

地学基礎実験：岩石の観察

青木 一勝・佐藤 友彦・山口 一裕*・土屋 裕太**・佐藤 成修***

岡山理科大学教育推進機構基盤教育センター

*岡山理科大学教育推進機構教育開発センター

**岡山理科大学非常勤講師

***岡山理科大学大学院理学研究科総合理学専攻

1. はじめに

本学で開講している「地学基礎実験」は、中学校や高等学校の理科教員免許取得に関わる科目であるため、学期ごとに2コース、年間合わせて4コース開講し、毎年100名程度の学生が受講している。ほとんどの受講者はこれまでに「地学」を履修してこなかった学生である¹⁾ため、この科目では地学の基礎的な知識と基本的な地学実験技術の習得に重点を置き実習を行っている。そのなかで、筆者らは地学に関する知識・経験が少ない受講者でも、実習項目を的確に理解できるように実習内容の工夫・改善を行なってきた^{1,2)}。今回、実習項目の1つである「岩石の観察」について新しい所見が得られたので報告する。

岩石の観察には「鑑定力」が必要であり、その能力は単に岩石の知識の習得だけではなく、その岩石を「見た」経験と結びつくことで強化される。そのため、注目すべき特徴を的確に捉えた上で岩石の観察を行うことが重要になってくる。本実習でも、受講者が岩石の特徴を的確につかめるよう、写真や図などを活用し個々の岩石の特徴を説明した上で、課題に取り組んでもらっている。もちろん受講者により鑑定力はまちまちだが、その差が生じる原因がどこにあるのか不明であった。そこで、地学にあまり馴染みのない受講者が「どのような視点で岩石の観察を行なっているのか?」、「どのようなタイプの岩石の鑑定が苦手(あるいは得意)なのか?」などを把握するため、2022年度春学期に開講された地学基礎実験で「グループワークと振り返り学習」を取り入れた実習を行った。本論ではその内容と結果を報告し、そこから得られた所見を今後実習にどのように活かすか考える。

2. 実習内容

岩石標本(東京サイエンス製)のなかから深成岩3種類、火山岩3種類、堆積岩6種類、合わせて12種類(図1a)の標本を選び、受講者(春学期2コース:35名)に対し「岩石の観察」実習を実施した(図1b)。なお、火成岩(深成岩と火山岩)や堆積岩の岩石学的特徴については事前に最低限の説明を行っており、また受講者が岩石名そのものに悩むことがないように、前もってすべての岩石名について選択肢を明示している。観察時間は40分から1時間程度で、その後2~3名のグループ内で互いに岩石の特徴について意見交換・答え合わせをしてもらった。最後に、個々人で鑑定を間違えた岩石標本について、「なぜ間違えてしまったのか?」について振り返り学習をしてもらった。



図1. (a) 12種類の岩石標本の例. 番号1-3 (深成岩): 前から花こう岩、閃緑岩、斑れい岩. 番号4-6 (火山岩): 前から流紋岩、安山岩、玄武岩. 番号7-12 (堆積岩): 前から泥岩、砂岩、礫岩、凝灰岩、石灰岩、チャート. (b) 授業風景.

3. 結果

表1に12種類の岩石それぞれに対し、何名の学生がどの岩石と間違えたかをまとめた。また、個々の岩石の鑑定結果については棒グラフとして整理した(図2から図15)。なお、図の縦軸はすべて間違えた人数を意味する。

表1. 観察した岩石標本と鑑定を間違えた岩石および人数の関係。間違えた人数の総数は右端に示す。

観察岩石↓	間違えた岩石→												人数	
	花こう岩	閃緑岩	斑れい岩	流紋岩	安山岩	玄武岩	泥岩	砂岩	礫岩	凝灰岩	石灰岩	チャート		
花こう岩	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
閃緑岩	1	0	0	0	5	0	0	0	2	1	1	0	0	10
斑れい岩	0	3	0	0	3	1	0	1	2	0	0	0	0	10
流紋岩	1	0	2	0	2	2	0	0	0	1	13	0	0	19
安山岩	2	2	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
玄武岩	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
泥岩	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	7
砂岩	0	0	0	1	0	0	5	0	1	0	0	0	0	7
礫岩	1	1	3	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	11
凝灰岩	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
石灰岩	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
チャート	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

