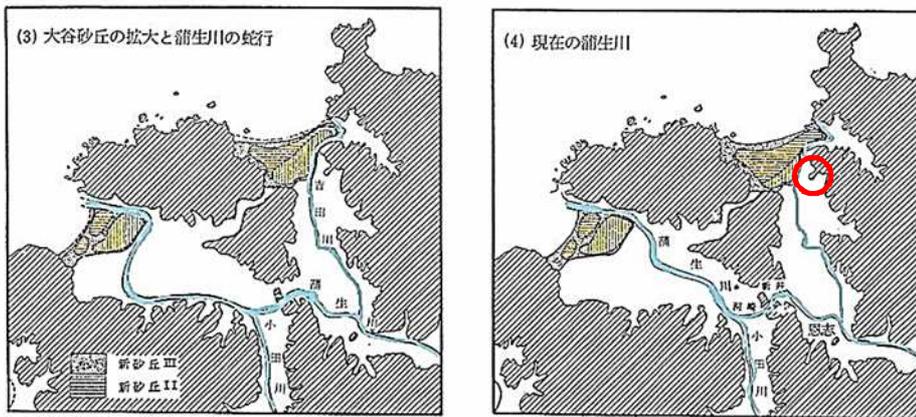


【質問 Q に対する回答 A】 2020（令和 2）年度 アンケートより抽出

●Q1：又助池のできた経過の補足説明

浦富の海岸砂丘ができた時に、その背後にあった古い蒲生川やその後の吉田川が川の流
れを左右に変えながら流れたため、新しい砂丘の発達とともに取り残されて湿地状となっ
てできたものです。（下の図の赤丸部分が又助池付近です）・・・2019 年度の回答です。



（上図の出典は、鳥取県教育研修センター：鳥取県野外学習指導テキスト第 4 集、1985）

もう少しできた経過を考えてみましょう。

又助池の近くには現在は吉田川が流れています。昔は蒲生川が流れていましたが、河川争奪で西側へと流れてしまいました。岩美町の平野付近は厚い粘土層が堆積しています。（深さ 20~40m 位まで）これは昔、海が入り込んでいたことを示しています。その後、砂丘が北側の出口付近を塞いだため、吉田川が東側へと流れを変えてきました。

又助池は山の麓にあります。昔、海が入り込んでいた時に山が侵食され、その後、古い蒲生川や新しい吉田川の流れが左右に変化して又助池の付近まで流れたことがあり、その北側を砂丘が止めているために吉田川は東へと流れを変化した状態となりました。この時、又助池付近は湿地状となり、表層には植物片を含んだ黒い泥が堆積しました。

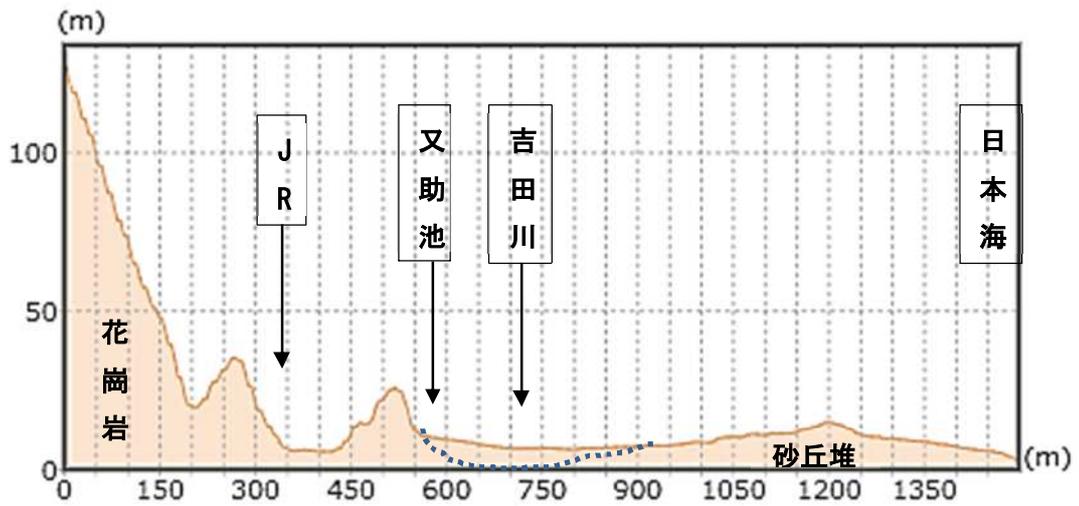
民家の付近は砂丘の砂が少し高い高まりを作り、そのさらに北にはもっと高い砂丘ができていたことから、このような又助池の形成過程を想像することができます。

