

昭和24年10月10日 文部省検定済
中学校理科用

私たちの科学 10

土はどのようにして できたか

中学校 第2学年用

三省堂編修所編
代表者 亀井寅雄

三省堂出版株式会社



編修委員長 三 野 与 吉

編 修 委 員

浅 生 貞 夫
藤 島 亥 治 郎
萩 原 雄 祐
畠 山 久 尙
星 合 正 治
加 藤 元 一
加 藤 茂 数
三 輪 知 雄
新 野 弘

野 口 尙 一
丘 英 通
大 越 諄
桜 井 芳 人
白 井 俊 明
須 藤 俊 男
田 村 剛
谷 村 功
友 野 史 生

目 次

まえがき	1
1 土はどのようなものからできているか	3
2 土はどのようにしてできるか	8
3 土の層はどうしてどこまでも厚くならないか	15
4 水の循環	25
5 川はどのようにして地表面に変化を与えているか	27
6 山はどのように変化するか	45
7 火山とはどのようなものか	52
8 地震とはどのようなものか	59
9 土地はどうして高くなったり低くなったりしているか	63
10 岩石はどのようにしてできるか	72
11 地球の内部はどのようなであろうか	79
12 土と植物の生長とはどんな関係があるか	83
索引	1~3

まえがき

私たちの日常の生活で、私たちが見たりさわったりするものの全部は、土から生まれて土に帰るといってもよい。植物は土の中から養分をとって生長し、枯れると再び土となる。動物は、植物の根・茎・葉・果実などを食って生長し、死ぬと再び土となる。水は、地中からわき出て、蒸発して、雨となって降り、再び土の中に帰る。家屋にしても、家具にしても、久しい間には、腐って土に帰る。石・鉄のような堅くて強いものも、土の中から掘り出されて、再び土になる。

土はどのようにして植物を生長させるのであろうか。土はどうして植物を生長させる力をもっているのであろうか。このような力をもつ土は、どういうものからできているのであろうか。土を作っているものは、どのようにして、どこから来て、土を作るようになったのだろうか。

このような疑問を解くためには、どのように研究したらよいのであろうか。

土はいったいどこにあるだろうか。遠足した山にも、海水浴に行った海岸にも、写真で見た外国にも土がある。土は陸地の表面いちめんにある。そうすると、陸地の表面近くに、土を作る作用があるらしい。そのような作用も知らなければならぬ。川岸や谷間を見ると、土をかぶっていない堅い岩石でできている場所がある。そうすると、土はこの堅い岩石からできるものらしい。その岩石はどのようにしてで

き、どのような性質をもっているのだろうか。疑問は次から次へとわいてくる。

こういった疑問を研究していくと、土にも、でき方によって、いろいろな性質のあることがわかって、作物のよくできる土や、作物の種類によって、よくできる土やよくできない土のあること、それを改良してよくできるようにする方法もわかってくる。土の性質によって、かわら・れんが・陶磁器の製造に適するもの、適さないもの、それらがどのような場所にあるか、といっためやすもわかってくる。家をどういふ場所に建てたら住みよいか、地震などで破壊されることが少ないか、鉄道はどのような場所に敷くのがよいか、どんな土の性質の場所に日照りの害が少ないか、どうすればじめじめした場所を排水して住みよい場所にすることができるか。どういふ場所を開墾するとよいか、というようなことが次第にわかってくる。

研究を進めていくと、こういった応用方面にまで、到達することができるだろう。まず、手近にある土をとって調べてみよう。



1. 土はどのようなものからできているか

実験 1 畑か庭の土を 50g ほどとって 1l 入りのビーカーに入れ、きれいな水を注いで、いっぱいにして、細い棒でかきまわしてみよう。

はじめは、濁って不透明であるが、かきまわすのをやめて、しばらく見ていると、上の方から半透明になって来る。植物の根や葉や、それらの腐りかゝったものなどが上の方に浮く。3~5 分たつと、水の流動がしずまるとつれて、土の粒が沈んでいくのが見られる。

ビーカーを動かさないで、底の方を横から見ると、砂の粒の

大きいものから小さな物へ、さらに、砂とはいえないような小さな物が、上へ上へと重なっている。まだ、上の方には、細かい粒の物が浮いている。さらに、上の方を虫めがねで見ると、いっそう細かい物があるらしい。水あかのようなものがあるらしい。

こうしてみると、私たちは道路にある砂利とか、砂遊びの砂とか、粘

表 1 粒径と沈降する速さ

粒 径 (mm)	沈降する速さ(温度 15°) (mm/sec)
1.0	100
0.8	83
0.6	63
0.4	42
0.2	21
0.10	8.0
0.08	6.0
0.06	3.8
0.04	2.1
0.02	0.62
0.01	0.154
0.008	0.098
0.006	0.055
0.004	0.025

土細工の粘土とかいうように、砂利・砂・粘土などと呼んでいるが、どこにも区別する境がなくて、区別しにくいことがわかる。そこで、便宜上、表のように、大きさの範囲をきめて、漂れき(漂礫)・大れき・中れき・粗砂・微砂・粘土などと呼んでいる。

表 2 砂れきの名まえと大きさ

粒 径 (mm)	名 ま え	固 ま っ た も の
200 <	漂 れ き	れ き 岩
50 ~ 200	大 れ き	
10 ~ 50	中 れ き	
2 ~ 10	粗 砂	砂 岩
0.25 ~ 2	細 砂	
0.05 ~ 0.25	微 砂	
0.01 ~ 0.05	粘 土	でい岩(泥岩)・でい板岩
< 0.01		

実験 2 実験 1 の場合、あらわ粒のものは速く沈み、細かいものは何日も浮いていることを知った。そこでビーカーに土と水を入れてかきまわし、ある一定の時間をおいて、浮いている物を捨てると(これを数回ずつくり返して行う)、ほぼ一定の粒の物がちんでんして、より出せそうである。次に、同じ耕地の土について、前と違った時間をおいて、同じようにして、ちんでんさせる。

このように、いろいろ違った長さの時間ごとのちんでん物を作って、よりわけたものをかわかす。そしてはじめビーカーに入れた土の重さの幾 % 残っているかを計算する。次に、粒の大きさと百分率との関係をグラフに表わしてみなさい。

