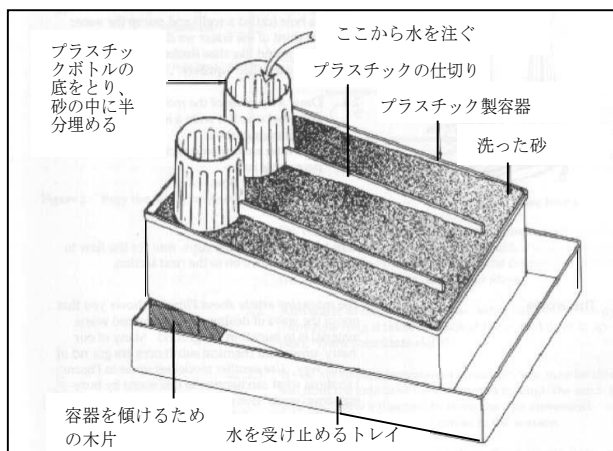


雨から泉へ：地下水の流れ

地下を水がどのように流れるか、地下水がどのように利用され、また汚染されているかを再現する

地下水の流れ

以下の模型を使って、雨が地下に浸透して地下水となり、泉となって湧く様子を再現する。



水を2カップ注ぐ。プラスチック製容器の側面を見ていると、すぐに砂が濡れ、水が下へ流れ始めるのがわかる。ボトル内の水量が‘上端で’保たれるように水を注ぎ続けた場合、水はどこから表面にわき上がってくるかを生徒に尋ねる。ボトルをどのくらい深く埋めるかによって、水はボトル付近や容器の下端から湧いてくる。どちらの場合も、写真にあるような‘泉’として水が湧いてくる。最終的に、水は容器から下のトレイへとあふれだす。



米国、カリフォルニアのデスバレーにある天然の泉

Earth Science World Image Bank
から - 写真のID: h4uu4k © Marli Miller, University of Oregon.

水井戸

‘泉’として湧く前に、‘地下’から水を得るにはどのようにすればよいか？を生徒に質問する。答は、水が湧きそうな場所で地表から穴を掘って水をくみ上げる、である。スプーンで穴を掘り、すぐに水がたまるかを試す。



ウガンダ、Obelai
の手動の井戸

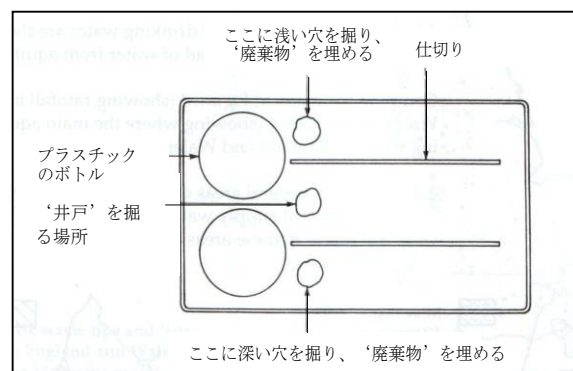
© Teso Development Trust.
www.teso.org.uk
45 Sandhurst Avenue,
Stourbridge, West Midlands DY9 0XL.

以下は模型のどの部分に相当するかを生徒に聞く。

- 丘
- 雨
- 泉
- 井戸や掘削孔

有毒な廃棄物

廃棄物がどのようにして地下水を汚染するかを実演する。まずは（水を入れずに）装置を準備すし、以下のように、模型の浅い穴と深い穴に‘廃棄物’（インクを浸した紙や類似のもの）を埋める。生徒に、有毒な化学物質を含む廃棄物が異なる深さに埋まっていることを伝える。



どちらのほうか、‘泉’を先に汚染するかを生徒に尋ねる。水を加えると、生徒はその結果を確かめようと非常に注意深く観察するだろう。準備の仕方にもよるが、‘廃棄物’は片方から先に確認できる。要点は、どんなに深く埋めたとしても、廃棄物を漏れ出さない容器に入れたり、不浸透性の岩石中に埋めたりしない限り、必ず地表に到達して汚染を引き起こすということである。

（注：実際に‘廃棄物’を埋めずに、‘思考実験’として行う場合は、次の演示前に砂を洗う必要はない）

指導の要領

題名：雨から泉へ：地下水の流れ

副題：地下を水がどのように流れるか、地下水がどのように利用され、また汚染されているかを再現する

概要：地下水、泉、井戸および、有害廃棄物に関する演示

対象年齢：10 - 18 歳

活動時間：15 分

学習効果：模型を使って以下を説明することができる

- 雨として降った水が、どのようにして最終的には泉となって湧きでるか
- 地下水がどのようにして井戸にたまるか
- 有毒な廃棄物がどのようにして地下水を汚染するか