現地で簡易ボーリングをしたときには、上の方は植物片を含んだ泥で、下の方から砂が多くなってきていました。上の泥は砂丘でふさがれて沼地状になって堆積したもので、下の砂は砂丘の形成に関わったものと考えられます。

これらの様子を以下の図で見て、想像してください。



又助池の位置と断面線位置図（黒線）



又助池-吉田川-浦富砂丘の断面略図（点線は昔の蒲生川・吉田川の推定氾濫域）

●Q2：級化構造の原理（礫の大きさと重さの違い）

水中にいろいろな石や砂を静かに落とすと、石ころや砂の大きさによって大きなものから先に沈んで、小さなものが上の方にたまってきます。このような堆積の構造を級化構造と呼んでいます。石の種類によっては小さくても重いものがあり、このような石は大きな軽い石よりも先に沈んでいきます。

例えば同じ大きさの凝灰岩（平均密度 2.3）や玄武岩（平均密度 2.9）などが一緒にあれば、平均密度の大きな玄武岩の方が先に沈んでいきます。

（右表の岩石の乾燥密度の例を参照してください）

水中での土粒子の沈降速度 v は下式で示されます。

$$v = gn (\rho_s - \rho_w) d^2 / 18 \eta$$

gn ：重力加速度

ρ_s ：土粒子の密度

ρ_w ：水の密度

d ：土粒子径

η ：水の粘性係数

この式でわかるように、沈降速度 v は、土粒子の径 d と土粒子の密度 ρ_s に比例して変化します。従って、同じ粒径 d であっても土粒子密度 ρ_s が大きければ沈降速度 v は大きくなります。また、同じような土粒子密度 ρ_s であれば、土粒子径 d が大きいほど早く沈むこととなります。

右の写真の様に、実験では大きな石が下に、小さな石が上に沈んでいるのが分かります。色々な石が混じっていますが、石の密度にあまり差がないと大きさの順にきれいに堆積します。

岩石名		個数	密度 (g/cm ³)	平均密度 (g/cm ³)
大分類	小分類			
堆積岩	砂岩	4	2.5~2.7	2.6
	泥岩	6	2.2~2.6	2.4
	粘板岩	6	2.4~2.8	2.6
火山性堆積岩	凝灰岩	8	1.9~2.5	2.3
	凝灰角礫岩	4	1.5~2.4	1.9
深成岩	花こう岩	26	2.4~2.8	2.6
	閃緑岩	2	2.4~2.5	2.5
	斑れい岩	13	2.4~2.9	2.8
半深成岩	ひん岩	5	2.3~2.8	2.7
	石英斑岩	4	2.6~2.7	2.7
火山岩	流紋岩	4	2.3~2.6	2.6
	安山岩	48	1.5~2.7	2.3
	玄武岩	33	2.3~3.0	2.9
	輝緑岩	32	2.0~3.0	2.8

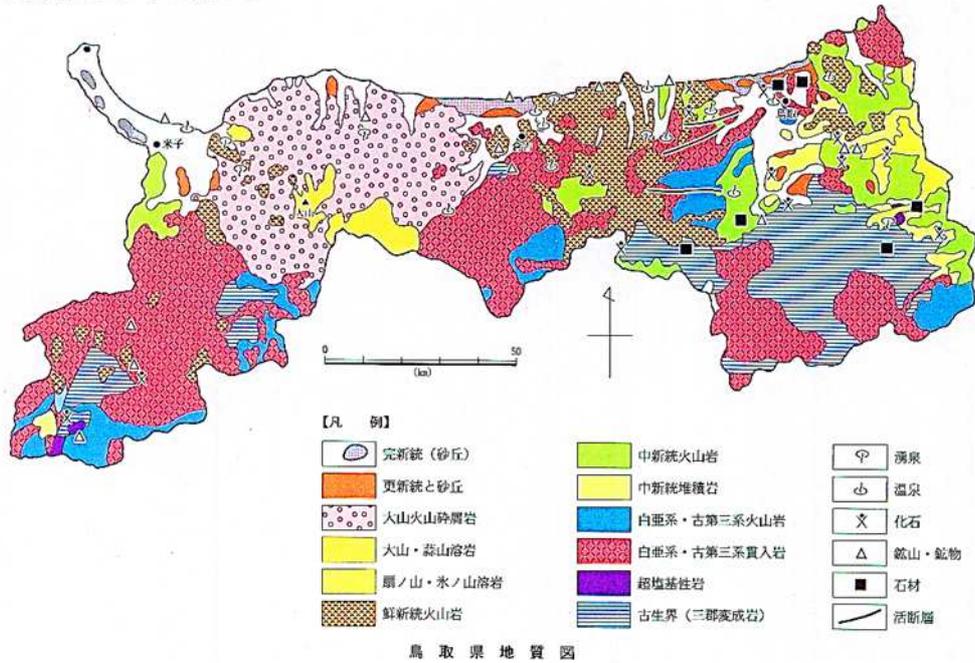
地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説、2009、p.190