3-1 花こう岩の結果と所見

花こう岩の鑑定を間違えた受講者は3名(約9%)であり、鑑定しやすい岩石であることが分かった(表1と図2)。これは構成鉱物が白色、黒色、灰色とはっきりとしており、比較的容易にそれらを識別できるため、受講者は説明を受けた花こう岩の岩石学的特徴を目で認識しやすいためと考えられる。一方、鑑定を間違えて選んだ岩石はすべて「閃緑岩」であった。間違えた理由は3名とも「色味だけで判断した」とのことであった。人によって色味の判断は異なるので、受講者に対し「色指数」といった有色鉱物の重量%による明確な色合いの基準(図3a)を説明する必要があるかもしれない。

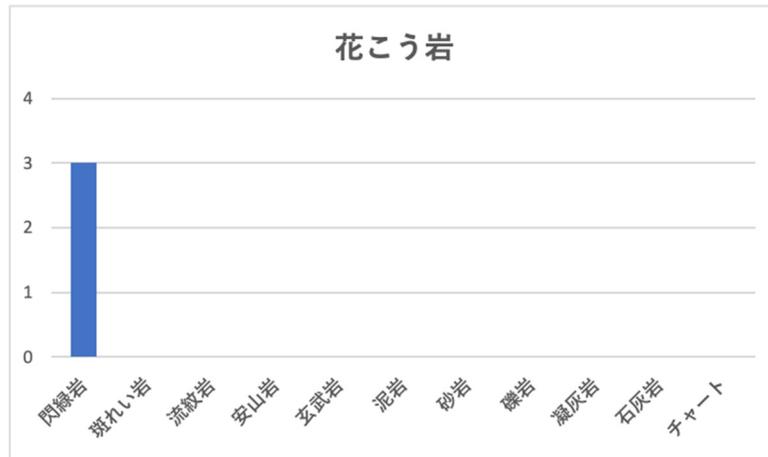


図2. 花こう岩の結果

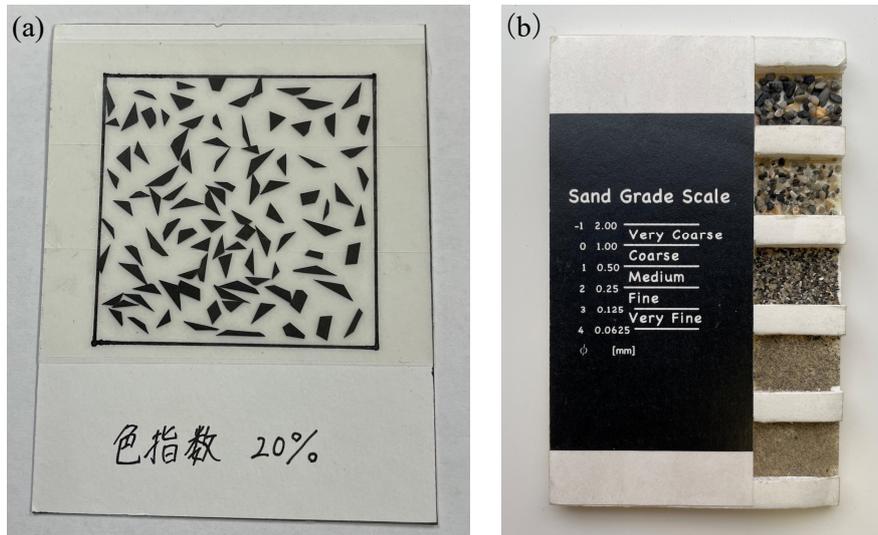


図3. (a) 色指数の教材例. (b) 粒度表の教材例

3-2 閃緑岩の結果と所見

閃緑岩の鑑定を間違えた受講者は全体で10名（約29%）であり、比較的鑑定しやすい岩石であることが分かった（表1と図4）。これは前述した花こう岩と同様、構成鉱物の色が白色、黒色、灰色とはっきりしているためと考えられる。一方、間違えた岩石4種類の中では、「安山岩」が5名と半数を占め、その理由の多くは「粒の大きさがよく分からなかった」であった。さらに「礫岩」と回答した学生（2名）も、「色と粒の大きさが判断したから」との理由であった。これらの共通項は、「鉱物の大きさの基準が分からない」ことだろう。今後は、岩石の特徴を説明する際、教科書や写真だけではなく「粒度表」（図3b）など実際の鉱物の大きさの基準が伝わる教材を使用していく必要がある。