活動内容と関連事項：地下水がどのように流れて帯水層（地下水を含む浸透性のある岩石）を形成するかを実演する。この模型では、ボトル上部は‘丘’を、ボトルへの注水は‘雨’を、水の‘地面’への流出は‘泉’をそれぞれ表す。‘泉’は通常、容器の下端に出現する。そこでは、流水が不透水層に達して湧水する多くの天然の泉のように、下方へと流れる水が不透水性の容器の端に達したところで‘地表’に向かって上がってくる

湧水前に水を得るには、穴や‘井戸’を掘る必要がある。

地下水が流れる岩石中に、密閉されていない有毒廃棄物をどんなに深く埋めても、最終的には地下水を汚染する。

発展的な活動：

Earthlearningidea の活動「岩石の中身：何が隠されていて、それはなぜ？」（2007 年 12 月 1 日発行）や「岩石の中の隙間 - 岩石の多孔率」（2008 年 6 月 30 日発行）を行い、何が起きているのかを説明する。

この活動に関する原理・原則：

- 雨水は浸透性のある岩石の隙間を通り抜けて流れ下る
- 水は岩石が地表に露出する場所か、地下水を通さない不透水層が水をためる場所から湧きだす
- 水は、泉あるいは沼沢や沼の岩石中から湧く
- 地下水は浸透性の岩石中を通過するときに濾過され、水道水よりもきれいなことが多い。ただし、自然に、あるいは埋没した廃棄物によって汚染される可能性がある

思考力の発達：

- 水の流れ方のパターンがわかる（建設的思考）
- ‘泉’が湧く場所と‘廃棄物’が流れ出す場所を予想する際に認知の矛盾が生じる可能性がある
- 予想に関して議論することで客観的な把握が促される
- モデルを現実の状況に適用するときに、関連付けて思考する

準備するもの：

- 長方形の容器（例えば 30cm×20cm）、透明か半透明が好ましく、容器の大きさは多少小さくても大きくても構わない
- あふれた水を受け止めるプラスチック製トレイ
- 洗った砂、長方形の容器に上までつめる
- 底を切り取ったプラスチック製コーヒーボトル 2 つ
- ブロック、容器の片方を高くする
- プラスチック製の仕切り 2 枚（蓋を切り取る？）
- 別の容器に入れた水
- ‘井戸’を掘り、‘廃棄物’を埋めるためのスプーン
- ‘廃棄物’ - インク、コーヒーや紅茶に浸した紙（例、トイレットペーパー）
（注：‘廃棄物’を埋めない場合は、次の演示前に砂を洗う必要はない）

参考になるサイト：上述の状況よりも複雑なモデルは以下を参照。<http://www.beg.utexas.edu/education/aquitank/tank01.htm>

原典：Earth Science Teachers Association (1992) *Science of the Earth 11 – 14, Water overground and underground: WG2 Out of sight- out of mind?* GeoSupplies, Sheffield.

©Earthlearningideateam. The Earthlearningidea team は、学校教育程度の地理や科学を通じて地学を教える教員指導者や教員のために、最小限の資金と手段で、毎週、教材開発をしようと努めるとともに、国際的な支援ネットワークを発展させるために各教材についてオンラインでの議論も行っています。‘Earthlearningidea’はほとんど資金提供を受けていませんが、自発的な努力によって大きな成果を上げています。

この活動に含まれる著作物の著作権は、教室や実験室での授業に使用する場合に限り、放棄されており、一緒に掲載されている他の発行者からの著作物についても同様です。この著作物の利用を希望する場合は、いかなる組織の方も、the Earthlearningidea team に連絡をお願いします。

この活動に含まれる著作物の著作権者には許可を得よう努めていますが、万が一、著作権を侵害している可能性がある場合は改訂などを行いますので、我々に連絡をおねがいします。どのような情報でも構いませんので、お気づきの点がありましたら情報をお寄せください。

また、これらの文書に関して不明な点などございましたら、the Earthlearningidea team にご連絡ください。

The Earthlearningidea team の連絡先：info@earthlearningidea.com