●Q3：鳥取県東部の大地を構成する地質と大山の関係

下図は、鳥取県全体の山などが、どんな岩石（地質）でできているかを表した地質図です。
 （出典は、鳥取県のすぐれた自然、鳥取県、1995）

鳥取県東部の山などの成因については、山陰海岸ジオパークの説明ガイドに記載されていますので参照してください。



地質図は、表層の部分をはぎ取って、その下を構成している岩石の種類を大まかに分類して表しています。鳥取県東部地区では大山の噴火に関連した岩石などはみられません、大山が噴火したときの火山灰が広く表層付近を覆って分布しています。

下の図は、大山が噴火したときに東へと火山灰が飛んだ範囲を表しています。赤丸の又助池付近には、DKP（大山倉吉軽石、大山が約5万年前に噴火したときの火山灰）と呼ばれる黄色い火山灰が1m程度分布していることがわかります。



2019年（令和元年）度 開催時にいただいた疑問への回答

●Q1：地質調査はどんな時に行うのか？

地質調査は、地表面からは直接見えない地下のことを調べるために行います。

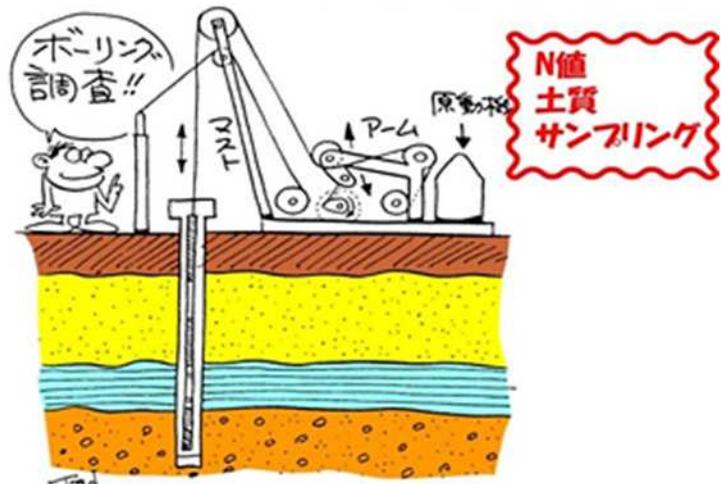
地下の状態を調べる時はどんな時なのかといえば、その目的によって以下のように大別されます。

- (1) 鉱床探査：鉱体（金や銀、銅など）、石炭、油・ガスなどの存在を調査する
- (2) 地質調査：その地域地盤の地質状況（地盤の種類や硬さ、構成）を調査する
- (3) 基礎地盤調査：トンネル・ダム・道路・橋脚・建造物等の基礎の状況を調査する
- (4) 地下水調査：地下を流れる地下水の状況を調査する

私たちが住んでいる家の下の様子を知りたいときも、地質調査を行います。また、家の庭に井戸を掘りたい時にも地質調査を行います。

地質調査にはボーリングのように直接地下に穴をあけて土や岩石を採取する方法や、地上から電気・電磁波や振動を地下に流して地下の様子を調べる方法もあります。調べるものが何かによっていろいろな方法を用います。