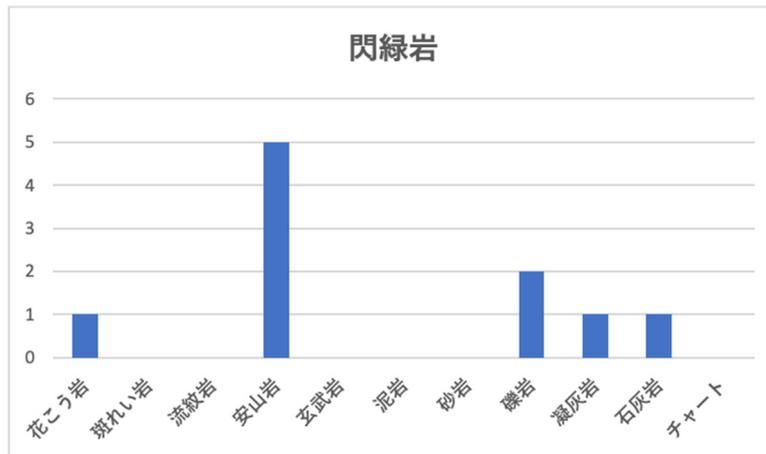


図4. 閃緑岩の結果

3-3 斑れい岩の結果と所見

斑れい岩を間違えた受講者は全体で10名(約29%)であり、比較的鑑定しやすい岩石であることが分かった(表1と図5)。この結果は、斑れい岩を含め深成岩は岩石鑑定の経験がない、もしくは少なくとも、判別しやすい岩石であることを示している。一方で、間違えて選んだ岩石の多くは、「閃緑岩」や「安山岩」で、その理由の多くは「色味だけで判断した」であった。先ほども述べたが、今後は「色指数」を使った色合いの違いを説明する必要がある。

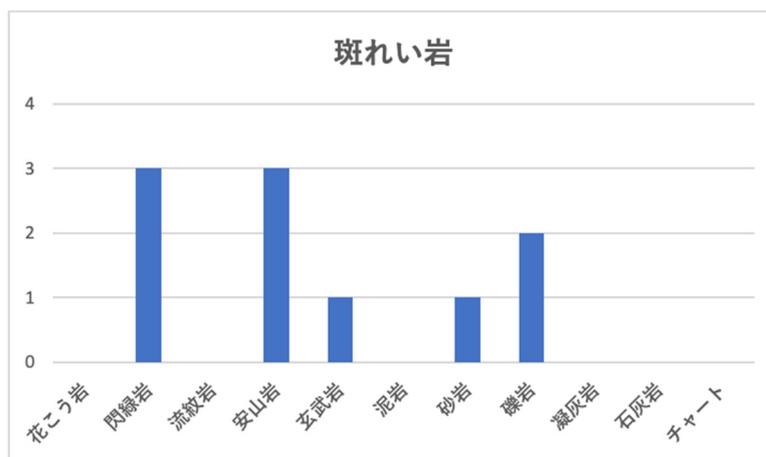


図5. 斑れい岩の結果

3-4 流紋岩の結果と所見

流紋岩に対し、半数以上の19名の受講者(約54%)が鑑定を間違えた(表1と図6)。また、その多くは流紋岩を「石灰岩」と判断し(13名, 約37%)、間違えた理由の半数以上は、「白の重なりが流離構造に見えた」や「白色の粒子の塊が斑状組織に見えた」であった(図7)。流紋岩と石灰岩は成因が全く異なるので、見慣れてしまえば2つの岩石を見間違えることはないと思うが、鑑定の経験が少ないうちは、鉱物集合部の色が周囲の色と異

なるだけで、「その箇所はなにかしら特徴的な岩石組織」と判断してしまう傾向があることが分かった。今後は斑状組織や流理構造といった岩石成因に関わる特徴も説明し、色の違いだけで岩石名を判断してはいけないことをしっかり受講者に伝える必要がある。