川原や畑や山や田など、いろいろの場所の土について、この方法で百分率を出して、比べてみなさい。

海岸の松林の中の土は、割合一定の大きさの砂粒からできていて、粘土や砂利は少ない。大きい川の中では、れきが多く、下流では砂や粘土が多くなっている。大きい川の下流や、もと、沼・湖であった場所には粘土の多いことがある。

実験 3 実験 1 の場合の水あかや、浮いている細かい粒を取って顕微鏡で調べてみなさい。鉱物顕微鏡で見るといっそうおもしろい。

実験 4 実験 1 の場合に、井戸水とじょうりゅう水とで、水あかのでき方は同じ程度であろうか、違うだろうか。もし違ふとすれば、実験 1 の場合に水をどのように選ばばよいか。

実験 5 また実験 1 の場合、食塩を水に少し入れた場合に、水あかのでき方はどうなるだろうか。

実験 6 実験 1 の場合、水の中にリトマス試験紙を入れて、酸性かアルカリ性かを調べてみなさい。

実験 7 実験 6 の場合に、同じ土を手で何度も何人もで握った場合と、一度握った場合と、試験紙の色の変わる速度が違うかどうかをためてみなさい。もし違っていたら、どのような注意を要するか。土を取る場合、手をじかに触れてはいけないことになる。

実験 8 実験 6 の場合に、井戸水を用いた場合と、じょうりゅう水を用いた場合とではどうか。試験紙の変色の速度はどうだろうか。

リトマス試験紙で、土を水に浸した液を試験した場合、たゞちに酸性反応を表わす場合を強酸性土、ゆっくりの場合を弱酸性土、たゞちにアルカリ性を表わす場合を強アルカリ性土、ゆっくりの場合を弱アルカリ性土という。

研究 1 私たちは土の粒の混合の割合を調べることができるように

なった。土の化学反応を調べることもできるようになった。

そこで、畑・田・

湿地・山林などの

土を取って来て、

このようなことが

らを調べて、土の

性質とそこに作ってある作物の種類や、その作物のできぐあいの関係を研究するのもおもしろい。

研究 2 学校附近のいろいろの場所の土を取って、酸性・アルカリ性の度合を調べ、分布図を作ってみよ。そして、この分布図と湿地とか、乾燥地とか、畑とか、山林とかのような他のことがらとの関係を研究せよ。

土はそれに含まれている砂・粘土のようないろいろの大きさの物の混合の割合の違い、化学成分の違いなどによって、名まえがつけられる。化学成分は土の色と密

接な関係があるので、土の色もまた土の分類にたいせつなものである。

大きい川口の付近には暗灰色の土の場所もある。瀬戸内沿岸には白砂青松の上

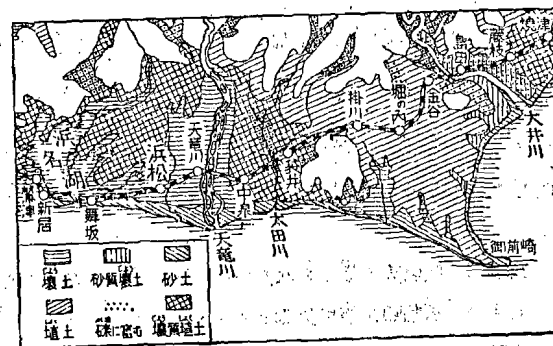


図 1 瀬州灘沿岸地方の土性図
(川と土性、地形と土性の関係を考えよ。)

表 3 土の分類

細土中の粘土 %	名 ま え
<12.5	砂 土 (S)
12.5~25.0	砂じょう土(砂壤土) (SL)
25.0~37.5	じょう土 (L)
37.5~50.0	しょくじょう土(埴壤土) (GL)
50.0<	しょく土 (C)

い景色の所もある。田には一般に粘土が多くて、黒色か灰色が多い。開墾した山や丘では黄色か、黄かっ色で、砂利が多く粘土が少ない。東北地方では、一般に黒色の土が多く、関東平野の台地では一般に表面は黒いが、下部はかっ色である。九州・四国の南部では、かっ色または赤かっ色の土が見られる。ジャバやキューバには赤かっ色、地中海沿岸には紅赤色の土が見られ、ソ連ウクライナ地方には黒色の土からできた広い平野がある。

自然のまゝの土の中には空気や水分も含まれている。その含まれる量は土の中の砂やどろのまじる割合が、場所によって違うように、いろいろと場所や時期によって、異なっている。

実験 9 土を取って、すぐに重さを測り、陰干しにして、1 日後、3 日後、1 週間後、1 か月後、半年後などに測ってみよ。1 kg といた大量について行う方がよい。

目方のへり方とかわかった期間との関係をグラフにしてみよ。

粘土・砂・れきの混合の割合と空気・水の含まれ方とに何かの関係が見られるか。

研究 3 学校附近の代表的な色の土を、遠くの友だちに送って、互に土の交換を行って、東北地方や北海道の土と南九州の土とを比較研究するのもおもしろい。どんな結果が出るだろうか。

このように調べてみると、場所によって粒の大きさの混合の度合や化学成分の違う土は、どうしてできるのだろうかという疑問がわいてくる。

問 1 表 1 について、粒径とちんでん速度との関係をグラフに書け。

2 土はどのようにしてできるか

調査 1 山の土を掘って、堅い岩石の所まで到達した時、その壁をきれいにしておいて調べよう。道路やほりの新しい切り取りで観察してもよい。

表面には黒色の土がある。その下には黄色や灰色などの表面とは違った色の土がある。ときには白色の層があることもある。最下部に堅い岩石がある。そして、表面から下方に砂や岩片が次第に多く、また次第に大きくなっていく。岩石の近くでは岩に割れ目があって、粘土や砂がない部分がある。かような場所を見ると、岩石がこわれて、土になるらしいと考えられる。



図 2
岩石がこわれて土ができる断面図

調査 2 大川の近くの田を冬掘ってみる。表面には黒色の土がある。次に砂の層、次にれきの層がある。相当深く掘っても、れきや砂ばかりで、調査 1 の場合のように角ばった岩片も、割れ目のある岩塊も、岩盤も見つからない。

