から俯瞰しないと見ることのできない浸食地形よりも、河川の曲流に伴う攻撃斜面と滑走斜面の方に目にとまる
- ・河原に落ちている岩石の識別に興味をわく
- ・水面に向かって石を投げて水面で石を跳ねさせ、その回数を競う水切りなどである。



図7. 河原の石を識別し始める学生たち

岩石の識別に関しては、一通りの岩石の識別を学習した後であったため、学生としては自分達の岩石識別の力を試してみたい、という気持ちもあったのかもしれない。

教室に整備してある岩石標本は、授業での観察に適したもっとも典型的な岩石を、新鮮な状態で採取してきたものなので、識別しやすくなっている。ところが、川原に落ちている自然の石は、表面が風化していたり、識別が微妙な岩種であったり、コンクリートや瓦の破片のような紛らわしい人工物も含まれており、自然の状態での岩石識別の難しさを実感したようであった。

また、地学の学習内容とは異なるものの、ちょうど河原にヒメジオンの花が咲いていた。学生に花の種類を問いかけた所、一般的な見分け方として「ハルジオンなら茎が空洞、ヒメジオンはつまっている」という知識は持っていた。ところが、実際に茎を切って観察を行なったところ、切る際に中身が潰れて中空のように見えてしまったため、ハルジオンだ、という結論に達してしまった。理科の教員を目指す学生としては、岩石の識別と同様に、受験勉強のように一つの知識だけで判断するのではなく、葉のつき方や、観察時期が7月であることなども考慮に入れて、総合的に判断できるよう経験を積んで行って欲しい、と感じた場面であった。

指導する教員の立場としては、せっかく暑い中自転車で移動してきてもらった野外なので、色々な事象を観察し、より多くのことを学習・理解してもらいたいと思っている。だが実際には、早々に学生の自然に対する興味は失われ、岩石の識別は、より“水切り”に適したいい形の石を見つける方向に切り替わり水切り競争が始まった。

6. 吾妻子の滝の歴史的な背景

最後に、地形と地質の観察のために訪れた“吾妻子の滝”であるが、滝がその名で呼ばれるようになったのは、鎌倉幕府成立以前に遡る。そこにあらわれるのは、源頼政と呼ばれる平安時代末期の武将・公卿・歌人である。

頼政は、平清盛の推挙により1178年（治承2年）に平家政権下で、清和源氏としては突出した従三位に叙せられている。しかし、その前年の1177年（治承元年）に鹿ヶ谷の陰謀事件が起きた際に、後白河法皇の関与が疑われるなど、平氏政権と後白河院政との間で軋みが生じた時期であり、法皇と対立した清盛が、兵を率いて福原から京へ乱入してクーデターを断行、後白河法皇を幽閉している（治承三年の政変）。

このような平家の専横に不満が高まる中で、挙兵の動機には様々な説があるものの、1180年（治承4年）に頼政は後白河天皇の皇子である以仁王と組んで挙兵し、諸国の源氏に平家打倒の令旨を伝えた。しかし、計画が平家方に露見したため準備不足のまま挙兵を余儀なくされ、平家の追討を受けて宇治平等院の戦いに敗れ自害した（以仁王の挙兵）。

さらにこの時、頼政の側室である菖蒲の前（あやめのまえ）が、平氏の追手から逃れて安芸の国までやって来たものの、西条盆地のこのあたりで3歳になる息子を病気で亡くし、悲嘆にくれて詠んだ歌が

吾妻子や 千尋の滝のあればこそ 広き野原の 末をみるらん

と伝わっており、それ以来、“吾妻子の滝”と呼ばれるようになった、とされる。

頼政の挙兵は失敗し、その妻子も不幸な境遇となったものの、以仁王の発した平家打倒の令旨の効果は大きく、後に源頼朝・義仲をはじめとする諸国の源氏や大寺社の蜂起につながる大きな動きへとつながっていった。

【謝辞】

本稿の執筆にあたり、広島大学人間社会科学部自然科学システム教育学生物研究室の竹下俊治教授には植物の同定などで大変お世話になった。また本研究は、JSPS 科研費 22K03003の助成を受けた、記して感謝申し上げる。

【引用文献】

- 橋本雅己・楠見 久 (1958). 西条湖成層の層序について. 地質学会西日本支部会報, 22, p.1.
- 東元定雄・松浦浩久・水野清秀・河田清雄 (1985). 呉地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 93p.
- 平谷篤史・吉富健一 (2023). 火成岩の識別能力向上を目指した学習活動の実践 - 花崗岩類のみを観察対象として -, 地学教育, 75, 111-120.
- 水野清秀・南木陸彦 (1986). 広島県西条盆地南部の第四系の層序, 地質調査所月報, 37, 4, 183-200.
- 大竹義則・林 正久 (2009). 中国地方の地形環境 3 - 広島県 -, 徳山大学総合研究所紀要 第31号, 26p.
- 埼玉県高等学校理化学研究会地学研究委員会 (2010). 埼玉から地学 地球惑星科学実習帳. 埼玉県高等学校理化学研究会地学研究委員会, 189p
- 鈴木盛久・林 武広・山崎博史 (2006). 教員養成系大学学生の岩石識別力向上への試み. 地学教育, 59, 157-165.