

歯科用印象材を活用した火山モデルの開発と実践

境 智洋

中学校における地質分野の学習では、これまで以上に体験を重視した活動が期待されている。しかし、この分野は、長い時間をかけた地球の歴史やスケールの大きい現象を扱うため、直接体験ではイメージできないことも多い。ここでは、歯科において歯形をとるための印象材を使い、直接体験では難しい火山のでき方を視覚的にわかりやすく再現する方法を検討した。

[キーワード] 中学校理科 大地の変化 マグマの粘性と火山体 富士山モデル 歯科用印象材

はじめに

中学校理科第2分野『大地の変化』において「火山の形，活動の様子をマグマの性質と関連づけてとらえること」という内容がある。マグマの粘性によって火山の形が変わることを生徒に実感させる方法として小麦粉¹⁾や石膏²⁾等を使ったモデル実験がある(図1)。

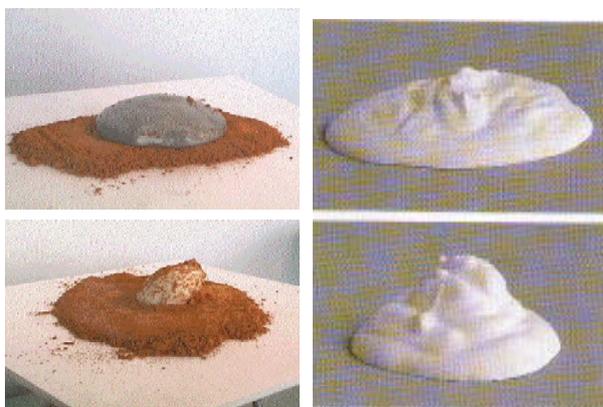


図1 小麦粉(左)・石膏(右)の火山モデル実験

しかし授業時間内で再現することのできる成層火山の形成モデルは今までに無い。また、教科書等に出てくる火山の図には、山の断面図(図2)が掲載されているが、生徒自身が山の中を実際に見ることができないため、火山の形成と断面を関連づけてイメージすることが難しい。

ここでは、マグマ

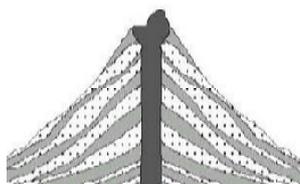


図2 山の断面図

の粘性を変えることで火山の形が変わることや成層火山の形成とその火山の断面を関連づけて、より実感して生徒が理解できるモデル実験をアルギン酸塩印象材(歯科用印象材)を用いて検討した。

1 アルギン酸塩印象材

アルギン酸塩印象材は、可溶性アルギン酸塩(アルギン酸ナトリウム又はアルギン酸カリウム)と石膏(硫酸カルシウム)により硬化する性質を利用したもので、一般に歯科において歯形をとる場合に用いられている。

アルギン酸塩印象材(以下歯科用印象材)は、次の点において教材として活用するには大変有効である。

- (1) 学校歯科医から入手先を聞き、1kgで1800～4000円程度と、消耗品で購入可能である。
- (2) 口に入れる物であり素材として安全である。
- (3) 短時間で硬化する(製品によって、硬化時間が1分程度から3分程度までである)。
- (4) 水性絵の具で着色が容易である。
- (5) 積み重ねや切断が可能である。
- (6) 歯科用印象材に加える水の量を変化させることで歯科用印象材の粘性を変えることができる。
- (7) 水中で硬化させることができる。

ここでは、これらの特色を生かし、歯科用印象材を活用したモデル実験について述べる。

2 歯科用印象材に加える水の量を変え，マグマの性質と火山体の関係を見る

準備

発泡スチロール板（25cm×25cm×0.5cm；4枚），ビニル袋（およそ20cm×12cm；4枚），アルギン酸塩印象材（50g；4），三脚，水（100ã，120ã，140ã，160ã）

方法

- (1) フィルムケースの底を切り，筒状にする。
- (2) 歯科用印象材（50g）の入った袋に水（100ã）を加え，約30秒間で手で揉んで混ぜマグマに見立てる（図3）。