研究 4 かような掘り割りで、表面から下部へ 10 cm か 50 cm ごとに、土を取って、砂れきの大きさの混合の割合を調べてみよ。

そしてその結果を、深さと混合の割合、あるいは深さと粘土の百分率との関係をグラフにしてみよ。

調査1を行ってみると、土でおおわれた地下では岩石がその場所で割れて、次第に土ができていく様子がわかった。堅い岩石が、どうしてこんなに割れていくのであろうか。

実験10 夏の午後、太陽のよく当たる場所の庭石や、道路の石あるいは縁側のレールに指を触れてみよ。次に、土に指を触れてみよ。柱に触れてみよ。

実験11 冬の朝、日の出前に、実験10と同様のことをやってみよ。

研究5 実験10・11の場合、思ったよりも温度を高く感じたり、低く感じたりすることがわかる。どうしてだろうか。熱の伝わる速度も調べなければならない。物の比熱も調べなければならない。



図3 みかげ石の風化

実験12 みかげ石(花崗岩)や砂岩や石灰岩など、いろいろの岩石の薄片(なるべく薄いもの)を火に入れて熱し、まっかになったものを急に水に入れてみよ。

岩石はどのようなになるだろうか。水を入れた器の底をよく見よ。かみそりの刃のように鋭くとがった薄片に、はぎ取られているだろう。

私たちが山道を歩いていると、新しい切り割りで、掘り出されたみかげ石などの直径1mも5mもある大きなかたまりが、数個に裂けているのを見る。また、よく冬季に見られるものであるが、掘り割りの急斜面から道路にころがり落ちた径50cmほどのれきがこなご

なになっているのを見る。

地表面は、太陽に照らされるとあたたまり、夜になるとひえる。

さばくの露岩は昼間80~90°、ときには100°ぐらいになる。夜はひえるし、また、夕立の雨(20°ぐらい)を受けてひえる。

この加熱と冷却の時、岩石は大きくなったり小さくなったり、伸び縮みする。岩石を組み立てている鉱物ごとに、膨脹率が違っているから、いびつになる。岩石の表面と内部とでも、温度の昇降の速度が違っていびつになる。

かような変化がくり返されると、岩石を組み立てている鉱物の境にひびが入り、他の作用も加わって、ひびは割れ目となり、大きくなって岩石はこわれる。火事の際、強く熱せられた土台石がそのかどの部分でこわされているのが見られる。

観測1 温度計をその水銀球が畑の土におおわれる程度に地中に入れて、温度を測れ。この時、温度計に直射日光が当たらないように心がけよ。

観測2 観測1の場合、地表から深さ30cm・50cm・1mの細かい穴を作り、温度計を入れて温度を測れ。(温度計の球の部分を何かで包んでおくといよい)。

夜と昼とではどのように違っているか。1日じゅうにはどのように変化するか。地表と地中内部ではどうであろうか。

地表の水が凍るように、温度が下がると、岩石の中に生じたかすかな割れ目の中でも、水がたまっていると氷を生ずる。氷は水の場合よりも体積を増すから、かすかな割れ目は大きく裂かれる。温度が高ま

* 温度約 -1° で、密閉した割れ目の中で、水が氷に変化すると、その壁は 1m^2 に対し約1,400トンほどの圧力を受ける。

ると、氷は解けて、割れ目の両側を押す力は減ずる。これを昼夜くり返し、毎年くり返して、岩石は次第に細かくこわされる。

大れきなども、さらに小さくこわされる。

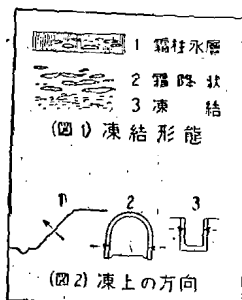


図4 凍上の模式図

問2 結氷・融氷による破壊は、世界でどのような地方に行われるだろうか。

問3 関東地方などで、麦踏みといって、冬季何回か麦を足で踏みつけるのはなんのためだろうか。

調査3 霜柱のできる地方では、これをよく観察してみよ。

土と氷の部分との関係はどうか。地表近くでは、氷はどの方向に並んでいるか。

高山では低地に比べて気温が低下し、熱帯地方でも、一年じゅう雪でおおわれた場所がある。このような雪のある場所と、年じゅうは雪でおおわれていない場所との境を結んだ線を雪線という。雪線から高い方にある雪は、久しい期間積もっているから、万年雪という。

雪線の高さは、熱帯地方から両極へと次第に低くなっていく。緯度70°近くになると海面にまで低下する。

雪線附近では霜のための風化作用が盛んに行われ、また、植物の生長も悪いから、岩石の砕けた角ばった岩くずが地表一面に散らばって、

岩海を表わすこともある。

表4 雪線の高さ

地 方	場 所	緯 度	雪 線 の 高 さ (m)
ア ジ ア	北斜面	28° N	5,600
	南斜面	27 "	4,900
	北斜面	35.5 "	5,920
	南斜面	35.3 "	5,670
ヨーロッパ	南斜面	43 "	2,900
	ドフレ峡湾	62.3 "	1,600
	ベルン-アルプス	47 "	2,750
	キリマスジ・ロ	3 " S	4,800
アフリカ	東アフリカ	3 " N	5,200
	グリーンランド	73 "	1,070
	カナダ	52 "	3,000
	アラスカ	60.3 "	600
北アメリカ	アルゼンチン	32 " S	4,200
	チリ	43.6 "	1,360
	アンデス	16 "	4,950
	アンデス	16.6 "	5,620
南アメリカ	オリニア山脈	4 "	4,500
	南 島	43 "	1,700
	南 極 洲	70 "	0

岩石が細かくこわされる場合は、以上のほかに火山の爆発や、地下のほら穴(空洞)の天井の落下や、地中の断層(75ページを見よ)によってもこわされる場合がある。

雨水の中にはいろいろな化学成分が、ごく微量ではあるが含まれている。その成分と、岩石を作っている化学成分とが作用して、新しい化合物を作る。それが水に溶けて流れ去

表5 雨水に含まれる化学成分(東京)