ボーリングの機械で地下に穴をあけて、土や岩石を採取して観察する方法



地表面をたたいたりして地下に伝わる振動の状態から地下の様子を調べる方法

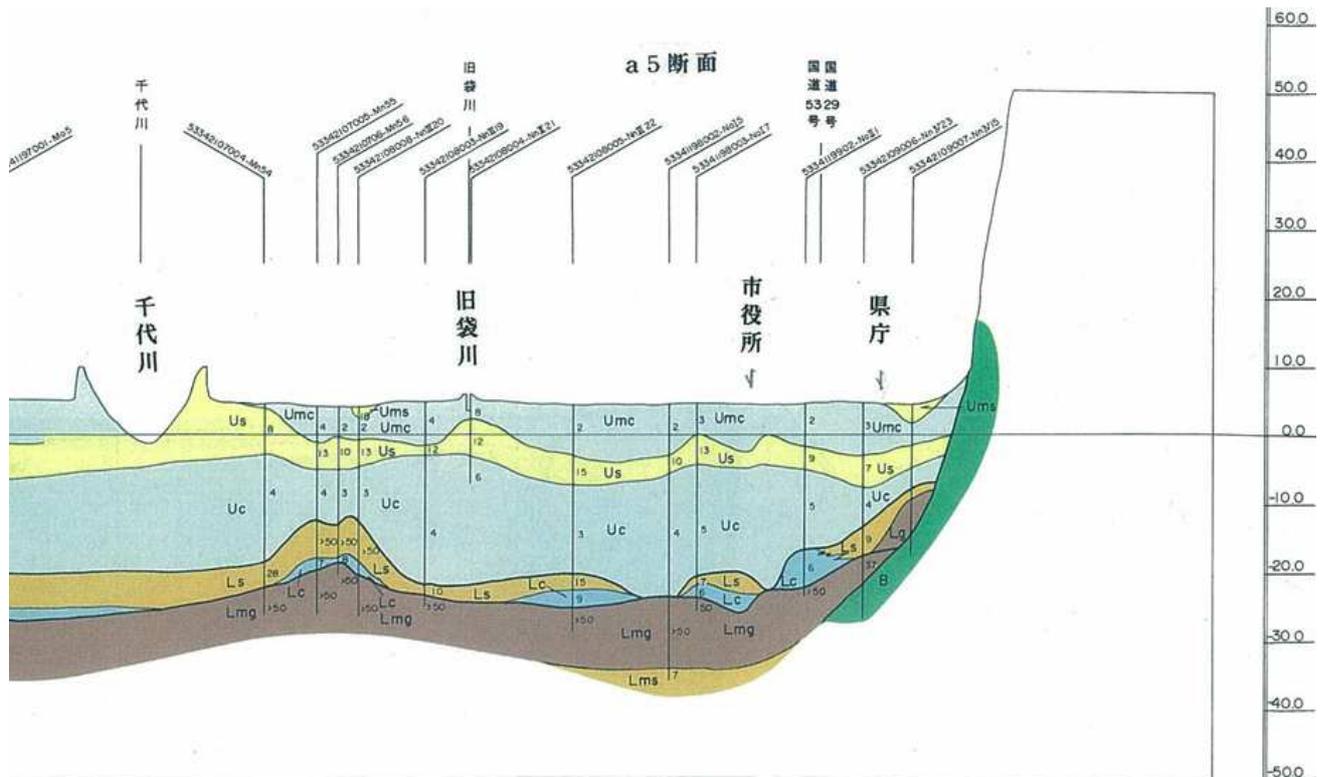


●Q2：下調べの資料はどこで見られるのか

地質調査を行うときには、前もってその近くの情報を調べます。

全国で多くのボーリング情報が公開されており、国土交通省をはじめとしたホームページなどから見るすることができます。

例えば、国土地盤情報検索サイトや地盤情報サービスを行っている会社もあります。鳥取県下では、鳥取地盤図（1981）、'96鳥取地盤図などが印刷物としてあります。



上の図は'96鳥取地盤図に示されている、県庁から市役所にかけての南北方向の地下の様子を描いたものです。鳥取市内には厚い粘土層が分布していることがわかります。

●Q3：穴を掘ったらそのままですか

ボーリングを行った穴は、そのままにしていると崩れてしまいます。特に地面の下に水（地下水）があると簡単に崩れてしまいます。そのため、深い穴を掘るときには穴が崩れてこないようにいろいろな工夫を行います。その一つに穴の開いた鉄管を掘る時に一緒に沈めていきます。そして調査が終わるとこの鉄管も引き抜くのですが、そうすると周りの土が崩れて、地表面に大きな穴ができてしまいます。調査をした周りに家などがあると、地面が沈んだために家が傾いたりします。