図3 手で揉む

- (3) 袋の中の歯科用印象材の粘性を手で感じてみる。

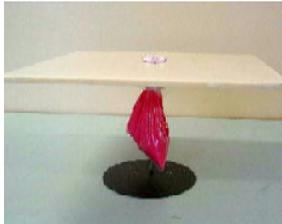


図4 準備



図5 溶岩の噴出

- (4) 方法(1)で作ったフィルムケースの筒にビニル袋の上の部分を出し，三脚にのせたスチロール板の穴の下から1mmくらい上に出す（図4）。
- (5) ビニル袋をゆっくり手で絞って噴火させる（図5）。
- (6) 同様に水を120ã，140ã，160ãに変えて噴出させてみる（図6）。

結果



図6 溶岩の形(左から水100ã，120ã，160ã)

水の量を変えることで歯科用印象材の粘性が変わり，粘性が弱い溶岩からできた火山と，粘性が強い溶岩からできた火山体を形成することができる。

参考

昭和新山，三原山（伊豆大島）の写真と比較してみることで，生徒に実感を伴って山のでき方を理解させることができる（図7，8）。図7，8は，歯科用印象材(50g)，水(160ã)で一度噴火させた後に，粘性を変えた歯科用印象材を噴出させたものである。



図7 粘性の弱い溶岩からできた火山モデルと三原山（伊豆大島）



図8 粘性の強い溶岩からできた火山モデルと昭和新山

3 噴火を繰り返す火山の成長と火山体の断面

準備

発泡スチロール板（25cm×25cm×0.5cm），ビニル袋（およそ20cm×12cm，6枚），アルギン酸塩印象材（25g；6），三脚，絵の具（6色），水（75ã；2，100ã；4），

方法

- (1) フィルムケースの底を切り，筒状にする。
- (2) 歯科用印象材（25g）の入ったビニル袋に絵の具で着色した水(100ã)を加えて，約30秒間で手で揉んで混ぜマグマに見立てる。
- (3) 方法(1)で作ったフィルムケースの筒にビニル袋の上の部分を出し，三脚にのせたスチロール板の穴の下から入れて板の上に1mmくらい出す。
- (4) ビニル袋をゆっくり手で絞って溶岩を噴出させる。

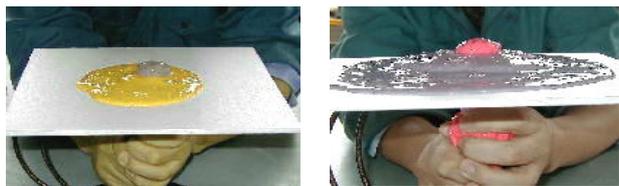


図9 成長する火山

- (5) 噴火後1～2分で硬化する。硬化後にビニル袋とフィルムケースをスチロール板から引き抜く。
- (6) 噴火口が印象材でふさがったら、フィルムケースの筒を印象材で作った火山の噴火口付近に押し込み、穴を広げる。
- (7) 方法(1)～(6)を4回行って火山を成長させる(図9)。
- (8) 水の量を5回目以降100ā から75ā に減らしマグマの性質を変え、方法(1)～(6)を2回行って山をさらに成長させる。

結果

数回の噴火により、溶岩が積み重なって山が成長したことがわかる。また、以下の方法により、噴火と火山の断面を関連づけることや、噴火と火山の成長を関連づけることができる。

- (1) 6回の噴火を終えた後にカッターナイフで半分に切ってみる(図10)。
- (2) 1枚1枚順番にできた溶岩の層を剥がす(図11)。



図10 火山の断面



図11 出来上がった火山から溶岩の層を剥がす

4 富士山型モデルとその断面を見る

準備

- 3に同じ、茶こし(ふるい)

方法

3の方法(1)～(6)を行う。それぞれの噴火と噴火の間に、火山灰や、火山礫等の火山碎屑物に見立てた歯科用印象材(20g)を茶こしでふるって、噴火口付近に堆積させる(図12)。

