



佛教大学公式キャラクター
ぶったん

科研費種別 基盤研究C

研究期間 2018～2020

研究課題 地質学的時間概念と空間概念の認識実態調査及び概念獲得方策の提案

HIRATA

Toyosei

准教授 平田 豊誠

研究目的

【研究背景】理科の教科書で、火成岩の成因、火山岩と深成岩のでき方の違いとしての説明は一般的に次のように記されている。

「火成岩は、マグマの冷え方のちがいで、大きくは次の2種類に分けられる。マグマが地表付近まで上がり、地表や地表付近で短い時間のうちに冷やされて固まったものが火山岩である。また、マグマだまりなど地下の深いところで、長い時間をかけてゆっくりと冷えて固まったものが深成岩である。」(下線筆者)。

ここでは、「長い時間をかけてゆっくり冷える」についての具体的な期間や、「地下深く」という具体的な数値が明記されていない。また教授者や学習者が実際に深成岩のできる冷却固結に要する時間(地質学的な時間スケール)や、深成岩のできる深さ(マグマだまりの深さに相当)について具体的に正しく認識しているかどうかは不明である。これら地質学的な時間スケールや空間スケールについての認識状況を明らかにする必要がある。【研究目的】教授者および学習者の持つ地質学的時間概念・空間概念それぞれについて認識状況を明らかにし、概念獲得のための改善方法を提案すること。

研究内容

- 教科書等での「マグマが地下深くでゆっくり冷えて固まる」という抽象的記述に対して、深成岩ができる冷却固結に要する具体的な時間や深成岩のできる所の具体的な深さについて、小学校教員、中学校理科教員、教員志望学生を対象に認識調査を行った。
- 文部科学省検定済みの理科教科書(中学校5社、高等学校:地学基礎5社、地学2社)および教師用指導書の記述内容を分析し、深成岩の冷却固結に要する時間やマグマだまりの深さの具体的な記載の内容を分析した。
- これらをもとに、深成岩における正しい地質学的時間概念・空間概念を獲得するための具体的な提案や方策を検討した。

研究成果

(1) 深成岩の冷却固結に要する時間の認識状況

義務教育段階で捉えておくとい花崗岩質マグマの冷却固結に要する時間の妥当な範囲は、10万年位から1000万年程度であることを示した。

妥当な回答を行った小学校教員は7.3%、中学校理科教員は11.6%だった(表1)。教員志望学生対象では2.7%、初等教育志望者で4.4%、中等理科志望者で3.0%だった(表2)。

(2) 深成岩のできる所(マグマだまりの深さ)の認識状況

深成岩のできる深さについて妥当な回答を行ったのは小学校教員では全体41人中10人(24.4%)、中学校理科教員では155人中66人(42.6%)であった。小学校教員

表1 小学校教員と中学校理科教員のマグマの冷却固結に要する時間に関する調査結果					表2 教員志望学生のマグマの冷却固結に要する時間に関する調査結果						
ゆっくり冷える時間スケール	小学校教員全体 人数(人)	割合(%)	中学校理科教員全体 人数(人)	割合(%)	ゆっくり冷える時間スケール	全体(高小中高特支) 人数(人)	割合(%)	初等教育志望者 人数(人)	割合(%)	中等理科志望者 人数(人)	割合(%)
数時間～24時間	1	2.4	4	2.6	数時間～24時間	68	15.3	19	16.6	19	11.4
数日単位	0	0.0	3	1.9	数日単位	33	7.4	7	6.2	6	3.6
1年以下	2	4.9	15	9.7	1年以下	66	14.9	14	12.4	28	16.9
10年以下	3	7.3	16	10.3	10年以下	80	18.0	24	21.2	31	18.7
100年以下	12	29.3	15	9.7	100年以下	68	15.3	15	13.3	35	21.1
千年以下	7	17.1	20	12.9	千年以下	33	7.4	8	7.1	14	8.4
1万年以下	7	17.1	21	13.5	1万年以下	31	7.0	7	6.2	13	7.8
5万年以下	2	4.9	18	11.6	5万年以下	4	0.9	1	0.9	1	0.6
10万年以下	0	0.0	6	3.9	10万年以下	7	1.6	1	0.9	6	3.6
100万年以下	2	4.9	13	8.4	100万年以下	5	1.1	1	0.9	3	1.8
1000万年以下	1	2.4	5	3.2	1000万年以下	7	1.6	4	3.5	2	1.2
5000万年	0	0.0	1	0.6	5000万年	1	0.2	1	0.9	0	0.0
1億年	2	4.9	1	0.6	1億年	5	1.1	3	2.7	1	0.6
10億年以下	1	2.4	6	3.9	10億年以下	5	1.1	2	1.8	1	0.6
46億年以下	0	0.0	2	1.3	46億年以下	0	0.0	0	0.0	0	0.0
46億年以上	0	0.0	1	0.6	46億年以上	0	0.0	0	0.0	0	0.0
その他	0	0.0	2	1.3	その他	11	2.5	2	1.8	4	2.4
無回答	1	2.4	6	3.9	無回答	20	4.5	4	3.5	2	1.2
合計	41	100.0	155	100.0	合計	444	100.0	113	100.0	166	100.0