このようなことがないようにするために、ボーリングを行った穴は、土や石ころを穴に詰めて周りの土が崩れてこないように手当てをします。

なお、ボーリングの時に崩れないように使う鉄管は、昔は太い竹の節を抜いたものを使用していました。

また、ボーリングをしていると、地下水が噴き出したりガスが吹き上げたりすることがあり、とても危険です。このような時にも穴をふさぐのですが、無理にふさいでしまうと他のところに噴き出したりしますので、吹き上げた水やガスをそのまま逃がしてやることもあります。

ところで、山にトンネルを掘るのもボーリングと同じことなのですが、トンネル工事では横穴を掘ると周りから崩れてこないように穴の周りをコンクリートで固めてしまいます。その形は円形や馬蹄形などがありますが、この形が周りから押してくる圧力をかわすのに都合がよいからです。

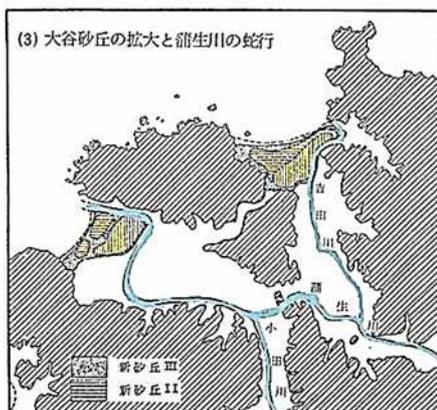
●Q4：ボーリングの目的は？何のために穴を掘るのか

この疑問は Q1 でお答えした内容と同じことになります。

●Q5：又助池はどうやってできたのか

この疑問については、座学の中でもお話ししました。

浦富の海岸砂丘ができた時に、その背後にあった古い蒲生川やその後の吉田川が川の流れる左右を変えながら流れたため、新しい砂丘の発達とともに取り残されて湿地状となつてできたものです。（下の図の赤丸部分が又助池付近です）



2017年（平成29年）度 開催時にいただいた疑問への回答

【質問】

土の種類はどれだけあるのですか

【回答】

土は粒子(硬い物質)と水と空気からできていることはお話ししましたね。

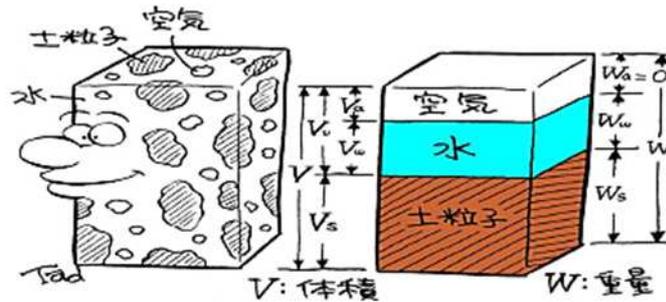


図-1 土を構成する三要素(三相)

そして、粒子の大きさで礫、砂(粗砂、中砂、細砂)、シルト、粘土に分けられることも、礫の観察台紙を作って勉強しました。

ところが、粒子の大きさの分け方には、土木工学の分野、農業分野、地質学分野では少しずつ違っていますが、粒子の大きさで分けることは同じです。

また、今回土を採取してみると草や木の根もありました。これらを有機物といいますが、このようなものが混じっていると呼び名も違ってきます。

さらには、土を触ってみるとサラサラしたり、ザラザラしたりして粒の大きさや多さの違いも感じましたね。

このように、土の中に混ざっているものの種類や多さによって、土はいろいろな名前が付けられます。混ざるものの種類には、有機物、生物の殻、火山灰、礫、砂、シルト、粘土などがあります。土木工学の分野では、50%以上の混入物があると〇〇質土(たとえば、礫が50%以上あると礫質土)、15%未満であれば〇〇混り●(たとえば、砂が15%未満、礫が50%以上あれば砂混り礫)と区分します。

このように、土の中に混ざっているものの種類や多さによって、土には多くの種類があります。そのほか、農業の分野では土のことを土壌と呼んで、作物のできる深さにより表土、作土、心土と区分しています。さらに、粒子の大きさの種類や混入具合により砂土、壤土などとも呼びます。

土をどのように使うのかによっても、土の分け方があるため多くの種類があることが分かりましたか。

		粒 径 (mm)								
		0.005	0.075	0.25	0.85	2	4.75	19	75	300
粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石 (コブ石)	巨石 (ボルト)	
		砂			礫			石		
細粒分		粗粒分					石分			