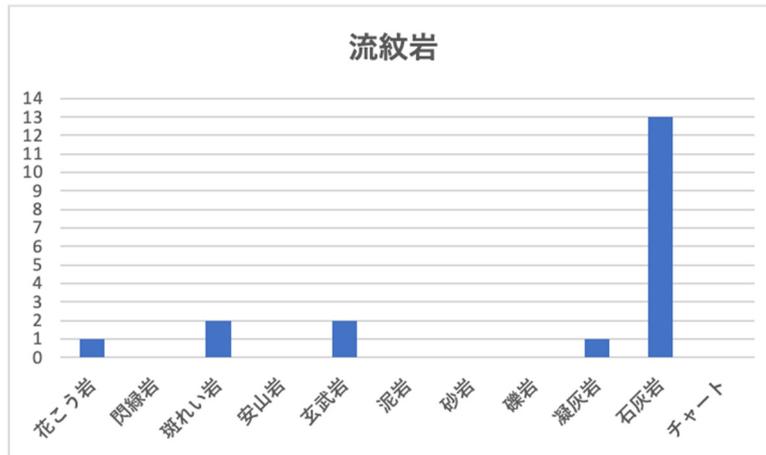


図6. 流紋岩の結果



図7. 流紋岩（左）と石灰岩（右）の標本

3-5 安山岩の結果と所見

安山岩の鑑定を間違えた受講者は全体で10名（約29%）であり、比較的識別しやすい岩石であることが分かった（表1と図8）。一方、間違えて選んだ岩石名はすべて他の火成岩のものであった。これは、肉眼で火成岩の構成鉱物の色や組織を観察・同定することの難しさを反映していると考えられる。その問題を克服し鑑定力を向上につながる効果的な方法はルーペを使うことであるが、使用経験のある受講者は多くはない。今後の実習では、ルーペの使用法を取り入れる必要がある。

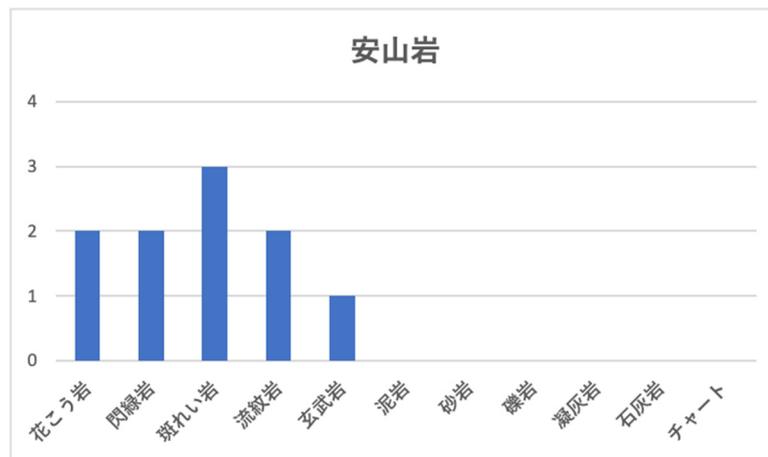


図8. 安山岩の結果

3-6 玄武岩の結果と所見

玄武岩の鑑定を間違えた受講者は全体で3名（約9%）のみで、花こう岩と同様に識別しやすい岩石であることが分かった（表1と図9）。玄武岩は他の岩石よりも見た目が黒っぽい岩石であるため、鑑定を間違える学生が少なかったのだろう。一方、「斑れい岩」や「安山岩」と間違えた学生は、「色味だけで判断した」との回答であった。ここでも「色指数」の理解が重要であることが示された。

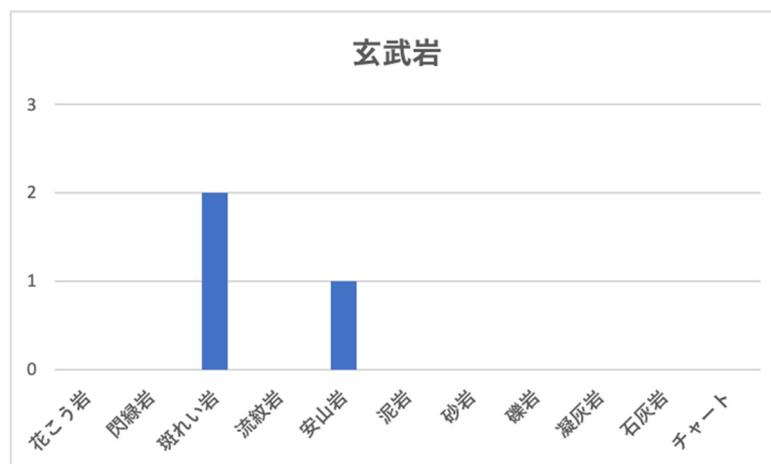


図9. 玄武岩の結果

3-7 泥岩の結果と所見

泥岩の鑑定の正解率は80%（28名）であり、地学に馴染みの少ない学生でも鑑定しやすい岩石であることが分かった（表1と図10）。一方、同じ堆積岩である「砂岩」と間違える受講者が一番多く（6名、約17%）、「粗い泥と判断した」や「泥と砂の粒子の大きさの違いが分からなかった」の回答であった。粒子の大きさの違いを正しく判断できれば泥岩は容易に鑑定できるので、「粒度表」の重要さがここでも示された。