名 まえ	百 分 率
Ca	12.32
Mg	1.92
Na	14.49
K	2.39
Cl	15.73
SO ₄	53.15

ると、岩石は失われていく。

大気中から溶けこんだ炭酸ガスや、土の中から溶けこんだ炭酸ガスを含む流水は、石灰岩に作用して、これを溶かし去る。このように、化学的に岩石を破壊する作用を化学的風化作用という。石灰岩・塩岩・白雲岩などは化学的風化作用をとくに受けやすいものである。

風景のよい石灰ざらつくは、このようにしてできたものである。石灰岩地域の地表には、石灰岩の割れ目に沿って流れこむ水のために、地表から溶かし取られてできたくぼ地^{*}がある。

このくぼ地の底には水に溶けない物がたまって、肥えたよい土を生じ、よい耕地となっている。山口県の秋吉台ではこの種のくぼ地の底にたまった土は、厚さ5mぐらいで、ときには50~60mに及ぶ場合もある。じゃがいも・ごぼう・だいこんなどがよくできる。

海岸や山の頂や谷の急ながけで木の根が岩の割れ目にはいつて生長

^{*} このくぼ地はドリーネまたは吸いこみ穴とよばれ、大きさは径2~3mから200m以上に及ぶ。

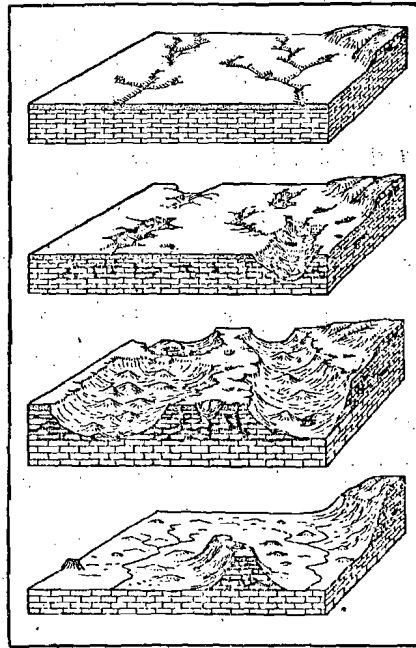


図5 石灰岩地域がしんしょくされて地形が変化する模式図
(地下の黒色部はほら穴)

している場所がある。また、調査1の場合、土の層の下方で、岩の割れ目に木の根がはさまれて、板のようになっていることがある。

このように、植物の根は岩の割れ目をますます開いたり、酸を分泌して溶かしたりなどして、岩石を細かく砕いて土を作る。

もぐら・みみずなどは土を掘り返して、ますます土が細くなることを助ける

し、またアフリカやオーストラリアの熱帯地方では、ありが高さ7~8mに及ぶ土の塔を作り、人類は耕作や土木工事を行って、土を細かくしている。

私たちは土のでき方について、温度の変化や、霜柱・

水的作用によるような機械的作用と、石灰岩などが水に溶かされていくような化学的作用とがあることを知った。このように、岩石が細か

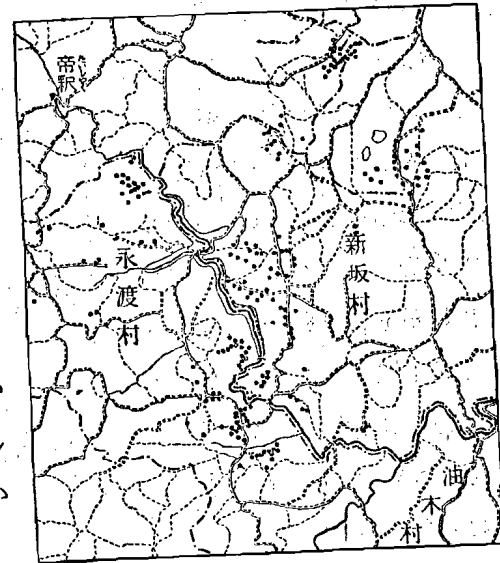


図6 ドリーネの分布
(広島県東部の帝谷峡附近)



図7 植物の根が岩石を破壊する図

く砕かれて土になることを風化という。

かようにして、陸地では久しい間、土を作る作用が働いているのに、どうして土の厚い場所と薄い場所とがあるのだろうか。どうして何十メートル、何百メートルといった厚さに土の層が発達しないのであろうか。

かようなことについて、次に研究してみよう。

問 4 風化作用を分類して、おのおのに観察した例を記入せよ。

問 5 表4から雪線の高さを縦軸にとって、両者の関係を表わしてみよ。

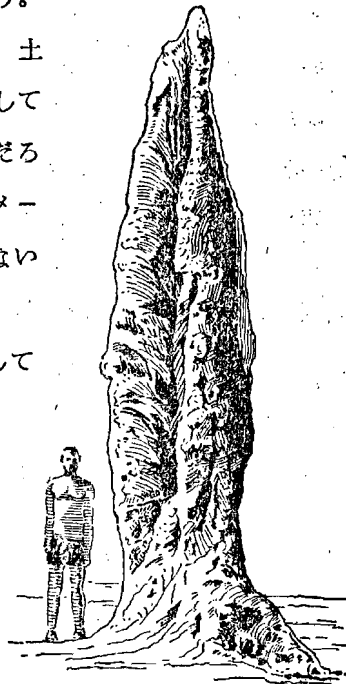


図 8
オーストラリアのポートダーウィンの
附近に見られるありの塔

③ 土の層はどうしてどこまでも 厚くならないか

調査 4 道路の掘り割りや切り取りの急斜面で、岩石とその岩くずとの関係を調査せよ。

岩盤の角度は下部から上部にどのように変化しているか、クラス

の人たちで掘り返してみよ。

砂・れきの大きさはどのように変化しているか。岩くず層の頂とがけから最も離れた部分とで、大きさはどうなっているか。岩くず層の表面と内部とではどのように異なっているか。

岩くずの岩石とがけを作っている基盤の岩石とは同じか、違うか。

風化してできた岩くずが重力にしたがって、がけの下部にくずれ落ちて、そこに積もっていることがわかる。

かようながけくずれが狭い場

所を占め、高さが大で、岩くずがそこに全部積みかさなるような場合には、その岩くずの層の表面はえんすい形(円錐形)を半分に切ったような形を表わすことが多い。これをがいすい(崖錐)とよんでいる。