結果

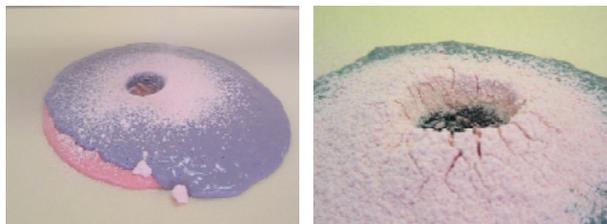


図12 歯科印象材を火口付近に堆積させる

火山碎屑物の噴出と溶岩の噴出を交互に行うことで富士山型の火山体を再現できた(図13)。



図13 富士山型(成層火山)モデル

溶岩の噴出前には、山頂付近に地割れが生じたり、溶岩の流れに不均一な状況が生じたりする。火山碎屑物の堆積の様子によって、様々な火山体を生じさせることができる。

噴火後に印象材は1枚1枚剥がすことができ、溶岩の流れや、火山碎屑物がどのように溶岩の流れを変えたかを再度見ることができ、火山の成長の様子を実験後に振り返ることができる。



図14 様々な形の成層火山

5 歯科用印象材を使った火山の学習の実践

以下の指導計画のもとで、標茶町立虹別中学校において歯科用印象材を使った授業を行った。

第2分野 大地の変化

火をふく大地（5時間）

- (1) 身近な火山と噴火（災害と恩恵）
- (2) 火山のタイプ
- (3) 成層火山のでき方
- (4) 火山灰の観察
- (5) 火山岩と深成岩

以下1時間目から3時間目までの概要を記載する。当日は、教科書の内容をよりわかりやすくするために自作プリントにより授業を進めた。

【1時間目 身近な火山と噴火】

北海道の活火山について話し合い、情報を交換した。その後火山噴出物の実物と噴火の様子映像を見て噴火をイメージし、噴火によってどのような被害が出るか、またどのような恩恵があるかを話し合った。

【2時間目 火山のタイプ】

昭和新山・羊蹄山や羅臼岳・三原山の山体を見て、なぜこのような形ができるのかを話し合った。その後、歯科用印象材を用いてマグマの粘性との山形についてのモデル実験をグループ毎に行った。

【3時間目 成層火山のでき方】

2時間目で粘性の強い溶岩と粘性の弱い溶岩によってできた火山の形が違うことを学習した。その後「富士山や羊蹄山などの山がどのようにできるのか」という課題から、成層火山モデルを4人のグループ毎に作成した（図15）。

授業の終わりには断面を切り、歯科用印象材を1枚1枚剥がして火山の成長を振り返った。

授業後、生徒の感想には、「マグマの性質によって火山の形が変わることがわかった」、「富士山のような火山のでき方がわかった」、「楽しく火山のでき方を学習することができた」、「身近な山も同じようにできているのか、印象材で復元してみたくなった」、「山は、マ

グマの性質で様々な形になることがわかってきた」等の感想を得ることができた。また授業はわかったかについては、全員が「わかった」と答え、授業の楽しさも、ほぼ満足、満足に答えた。また、北広島市内の中学校で行った教育実習生の授業を撮影したビデオも含めて検討した結果、以下の教育上の効果があった。

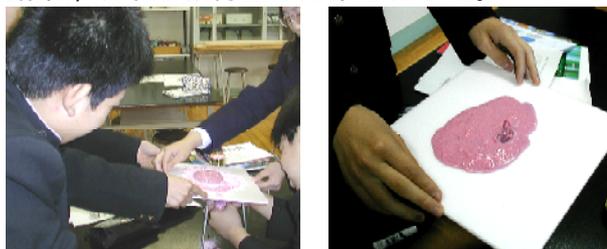


図15 虹別中学校での授業

- (1) 1時間の授業の中で歯科用印象材を活用することでマグマの性質と火山の形の関係を確かめることができるとともに、1枚1枚剥がしていくこともでき、火山の成長を振り返ることができた。火山体の成長、断面を1時間の授業の中で見ることで授業において生徒の興味関心が高まった。
- (2) 成層火山を作り、山体の断面を見ることで噴火の回数と、噴火によってできる地層を関連づけて理解していた。また、火山の形、活動の様子をマグマの性質と関連づけてとらえる事ができ、生徒の理解も高まった。
- (3) 成層火山の作成では、生徒がマグマの粘性を各班で若干変えて実験を行ったため、他の班と違う形の山ができた。このことから、生徒の科学的な思考を促し、身近な火山の形とマグマの性質を結びつけて考えることができるようになった。