表-1 土木工学的分類における地盤材料の粒径区分とその呼び名

【質問】

もっと下を見てみたい

【回答】

地下深いところの土の様子を見るためには、ボーリングという方法があります。

ボーリング(Boring)は、先端にビットという器具を取り付けてその圧砕または切削作用により、地下に比較的小さい径で深い穴を掘ることを言います。試錐あるいは掘削とも言います。

ボーリングの目的には、地下の地質試料の採取を目的とするもの、地下資源の採取のための穴を作ることを目的としたもの、その他のことを目的としたものに分かれます。

地下深いところを調べるためには、大きなボーリングの機械が必要となります。

今回体験した簡易なボーリング機械は、地表面から2~3m程度までですが、大きな機械を用いれば100~1000mの深さまで地下の様子を調べることができます。

【調査の主な目的】

- (1) 鉱床探査: 鉱体(金や銀、銅など)、石炭、油・ガスなどの存在を調査する
- (2) 地質調査: その地域地盤の地質状況を調査する
- (3) 基礎地盤調査: トンネル・ダム・道路・橋脚・建造物等の基礎の状況を調査する
- (4) 地下水調査: 地下を流れる地下水の状況を調査する

【ボーリング方法の分類】

(1) 衝撃式ボーリング

ワイヤーロープを上下に動かしてビットを孔底にたたきつけて、岩石・土を砕いて掘り進む方法。

地下の岩石や土は砕かれるため、そのままの状態ではなく観察には注意を要します。

中国で開発され、13世紀には深さ600mまでの実績があり、アメリカでは1925年には2365mまで掘削しています。日本では1873年にアメリカから輸入されました。ロープの代わりに竹を用いた上総掘りという方法が日本古来からありますが、これも衝撃式ボーリングです。

(2) 回転式ボーリング

先端のビットに荷重をかけて孔底に押し付けると同時に回転させて、岩石を切り崩して掘り進む方法。

泥水を掘削時に使用することによって、削りくずを地表へと運び、孔壁が崩れるのを防いでいます。

比較的乱されない土・岩石の試料が採取でき、地下の様子が細く観察ができます。

1844年にイギリスで開発されたとされ、日本へは1912年に輸入されています。

ソ連では1992年には地下12,261mまで、日本では1993年に6,310mまでの掘削を行っています。

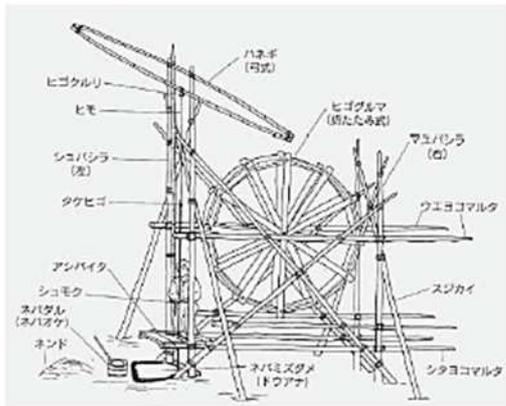


図-1 上総掘りの仕組み

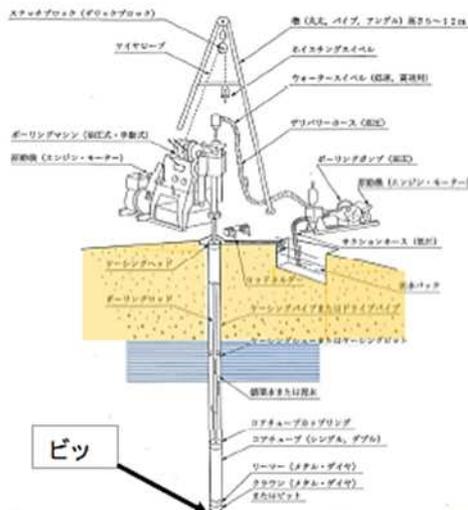


図-2 回転式ボーリング機械(小~中型機械)