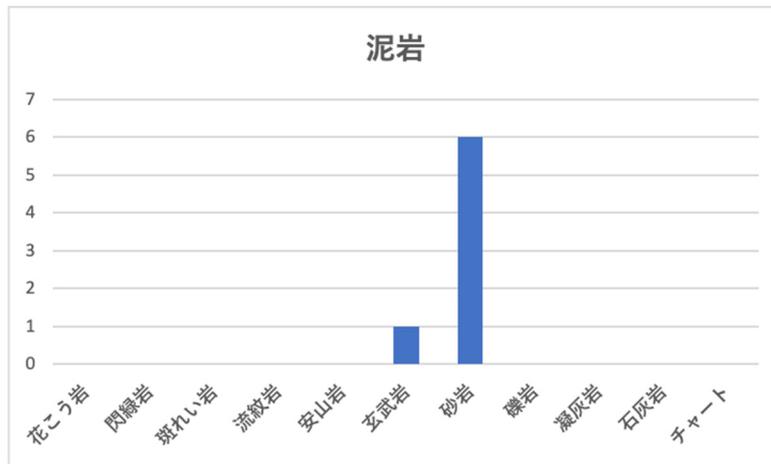


図10. 泥岩の結果

3-8 砂岩の結果と所見

泥岩と同様に、正解率は80%（28名）で地学に馴染みの少ない学生でも鑑定しやすい岩石であることが確認できた（表1と図11）。一方で、「泥岩」と間違える学生も多く、その理由は「泥と砂の粒子の大きさの違いが分からなかった」であった。「礫岩」と間違えた受講者の理由も同じような理由であった。「流紋岩」と間違えた理由は「色が白かったから」と色だけで岩石の種類を判断したことによるものであった。他の岩石の項目でも述べたが、今後の実習では「粒度表」や「色指数」を使った説明を行う必要がある。

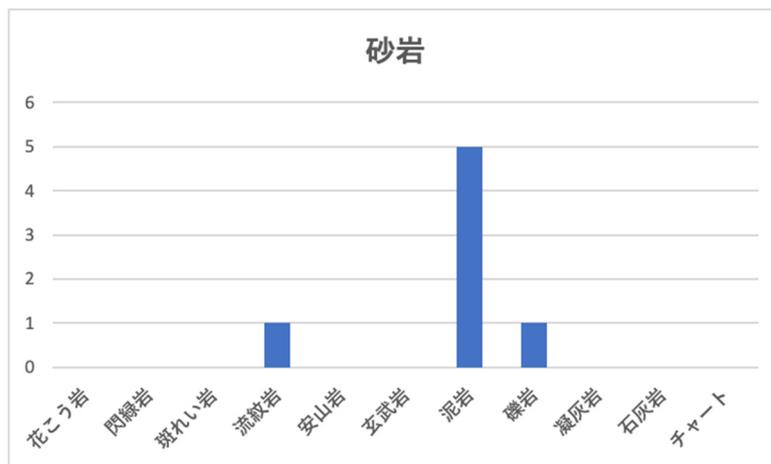


図11. 砂岩の結果

3-9 礫岩の結果と所見

礫岩の正解率は約69%（24名）であり、地学に馴染みの少ない学生でも比較的鑑定しやすい岩石であることが確認できた（表1と図12）。一方で、間違えた岩石の種類は花こう岩からチャートまでとさまざまであった（図12）。そのなかでも深成岩類と間違えた受講者が一番多く、その理由は「鉱物粒子が大きく、等粒状組織と思った」であった。深成岩と堆積岩とでは成因が異なるため、岩石の様相は全く異なる。また、礫岩の方が深成岩に比