() は初等教育マグマの冷却固結に要する時間のおおむね範囲を示している。

()内は花崗岩質マグマの冷却固結に要する時間の妥当な範囲を示している

全体と中学校理科教員全体における差(18.2ポイント)について有意差が認められた。

(3) 深成岩の冷却固結に要する時間の認識状況の考察

- 小学校教員の中では、地質学的時間スケールといっても、ヒトの時間スケール(おおよそヒトの寿命に対する時間概念)にとどまっていると推察できる。
 - 中学校理科教員では、ヒトの時間スケールよりも長い時間スケールで捉えていることが推察できる。しかし数千年から数万年と明らかに短い時間として認識していることが明らかとなった。
 - 抽象的な表記で示されている内容について、教授者によって妥当な認識ではなく、自身の主観的な解釈によって教授がなされている可能性を指摘することができる。
- 解決案として、義務教育段階の中学校理科教科書等において、深成岩の冷却固結に要する時間の具体的な期間の記載を行っておくことが考えられる。

(4) 研究成果の社会的還元

1点目:A社の教科書教師用指導書に、下の枠内のような内容の記述を行い、中学校で理科を教える教員の理解を促すことに貢献できた。

つまづきのフォロー (用語の留意点)

- 発問例 深成岩の「ゆっくり冷えて固まる」とはどれくらいの時間だと思いますか?

義務教育段階で捉えておくとい花崗岩質マグマの冷却固結に要する時間の妥当な範囲は、10万年位から1000万年程度と考えられている。このような地学的時間スケールを是非とも把握させておきたい。

指導のポイント 図1 火成岩のでき方

- 発問例 地下の深いところで冷え固まった岩石を、なぜ地表で目にすることができるのか?

発問のような疑問を持たせるようにする。深成岩なのに地表に出ているということをあたり前ととらえずに疑問を持つようにながしたい。図1の説明で、大地の変動の時間的スケール(数万年から数百万年)・空間的スケール(地下数kmから地上数百m以上に隆起している)も押さえる。

参考資料

深成岩の「ゆっくり冷えて固まる」とはどれくらいの時間なのか?

この問いかけに対して、花崗岩質マグマが冷却に要する時間として妥当な範囲(10万年位～1000万年程度)を回答した大学生は約3%であった。中学校理科教員でも約12%であった。大学生の約38%が1年以下と回答し、100年以下までの回答累積は約71%となっており、妥当な期間に比べて圧倒的に短期間と認識している状態である。これらから中学校の段階で地学的時間概念(地学的時間スケール)をしっかりとイメージできるように指導しておく必要がある。そのためにも教える理科教員の地学的時間スケールの理解も同時に求められていることを踏まえておきたい。

2点目:街中における石材(主に花崗岩や大理石)に着目し、これら街中化石・石材を題材にフィールドワークを主体とした授業を立案・実施し、学生の地質学的時間スケールの獲得と化石を見出す能力の伸長に貢献できた(図1、2)。