参 考 歯科用印象材の活用

印象材の性質を利用することで、地層のでき方をモデルで示すことができる。ここでは扇状地モデルを作成し、地層の広がりを確認する方法を参考に紹介する。

準 備

発泡スチロール板（50cm×90cm×0.5cm）に

境

紙粘土で簡単な地形をつけた模型（図16），アルギン酸塩印象材（50 g；6），傾斜をつけたコの字の樋（1 m）（図17），絵の具（6色），水（350ā；6）

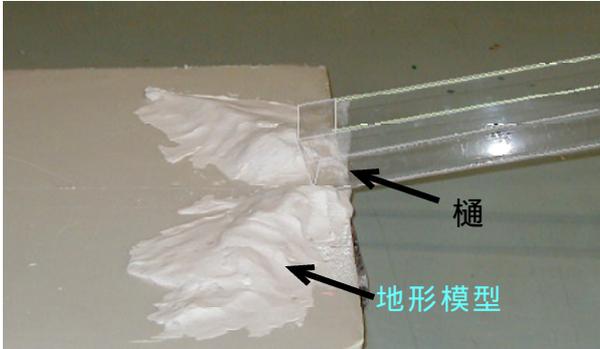


図16 扇状地モデル実験器

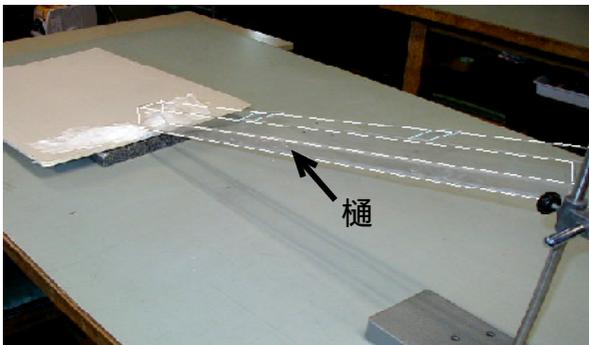


図17 樋の取り付け方

方 法

- (1) 地形模型を約1度に傾斜させ、樋を傾斜10度～20度に傾けて図16のように設置する。
- (2) 歯科用印象材（50 g）をビーカーに入れ、絵の具で着色した水（350ā）を加えて、約30秒間かき混ぜる（図18）。
- (3) 樋の上端から溶いた歯科用印象材を流す（図19）。
- (4) 地形模型に流れた歯科用印象材を観察する。
- (5) 硬化したら絵の具の色を変え方法(2)～(3)を6回繰り返す。



図18 かき混ぜる

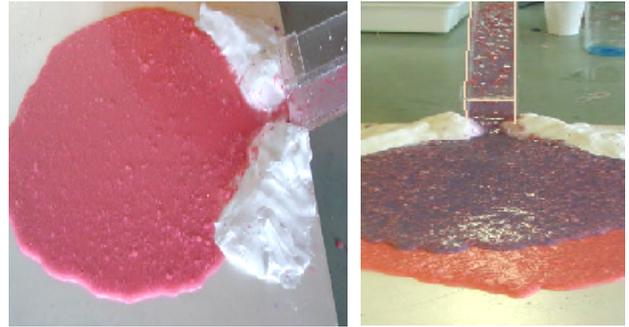


図19 流れ出た歯科印象材

傾斜が変わったところから扇状に歯科用印象材が堆積し、繰り返すことで大きな扇状地を形成した（図20）。以下の方法で扇状地の地層の様子を確認することができる。。



図20 形成された扇状地

- (1) 透明なストローを堆積した歯科用印象材に差し込んで引き抜き地層の様子を観察する。図19の直線上に2 cm間隔で何本か差し込んで引き抜くことを行い、それぞれの層の厚さから見えない層の広がりを見える層の厚さを想像する（図21）。³⁾
- (2) カッターで切断し、地層の広がりや堆積の厚さを観察する（図22）。