べ脆いことが多い。今後は、受講者が礫岩を正しく鑑定できるように、そういった点が伝わる説明をしていきたい。

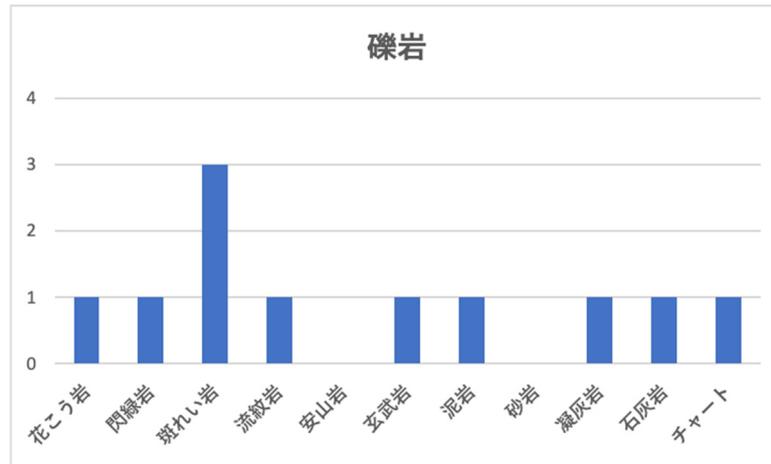


図12. 礫岩の結果

3-10 凝灰岩の結果と所見

凝灰岩の正解率は約91% (32名)で、受講者にとって鑑定しやすい岩石であることが分かった (表1と図13)。今回使用した凝灰岩は「グリーンタフ」であったため、受講者には緑色の鉱物である「緑泥石」が鑑定の鍵になったようである。しかし、凝灰岩には常に緑泥石が入っているとは限らない。今後の授業では見た目の異なる凝灰岩標本をいくつか用意し、「柔らかく、脆い」といった一般的な凝灰岩の特徴も説明していく必要がある。

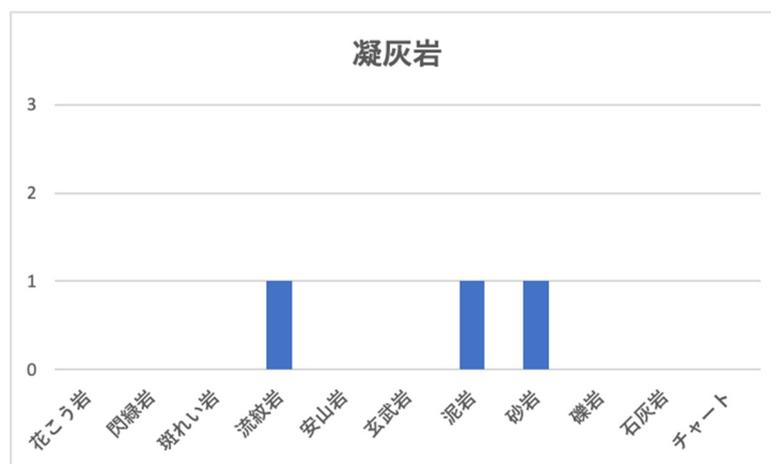


図13. 凝灰岩の結果

3-11 石灰岩の結果と所見

石灰岩の正解率は60% (21名)で、どちらかと言えば鑑定が難しい岩石であることが分かった。(表1と図14)。間違えて選んだ岩石名はすべて「流紋岩」であり、その理由の多くは、「灰色っぽいので流紋岩に見えた」であった。これは流紋岩の項目で石灰岩と間違

えた学生が多いことと相互関係にあると言える（図6と図7）。今回使用した石灰岩は確かに灰色が強い標本（図7）であったが、「石灰岩」標本としては一般的なものであり、よく観察すれば色以外の面で「流紋岩」ではないと判断するのは容易だろう。このことはやはり学生が「色」のみで岩石を鑑定する傾向が高いことを窺わせる。今後の実習では、岩石鑑定を行う際、「色」は鑑定のための1つの情報ではあるが、他の情報とも併せて多方面から鑑定することがいかに重要かを受講者に伝えていく必要がある。

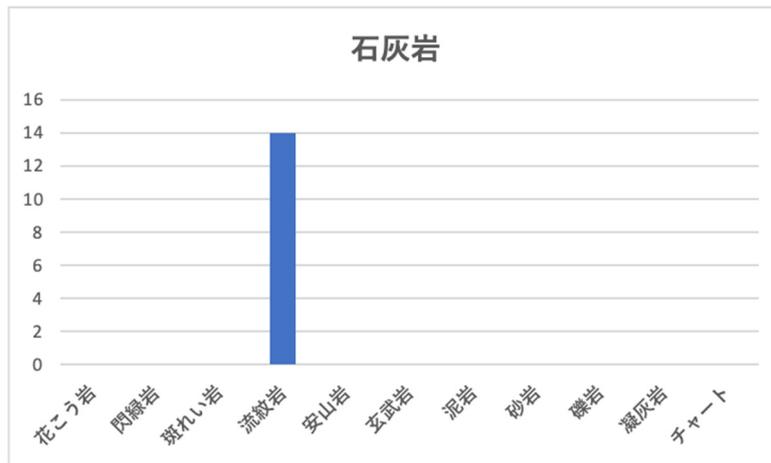


図14. 石灰岩の結果

3-12 チャートの結果と所見

受講者34名が正しく鑑定を行い、今回の標本の中では一番高い正解率（約97%）であった。他の岩石と見た目にも異なるため、地学初学者にも鑑定が容易な岩石であることが分かった（表1と図15）。なお、鑑定を間違えた受講者の理由は、「色が白いからチャートにした」であった。チャートは含まれる元素の種類により緑や赤など白以外の色を呈するので、今後の説明ではその点を強調する必要がある。