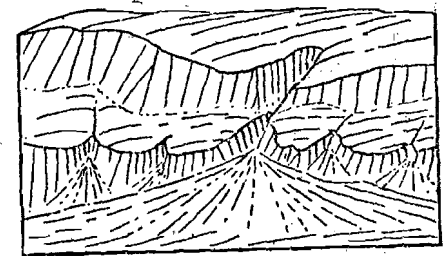


図 9 がいすいの模式図

実験 13 砂をばけつの底から落して、富士山をこしらえてみよ。砂粒の大きさは頂からすそ野にどう変化しているか。

砂粒の大きさを変えて作ってみて、その斜面の傾斜と砂粒の大きさとの間に何か関係があるか調べてみよ。

問 6 実験 13 の場合、なぜすそ野の方が頂よりも砂粒が大きいか。なぜ、砂粒が大きく角ばっている方が傾斜が大となるのであろうか。

調査 5 山の斜面の雑木林で、その根もとを掘ってみよ。また、直径

20 cm ぐらいのまつ・すぎなどが、斜面でその根もとが曲がっているのを見よ。水田地方では、田のあぜのがけにある木について観察せよ。

根から幹はどう曲がっているか。斜面との関係はどうか。また、根は斜面の上方と下方とどちらに多く広がっているか。

問 7 どうして木の幹は斜面の上部側に曲がるのであろうか。根はどうして上部側にたくさんあるのだろうか。

斜面では風化してできた土や岩くずは重力によって次第に下方にずれ動いていく。そのために、根は次第に上方に残され、下方には新しく伸びた根が少なくなるからである。幹は斜面の上部にあった時、垂直に伸びたが、斜面をすべりおりにしたがつて、木の上部のみは垂直に伸びるが、下部の根もとは、地表との関係をもとのまゝにしているので、曲がるのである。

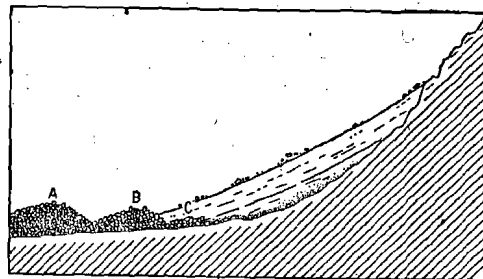


図 10 がいの断面図
(雪などのために大きい岩くずの落下が多い時期があると、A・B・C のような堤ができることがある。)

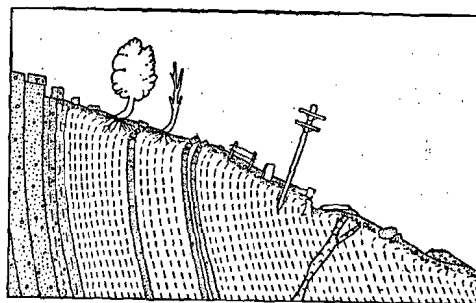


図 11 はいくだりの模式図

かように斜面の土全体が、きわめて徐々に斜面を下方に移動するのはいくだり、またはほころ(匍行)という。

日本の山や寒い地方でよく見られることであるが、図 11 のように地層の端が表面に近いほど、風化の進んだ細くなったものへと移り変わりつゝ、少しずつ下方へ移動して曲がっているのが見られることがある。これもはいくだりである。

表 6 北陸線筒石駅^{つつし}以東の地すべり

大正 6 年後半以後北方に移動した量(実際の移動は北東方向)、くい番号 11 は筒石駅プラットホーム西端、19 は湯谷の左岸 (図 12 参照)

検測くい番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19
日 づ け									
1927 (昭和 2 年) 3/29 まで	0	0	34cm	16	9	7	4	0	0
1929 (昭和 4 年) 3/30 まで	0	2cm	35	20	13	9	6	0	0

春、雪どけごろや、初秋の大雨の後や、大地震の時などに、新聞でよく山くずれや地すべりの記事を読むことがある。これははいくだりよりも急速に斜面の一部の土のかたまりが、時には岩盤の部分とともに下方に移動するものである。

粘土や微砂は、かわいている時には縮んで割合に堅くなっているが、水分を含むと膨脹して、柔らかくぬらぬらしてすべりやすくなる。斜面で土の層の重さをくいとめるくらい摩擦力が大である間は静止している。しかし土台の一部に弱い部分ができると、そこから上部は重力で