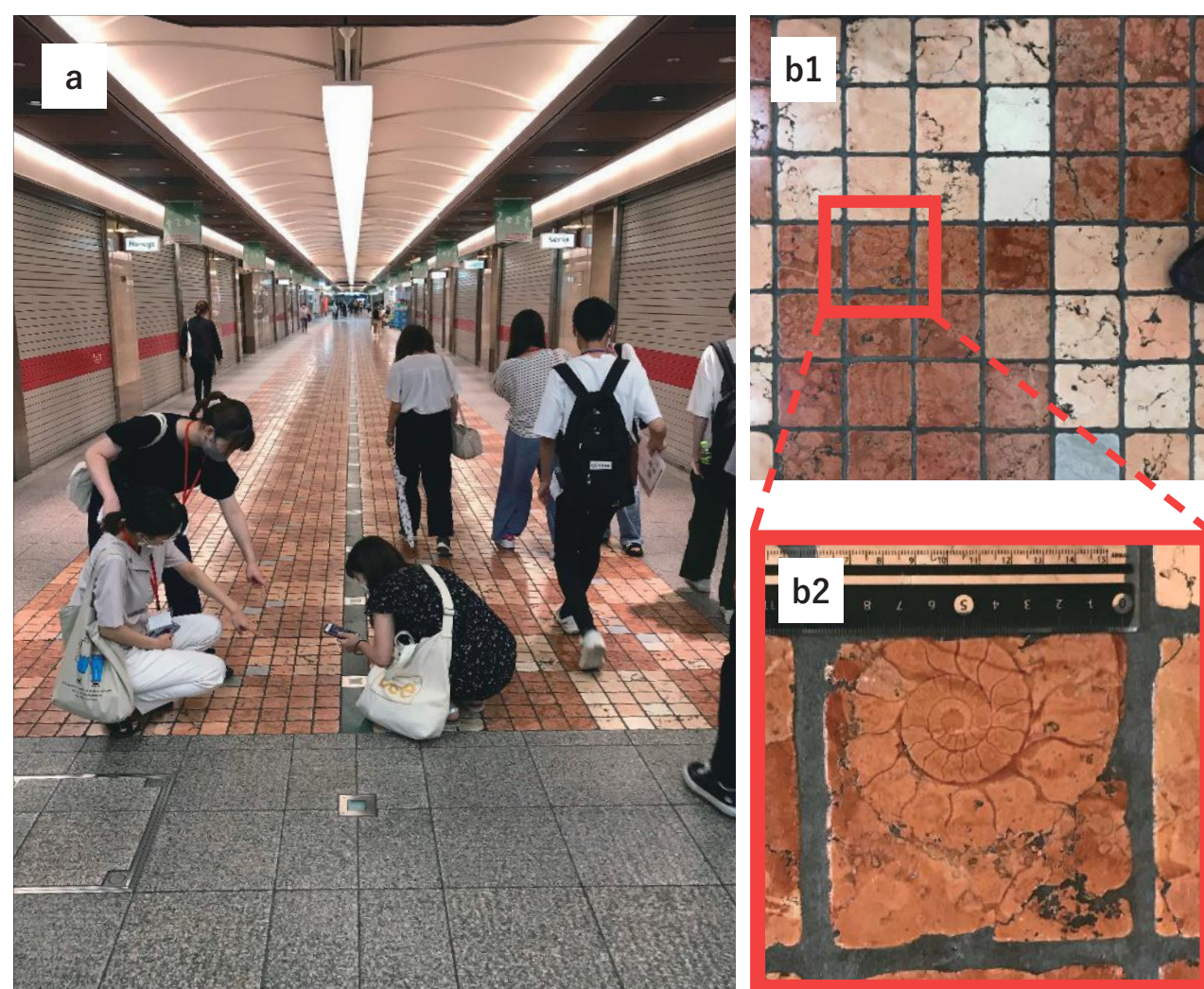


図1 街中化石・石材フィールドワークの風景

a:化石を探している学生。床には赤茶色系とやや薄いオレンジ色の石を見ることが出来る。b1、b2:床にあるアンモナイト。b2はb1の四角部分を拡大したもの。



図2 大学構内の石材

ほとんどが深成岩であり、できた年代と冷えて固まった期間の学習が可能

a:柱の部分が深成岩、b:ほとんどが深成岩(数万年から数百万年かけて冷えて固まった)、茶色く見えるものはバルチックブラウンと言われる石材でラバキヒ花崗岩(フィンランド産、約16億年前にできた)



専門分野

理科教育学、地学教育学、教科教育学

<https://www.bukkyo-u.ac.jp/faculty/teacher/354.html>

過去の科研採択・外部資金導入実績

- ・基盤研究C 理科授業に作問指導を導入した時の学習評価のための実用的ルーブリックの開発・検証 2015-2017
- ・奨励研究 場面解決型問題データベースの構築とテキスト分析を通した効果的な問題抽出 2013
- ・奨励研究 日常用語と科学用語の混同による概念獲得の阻害要因の究明と実践的解決策の開発 2007
- ・奨励研究 学習到達度を測る観点別評価基準収録集の作成と有効性の検証(中学理科地学) 2005

最近の業績

- ・『新しい科学1,2,3』(中学校理科検定教科書)、東京書籍、2021年3月
- ・『新しい科学教師用指導書1』、東京書籍、2021年3月
- ・「街中化石・石材探検フィールドワークー教員志望学生の興味を引き出し教員としての素養とするー」、みんなの地学、2号、pp.49-60、2021年6月
- ・「科学的に適切な電流概念を獲得することにつながる電気回路モデル教材の開発」、教育実践学研究、22号、pp.25-33、2021年3月
- ・「深成岩の「ゆっくり冷えて固まる」とはどれくらいの時間なのかー小学校教員と中学校理科教員の認識実態とその比較検討ー」、理科教育学研究、61巻2号、pp.383-389、2020年11月

受賞業績

平田豊誠准教授ゼミ わくわく研究室「はぐくみアクション賞」(京都是ぐくみ憲章)受賞 2020年2月



佛教大学