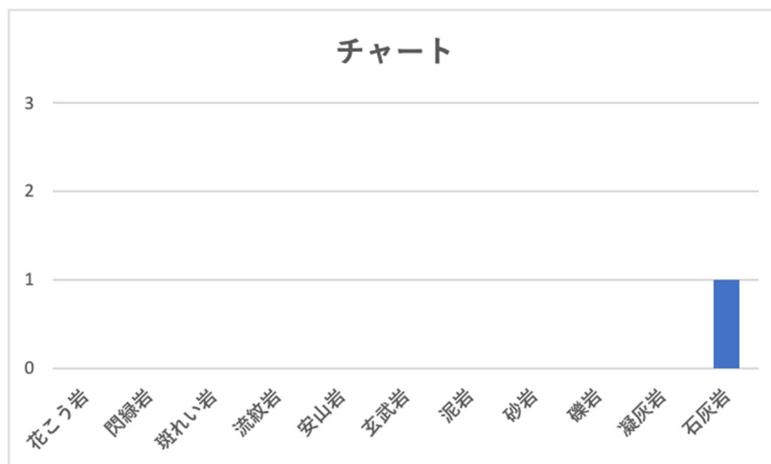


図15. チャートの結果

4. アンケート結果

受講者に対し、2つの項目に対するアンケートを実施した。1つ目は「興味をもった岩石」、2つ目は「野外実習に行きたくなりましたか?」である。(1)は学生がどのような岩石に興味をもつのか/もったのかを把握するため、(2)は野外実習授業の必要性を確認するためである。

4-1 項目1の結果

「興味をもった岩石」として半数以上の受講者が堆積岩を選び、そのうち14名(40%)が「チャート」、7名(20%)が「石灰岩」と回答した。(図16)。「チャート」は岩石鑑定で一番正解率が高かった岩石である。したがって、分かりやすい(識別しやすい)岩石は、受講者の学習意欲を高めるきっかけになることを窺わせる。一方で、正解率が低かった「石灰岩」に対し興味をもった学生も多い。これは、「間違える」ことで受講者の学習意欲を高めたり、学習記憶を定着させたりする効果なのかもしれない。今回の鑑定で一番正解率の低かった「流紋岩」もチャート、石灰岩に次ぐ回答数(5名:約14%)であることもこの考えと矛盾しない。また、これらの3つの岩石は見た目にも色鮮やかであるので、そういった点も学生の興味を引く要素なのかもしれない。今後は、そういった鑑定は難しいが色鮮やかな岩石を授業で活用していくことで、受講者の「岩石・鉱物」に対する興味を高めることができるかもしれない。