図 12 北陸線筒石駅^{つつし}附近

動きだし、その重さが斜面の下方の部分に加わる。そこで今まで、つりあって静止していた場所も、ともに動き出すようになる。そうすると

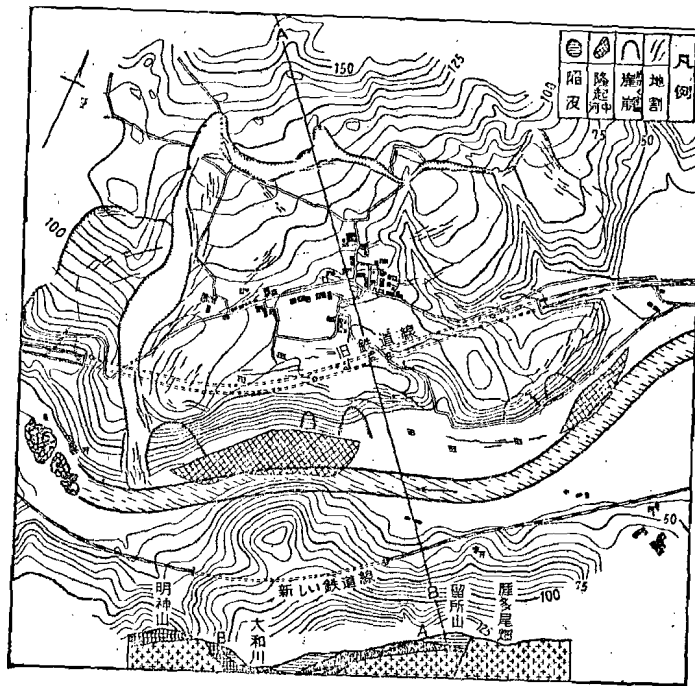


図 13 奈良盆地から流出する大和川右岸
亀の瀬トンネルの地すべり地形

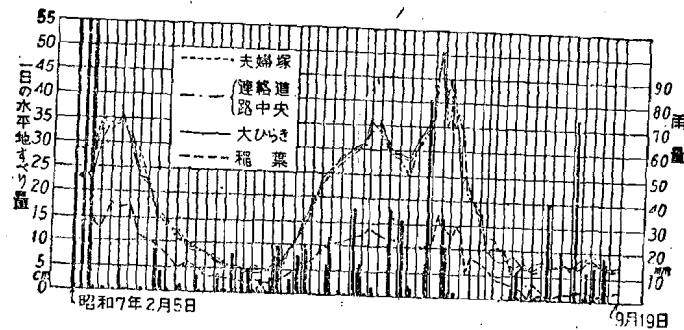


図 14 亀の瀬トンネル附近に起った地すべりの移動量と雨との関係

勢いがついて、斜面の下端からいくらか平地の部分に、時には反対側斜面にのしあげて、土のかたまりを運ぶことがある。

大雨の後や雪解けごろには土層中や柔らかい基盤岩石中に、じゅうぶん水が吸収され、重さを増加すると同時に柔らかくなる部分があると、地すべりを起すと考えられている。また、地震の振動によって、斜面の土層の安定が破られると地すべりを起すこともある。

地すべりや山くずれは広い範囲の土のかたまりが移動するから、家や畑がこわされたり、鉄道やトンネルがゆがめられたり、川がせき止められたりする。

地すべりはほころびに比べて、移動速度が大であるが、山くずれは急ながけの上部の土や岩盤が地震や大雨ののちに突発的に移動し、短時間で終るものである。

問 8 地すべりの起りやすい場所では、どのようにして防いだらよいか。

地すべりや山くずれの起りやすい場所では排水をよくして、水が地中にしみこまないようにすることや、すべりやすい層から下層の方にまでくいを打って摩擦を大きくすることや、大木を育成することもたいせつである。また、急ながけを削って、ゆるやかにすることもたいせつである。

風化された砂れきや土などは、このように重力だけによって移動するが、いっそう目によく見られるのは雨水と川の作用による運搬である。

調査 6 雨が降り出した時、運動場に出て、雨水がどのように流れるかを調べよ。

雨が降ると、かわいた地面は次第に湿り、2~3 mm 以上も降る

と、地面を水で飽和して、地面を水が流れるようになる。地面は雨滴でたゞかれて、土粒ははじき飛ばされ、ほぐされて柔らかになり、あるいは水が加わって柔らかになり、糸のように細い雨水の流れにも、小さい土粒は運ばれ、雨水の流れは濁ってくる。少し大きい砂は、しばらく見ていると、押し流されて徐々に移動するのが見られる。

調査 7 調査 6 の場合、水流の速さが大きな所や小さな所がある。どのような状態の所が流速が大で、どのような所が小であるかを確かめてみよ。

流速の大である所の底にある砂粒と、小である所の砂粒との大きさを比べてみよ。

実験 14 ビベットか何かで、流水を吸い取って、ピーカーに集め、土砂粒をちんでんさせて、その中に土粒がどれくらいあるかを確かめてみよ。

調査 8 雨が降るとき近くの林か草地に行き、運動場の場合と比べ流水が多いか少ないか、また土粒の多少を比べてみよ。

研究 6 運動場では水がすでに流れているが、林地では、まだ流れ出していないかどうか。どうして林地の方が流れ出すのがおくれるのかを考えてみよ。

観測 3 地面から雨水が流れ出すまでの降水量を測れ。いつも同じ雨量で流れ出すであろうか。芝地・林地と運動場とではどうか。

草がはえたり、れきなどがあって、摩擦の大きい所では流水の速度は小さく、傾斜の大きい所、水深の大きい所では運ぶ土粒の量も多く、土砂の粒も大きい。

かようにして、雨水は次第に集まって、谷となり、小川となり、大川となって、海や湖に注ぐ。川については、次にさらに研究すること

とする。

これまでに研究した雨水やはいくだり・山くずれなどは、風化した岩くずを重力にしたがって、低い方へと運んで次々と岩くず・土を生成した場所から取り去って行く場合であるが、水平にも、ときには上方へも、土を運ぶ場合がある。それは風による場合である。

風の力はばかにならないもので、家や列車を倒したり、汽船を海岸に打ちあげたり、海水面を上昇せしめて浸水することもある。

1934 年(昭和 9 年)9 月 21 日の室戸合風の際、風力と低気圧のため、大阪湾では 2.9~3.2 m も水位が上昇して、市街を水浸しにした。この合風の風速は室戸崎で 45m/sec にも達した。

大阪港内にあった船のうち、この風水害によって運行できなくなった 1,000 トン以上の汽船は、ブクリ号(8,000 トン)・盛運丸(5,200 トン)など 70 隻にも達した。

風が土砂を運搬するのは、地面が露出していて、草木などで保護されていない場合に、



特に著しい。

図 15 黄土の分布(図 18 と比べてみよ。)

中華民国北部や、北アメリカ中央平原の草原地方の黄土は、すぐ近くのさばく地帯から吹く風で運ばれて積もったものと考えられている。関東地方などで、春、草は茂らず、地面がかわいているころ吹く突風で飛ばされる微砂・粘土などのごみで、太陽が見えなくなるのも毎春のことである。

海岸のがけでよく見かける水平なくぼみは、風が運ぶ砂によって削

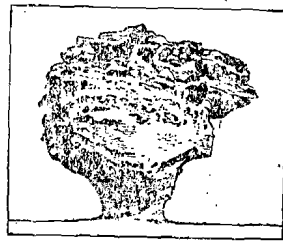


図 16 きのか状岩
(風の作用で岩柱の根もとが
しんしょくされてできる。)

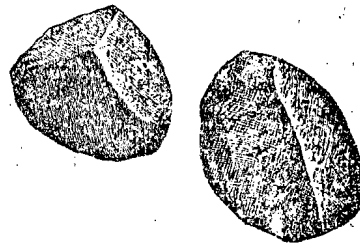


図 17 三稜石
(丸い石が風の作用で、平たい面に
されている。)