図21 地層のボーリングをして内部を想像する

結 果

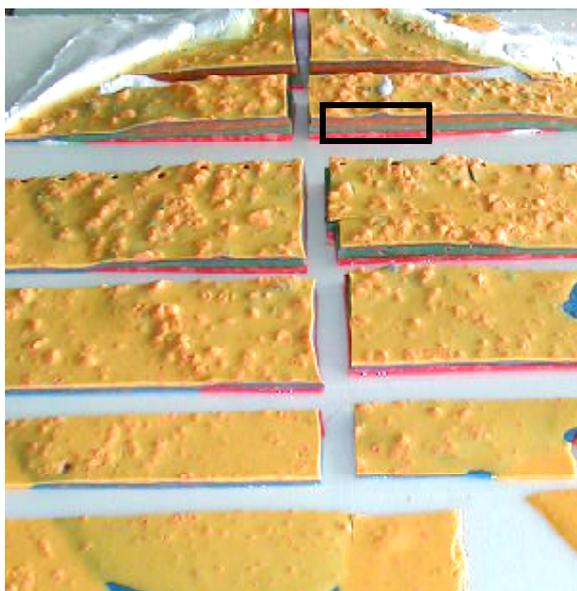


図22 堆積の様子を観察する

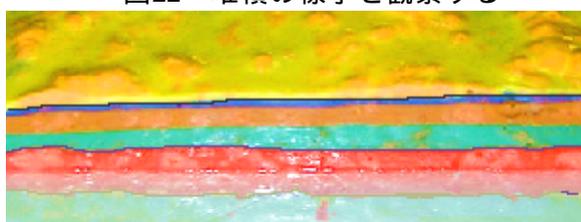


図23 図22の枠部分の拡大

歯科用印象材の性質を利用すると、扇状地の形成モデル、地層モデルができる。このモデルは、流水の働きにおける堆積をモデル化したもので侵食、運搬のイメージはつきにくい。この点は今後の課題である。地層モデルでは、左右から力を加えると褶曲、切れ目を入れて左右から力を加えると逆断層を生じさせることができ、様々なモデル実験が可能であることもわかってきた。今後の検討でさらに応用できるものと考ええる。

おわりに

歯科用印象材は、地学分野では化石のレプリカを作る型取りの素材として使われていた。今回の検討で、火山体の形成モデルだけでなく、地層形成モデルでも活用できることがわかった。歯科用印象材を活用することによって、「火山の形、活動の様子をマグマの性質と関連づけてとらえること」というねらいは充分達成される

だけでなく、生徒の興味関心、科学的思考を促すこともでき、教材として広く活用できる。さらに、実験に使用する材料が限られているため比較的实验の準備もしやすい。

これらのモデル実験は小学校でも活用できる。小学校理科第6学年では、土地やその中に含まれるものを観察し、土地のつくりや土地のでき方を調べ土地のつくりと変化について考えをもつようにする学習が行われる。この中で課題選択として「土地は火山噴火によって変化すること」を取り上げており、主体的に児童に選択させるためには、多くの情報を児童に提供することが大切である。身近な土地が火山や地震によって変化することをモデル実験を通して学習し、身近な土地がどのようにしてでき、どのような災害が起きる可能性があるのかを児童自身で実感し、選択してより関心を高めていくためにこのモデル実験を使うことができる。さらにこの実験後に、土地のつくりを観察する機会があれば、どのように山ができたのか、どのような災害が起きる可能性があるのかを、想像させることができる。

今後、印象材の活用方法についてさらに現場の先生方と連携し実践を重ねていきたい。また、歯科用印象材を活用した教材が普及し、素材として購入しやすくなって欲しいと願っている。

実践にあたって標茶町立虹別中学校、島津崇行先生に協力を頂いた。また印象材を使った授業を検証するにあたって、小学校で火山の授業を行った三笠市立美園小学校、坂下邦子先生の報告、教育実習研究授業（北広島市内中学校）で歯科用印象材を使って火山の授業を行った北海道教育大学学生米島真由子さんの授業記録を参考にさせて頂いた。

参考文献

- 1) 理科教育指導資料 第33集 p35 北海道立理科教育センター 2001
- 2) 中学校「新しい科学」2分野上p41 東京書籍 2002
- 3) 井上宗弥「地層の広がり・見え方がわかる寒天地層モデル」理科教育ニュース解説版 少年写真新聞社 第449号 1999

(さかい ちひろ 地学研究室研究員)

境