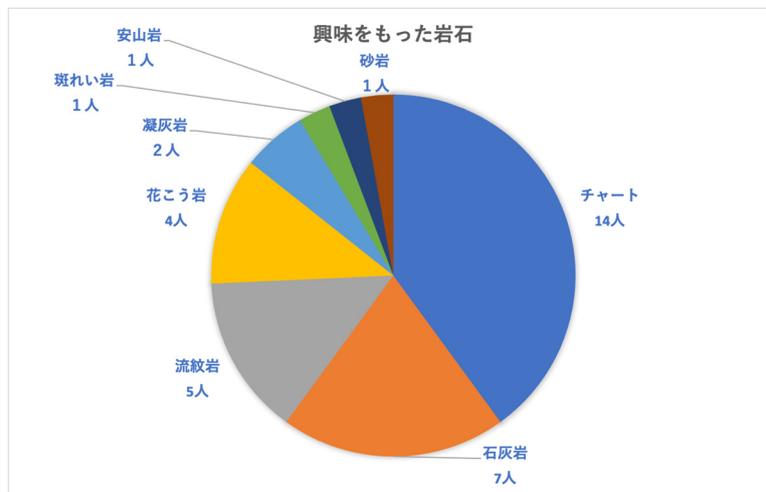


図16. 興味をもった岩石のアンケート結果

4-2 項目2の結果

80%以上の受講者(29名)が「野外実習に行きたい」と回答した(図17)。昨年度、地学基礎実験受講者に対し行った類似のアンケートでも、「機会があれば」を含めると今回と同様に高い回答率(92%)を得ている²⁾。先に述べた通り、受講者の多くは、「地学」に馴染みがない。しかし、前回の結果を含めたアンケートの結果は、「地学」に馴染みがないからこそ、野外(露頭)に行き、実際に自分の目で地層や岩石を観察してみたいと思う学生が多いことを示している。しかし、実験1クラスあたりの受講人数の関係から彼らを一度

に野外へと引率するのはなかなか難しい。そこで、実験以外の授業ではあるが、ある程度（10数名）の人数を引率し野外実習を行えるように、基盤教育科目の「自然をよみとく」科目として、地質・火山などを中心とした野外巡検科目の開講を著者ら（青木・佐藤・山口）で準備中（2023年開講予定）である。この科目の詳細については別途報告する予定ではあるが、この科目を通して天然の露頭で地層の空間的配列や岩石の視覚的差異を考える時間を受講者に提供することができれば、地学に対する彼らの興味や関心もさらに高まると期待される。

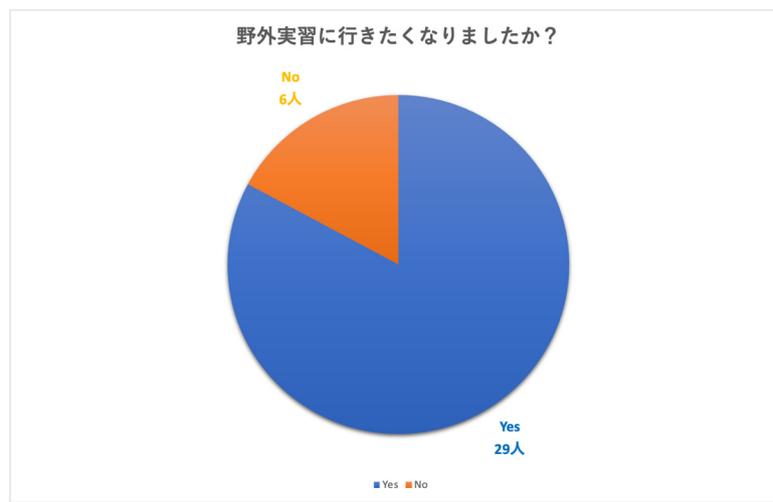


図17. 野外実習参加のアンケート結果

5. まとめ

本論は「岩石」に馴染みがない受講者がどのような岩石の観察を苦手（あるいは得意）とするか?」などを把握するため、2022年度春学期に開講された地学基礎実験（火曜日と金曜日の2コース開講）で行なった「岩石の観察」の実習結果およびアンケート結果を報告した。その結果、受講者全体の傾向として、「色」を基準とした観察のみで岩石のタイプ分けを行なっているケースが多いことが分かった。「色」は岩石を特徴付ける要素の1つであるので、着眼点として問題はないが、それだけでは正確な岩石の鑑定はできない。今後の実習では「色指数」や「粒度表」の説明に加え、「ルーペ」も活用し、色合いの判断基準や構成粒子径の基準、さらには粒形の違いや岩石組織の違いなどがこれまで以上に受講者に伝わるように説明内容を改善していきたい。また、受講者の多くは、チャートや石灰岩など見た目が綺麗な岩石に興味を持つことも分かったので、今後の実習ではそういった岩石も活用し、彼らの学習意欲を高めていきたい。今回の実習と直接関係はないが、受講者の多くは野外実習を経験してみたいことも分かった。今後、基盤教育科目として地質・火山などを中心とした野外巡検科目を開講し、地学に対する彼らの興味や関心を高めていきたい。

謝辞

匿名査読者2名の建設的なコメントは本稿の改善に大いに役立ちました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 青木一勝・土屋裕太・伊達勇輝・徳田 蓮・加藤大地：地質図理解のための模型実習 -地形図と地層の走向・傾斜-, 岡山理科大学教育実践研究, 4, pp185-190 (2020)
- 2) 青木一勝・土屋 裕太・山口 一裕・佐藤 成修・田辺 美羽：地学基礎実験：模型教材の活用, 岡山理科大学教育実践研究, 5, pp101-109 (2021)