られたものであり、静岡県御
前崎その他の海岸地方では、
さばく地方によく見られるよ
うな三稜石という風で運ばれ
る砂でみがかれた小石があ
る。

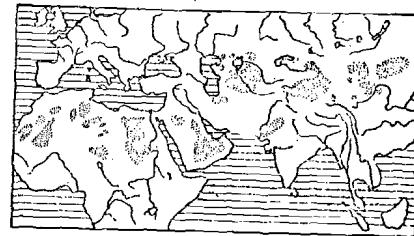


図 18 さばくの分布

風の運搬作用が猛威をふる
う地方は、なんといってもさ
ばく地方である。さばくは、
水の蒸発量が降水量よりも大
であるから、草木が繁茂せず、
乾燥しているので、ほぐされ
ている土砂は風で運ばれやす
い。細粒のものは遠く運ばれ
て黄土などとなるが、砂は三日月形などの砂丘を作る。

わが国のように、降水量が多くて、草木のよく生育する地方でも、

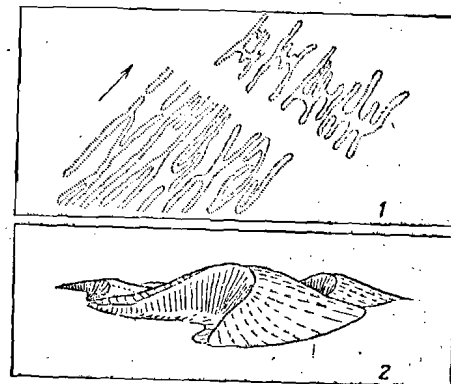


図 19 砂丘の型

海岸の砂浜には砂丘が見ら
れる。とくに冬季、海の方
から風が強く吹く日本海岸
には、みごとな砂丘地域が
見られる。

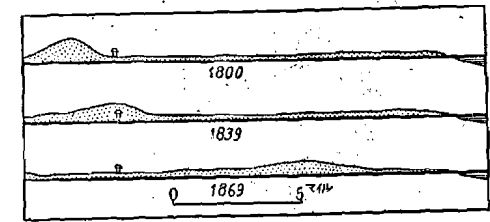


図 20 砂丘の移動と発達

海岸でいせん(汀線)に平行に松林があったり、いけがきなどをつくってあるの
は、砂の移動で耕地が荒らされるのを防ぐためである。

研究 7 1/50000 地形図で砂丘を見だし、砂丘の方向と、1 年の
うち、強い風が多く吹く方向との関係を調べよ。

研究 8 砂丘の断面はどんな形をしているか。なぜ急斜面を生ずる
のであろうか。

調査 9 日本全体について、砂丘のある地方を調査して、分布図をつくれ。

観測 4 近くに砂丘があれば、砂が移動する速さを測ってみよう。

風化してできた土は、雨水や地すべりや風の作用で運び去られるこ
とを知った。このほかに、土の層がどこまでも厚くならないのは、土
の層が少し厚くなると、温度の変化を和らげたり、地下水の作用を和
らげたりなどして、土の層と岩との境で、風化作用がほとんど行われ
なくなるからである。

風化した岩くずを運び去る雨水は、どこから来て、どこに行くので
あろうか。雨水の集まった川は土をどのようにするのであろうか。こ
ういったことについて、研究を進めてみよう。

かようなものを平均すると、地球の密度は $5.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ぐらいで、すぐぐらいに相当する。

地震の波の伝わる速度が地中の物質によって異なることを利用して、地球の内部の状態を知るように、人工で地震を起してもう少し浅い所の状態を推測することがある。関門海峡の海底トンネルの場合や、青森函館間の海底調査などに利用したことがある。

12 土と植物の生長とはどんな関係があるか

私たちは研究しているうちに、地球の内部の方にまで行った。もう一度私たちの周囲を見てみよう。研究する以前とはだいぶ見るものについて、注意するところが変わってきた。

土は岩石が風化してできたもので、風化したものが、そのままでは運ばれないである場合や、運ばれてきた場所とは違った所にある場合もある。

問 31 風化したものは、どんな方法で運ばれるか。

問 32 どんな場所に土砂はたいせきするか。

問 33 川原や海岸などの表面の土と耕地や森林の土とはどのように色が違っているか。

耕地の土はどのようにして黒みをおびているのであろうか。これは動植物の残がい、有機質が分解していく途中の腐植質が含まれているからである。

有機質が土の中で、分解するのは地中に生活する微生物によって行

表 27 かわいた土
1g 中の微生物の数

バクテリア	1 億
藻類	5~10 万
糸状菌	数十万
原虫類 (プロトゾア)	1 万

表 28 土の粒数
(1g 中)

砂	20 億
土	70 億
じょうど(壤土)	120 億
しょくじょう土	170 億
しょく土(埴土)	

表 29 土の比熱
 $\text{cal} \cdot \text{g}^{-1}$

砂	0.29
粘土	0.23
腐植土	0.16

われるらしい。土の中にはきわめて多数の微生物が含まれている。土 1g 中には 4,000~5,000 万以上に及ぶと計算されている。

このたくさんの微生物は有機質その他を分解して必要な養分を吸収して繁殖し、その生命を失うと、再び分解して植物が吸収できるような成分になる。肥料は一般に微生物の繁殖を助ける。腐植質と粘土のように粒径の小さなものは、すでに植物が吸収できるようになった栄養分や肥料分を、その粒子の間に保持して、雨水にそれらが溶けて流れ去るのを防ぎ、また、植物の根の吸収には、たやすく放出して吸収せしめる。砂・小石のように粒径の大きなものはこの反対である。

腐植質を適度に含む土は肥料その他からの養分の流失を防ぎ、吸収

しやすい養分を

つくる微生物の

繁殖にたいせつ

なものである。

だからたい肥や

緑肥などの有機

質肥料はたいせ

つである。

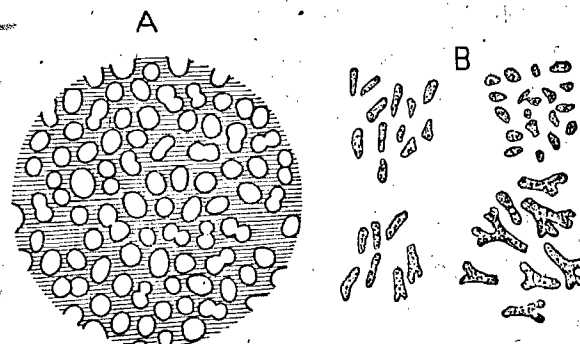


図 85 遊離窒素を固定するバクテリア

表 30 地中空氣の成分(%)