2016年（平成28年）度 開催時にいただいた疑問への回答

【質問】

ポータブルドリルでコンクリートや大理石は壊れますか

【回答】

土は粒子（硬い物質）と水と空気からできていることは勉強しましたね。

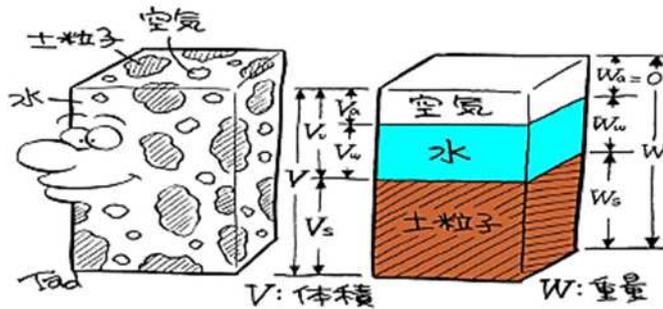


図-1 土を構成する三要素（三相—固相、液相、気相）



図-2 円柱状の圧縮試験

岩石もコンクリートも、土と同じように粒子と水と空気からできています。

ただし、土に比べると空気と水の量が少なく、土よりも固くなっています。

土や岩石の硬さを比べる方法として、円柱状の形を作ってそれを円柱の

軸方向に力を加えて強さを調べる方法があります。（一軸圧縮試験といいます）

この試験方法によって岩石の圧縮強さを比べると、

コンクリートでは20～40 MPa（=N/mm²と同じ）、大理石では120～200 MPa、

花崗岩では150～250 MPa の強さを示します。

コンクリートには硬い花崗岩などの石や砂、石灰岩から作ったセメントが混ざっていますが、花崗岩ほどの強さはありません。

また、大理石は石灰岩という岩石がマグマの熱や高い圧力を受けて硬く変成したもので、

石灰岩の強さが50 MPa程度であるのに比べると大きな強さを示しています。

石積みや墓石などの石材では、硬石（圧縮強さ50 MPa以上、花崗岩、安山岩、大理石など）、準硬石（10～50 MPa、軟質安山岩、硬質砂岩など）、軟石（10 MPa以下、凝灰岩など）と区分しており、硬いものが墓石などに使われています。

コンクリートは圧縮強さが比較的小さいため、道路工事や建築の現場などで見られるようにポータブルハンマーで壊すことができますが、大きな塊の大理石は強さが大きいため壊すのが少し難しくなりますが、平べったい大理石は壊すことはできます。

コンクリートは硬い岩石と一緒にやや小さい強さの石灰岩粉末などからなっているため、力を加えると強さの小さい方にも力が加わり、硬い岩石よりも小さな強さで壊れてしまいます。

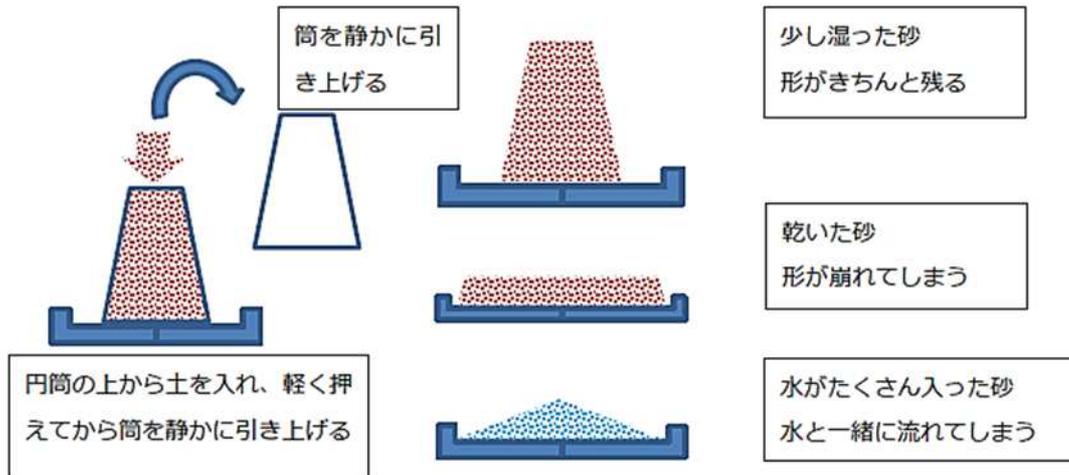
また、岩石は「火成岩」や「堆積岩」、「変成岩」などの種類や岩石のできた成因、

岩石のできた年代によっても強さが違ってきます。

岩石のことも調べてみてください。

【実験】

土の柱はどうしてできるのかな

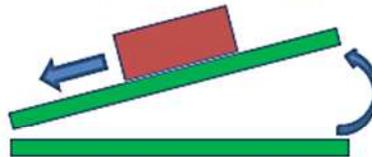


【解説】

土が形を残すかどうかは、土の持つ強さによって決められます。
 砂粒がお互いにかみ合って形を作ろうとします。この時にそれぞれの粒子間に働く力が摩擦力です。
 例えば、板の上に本を載せて板を少しずつ片側だけを持ち上げていきます。すると、ある傾きの時に急に本が滑り落ちます。それまで滑らなかったのは本と板との間に摩擦力が働いていたからです。



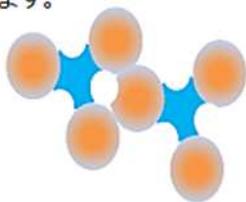
粒子同士がかみ合う力（摩擦力）



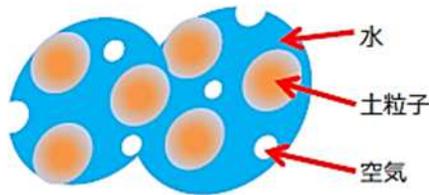
ある傾きで本が滑り落ちる

土は粒子と水と空気からできているのですが、空気と粒子だけだとこのような摩擦力だけで形を保とうとします。では、水があるとどうなるかといえば、水は粒子と粒子の間に入りますから、そこでは水が力を発揮します。水の力とはシャボン玉を膨らますと丸い形ができますが、水は空気と接するところではいつでも丸くならうとする性質があり、丸くなるための力を発揮するのです。

その時、粒子同士をくっつけようとする力が働き、土は粒子だけの時よりも大きな力を発揮するようになります。このため、ある程度の量の水があるときには形がきちんと残るようになります。



水の量が多くないとき



水の量が多い時

では、水がもっと多くなるとどうなるかといえば、粒子の間を水が完全にふさいでしまうと空気と触れることがないため、水が丸くならうとする力が働かなくなります。また、水があるために粒子同士がかみ合うこともなくなり、粒子同士の摩擦力も働かなくなります。このために水の量が多い時には土が形を残さなくなり、水と一緒に流れるようになります。このように、土には粒子同士による摩擦力と空気と水による力（一これを粘着力といいますが）の二つが働いて、形が残るかどうかという土の力の大きさを決めています。

【疑問】

土を掘っていくと、地面よりも深い方が冷たく感じるのはなぜ？
鳥取砂丘で、砂の所よりも火山灰のあるところの方がヒンヤリ感じるのはなぜ？

【解説】

土の温度が違うのは、太陽からの熱が地下深くまで届きにくいことと、土の種類によって熱の伝わりやすさが異なるためです。



土の中の主に硬いものを土粒子といいます。土粒子は岩石が砕かれて小さくなったものです。そのほかに、植物片や腐食したものもあります。土の色が異なるのは、構成している土粒子の種類や混入物の種類、水の量の違いによります。これらは、土の強さや硬さにも関係しています。

図-1 土と岩石の関係（岩石には一火成岩、堆積岩、変成岩）

土や岩石は、土粒子と水と空気からできていることを勉強しました。熱の伝わりやすさ、つまり、温まりやすさや冷めにくさのことを表すのに、比熱という言葉で表しています。比熱は、いろいろな物質1gあたりの温度を1℃あげるのに必要な熱量のことです。比熱の測定値は、以下のように求められています。

物質名	比熱	物質名	比熱
空気	1	花崗岩	0.75
水	4.18	大理石	0.81
鉄	0.46	コンクリート	0.88
銅	0.39	大地	1.84
		粘土	2.51

比熱の値が小さいほど温まりやすく冷めやすい、大きい値ほど温まりにくく冷めにくいという性質を示します。

空気からの暖かい熱は、まず土の間の土粒子に伝わり、次に水分に伝わります。

水分の少ない土、例えば砂丘の地表面の砂などはすぐに熱くなります。水分の多い火山灰は水が熱を伝えにくいために、砂よりも遅くなってから暖かになります。

地面の下に地下水があると、水の影響を受けて土が温まりにくくためにひんやりとします。

また、土には空気と水がありますが、気温の影響は1日中を見ても深さ1mでは変化しません。

1年の間には季節により1mの地下温度は変化しますが、深さ10mでは1年中変化しなくなります。

地面の下は、地表面よりも深い方に土の中の水分が多くなっており、地表面は空気が多くて暖かく、深い方がヒンヤリとするのはこの水分のためです。

地表面から深さ10cmごとに、地中の温度を測ってみるとよくわかるよね。