土 地 の 種 類	炭 酸 ガ ス	酸 素	窒 素その他
軽い砂地	9.74	10.35	79.91
ぶどう畑	1.06	19.72	79.32
林 地(表 土)	0.79	19.66	79.55
林 地(下層土)	0.87	19.61	79.52
むらさきうまごやし	1.06	20.03	79.91
古い牧場	1.79	19.41	78.80
大 気	0.03	20.77	78.23

問 34 農家では肥料を一度にたくさん与えないで、数回に分けて施すのばどうしてだろうか。

この有用な微生物の繁殖には水分や熱や酸素なども必要である。

問 35 農家ではどうして中耕を行うのであろうか。

作物は根から土中の養分、葉から大気中の成分をとって生長する。作物の根もまた呼吸作用を行っており、微生物はもちろん土中で呼吸作用を行っている。土中に一定の酸素を含むことは、植物の生長に必要である。落ち葉・たい肥などの間に酸素の供給が不足すると、作物が吸収しにくい成分をつくる微生物が繁殖することがある。

問 36 たい肥の積み替えを農家で行うのはどうしてか。

低湿地や、長雨の場合、作物が枯れるのは、土中の大気が水のためその場所を置きかえられ、大気が不足して、根の呼吸作用が停止するからである。

だから、低湿地は排水したり、砂れきを混入して通気をよくするこ

とは微生物の繁殖を助けたり、風化作用を助けたりするためにたいせつである。

問 37 さつまいもを貯蔵する場合、空気抜きを作るのはどうしてだろうか。また、だいこんやはくさいを貯蔵する場合、土で埋めてしまわないのはどうしてだろうか。

土のうちの空気を地気という。その量は土 100cc 中に含まれる空気の容積の百分率を求めて表わしている。これを容気量という。容気量は土のうちに含まれる水量と逆の関係になっている。牧草は 6~10%、こむぎは 10~15%、おおむぎは 15~20%、さとうだいこんは 15~20% の容気量が最適であるという。

地気はまた地熱を調節したり、空中の窒素を固定するこんりゅうきに窒素を与えたり、地下水に溶けて土や岩くずを分解して栄養分を作るに必要な炭酸ガスを供給したりする。

表 31 作物の種類と土の酸性との関係

1. 抵抗力の最も強いもの……すいとう・からすむぎ・そば・らっかせい・じゃがいも・いちご・ちゃ・たばこ・くり・まつ
2. 抵抗力の強いもの……こむぎ・とうもろこし・だいず・そば・まめ・さつまいも・トマト・すいか・多くの果樹・しらつめそう
3. 抵抗力のやや強いもの……おおむぎ・もろこし・えんどう・かぶ・だいこん・にんじん・キャベツ・たまねぎ・多くの葉菜・うり類・あま・おおあさ・さとうきび・あぶらな・あかつめそう
4. 抵抗力の弱いもの……てんさい・ほうれんそう・くわ

* 印はアルカリ性になっても生育するもの

容気量は地中深くなるほど減少するものであるから、深耕といって表土の下方にある心土を掘り返して容気量を増加すると、作物の生育

に都合のよい場合がある。心土は腐植質や肥料分が少ないから、有機質肥料をじゅうぶん与える必要がある。しかし果樹園のように深根性作物の場合には著しく深根になることを防ぐように、砂れき層や岩盤が適度の深さにある方がよい場合もある。

作物はその種類によって、土が酸性すぎても、アルカリ性すぎても生育しにくい。この土の化学成分の性質は気候や母岩の種類で異なっている。乾燥気候の地方ではアルカリ性のものが多く、日本のように多雨気候では酸性になりやすい。日本の場合、一般に酸性土が多い。火山岩、河成沖積の土は石灰類が多く、苦土は結晶片岩・古生層の土に多く、第四系の土には少ない。

しかし、土の化学的性質は施肥のしかたによって改良することができる。硫安(硫酸アンモニア)は土を酸性にしやすい、石灰窒素はアルカリ性にしやすい、といったように、肥料によって、窒素・りん酸・カリなどの肥料分が作物に吸収されてのち、土の性質に変化を与えるから、土の性質を調査して適した肥料を与え、作物の種類に適するようにしなければならない。

日本では一般に酸性土が多いから、これを改良するために、石灰や過りん酸石灰を用いて成功したことが多い。また緑肥・たい肥も酸性土の改良に有利である。

砂や小石の多い土には湖・沼・ため池などのどろを入れると粘土分も多くなり、肥料や水の流失を防ぐに都合がよい。また、どろの乾燥によって、含まれている有機物が分解されやすくなるので、肥料として用いることもある。

土の改良に深耕を行うことがある。これは水の浸透をよくし、水の

流通によって空気も深くまで流通するようになる。また、深く根を伸ばすまめ科の植物をつくるのも通気をよくする。

表 32 土の流失の割合

西 暦 年	天 然 樹 林	同じ樹林地を焼いたばかり地	焼いてから3年後の若木地
1929~30	0.28	66.8	—
1930~31	0.13	6.24	63.03
1931~32	0.10	2.2	8.12
1932~33	0	1.9	0.17
1933~34	0	—	0.1

そ菜・果樹などの栽培にはどろのかわりに川の砂を耕地に入れて、通気性を増加することもある。また焼土といって、粘土質の耕土を焼くことも行われている。これは余分に含まれている有機物を少なくしたり、その分解を速くするためや、有害な虫や菌類を殺すことなどに効果がある。

表 33 長い期間の土の流失量と分水界からの距離との関係

土の改良とともにその流失を防ぐこともたいせつである。急斜面の場合、石がきを築いて階段耕作を行ったり、落ち葉やたい肥を耕地に施したり、うねとみぞを傾斜と直角に水平に伸びるように耕したり、いろいろとくふうすることがたいせつである。

分水界からの距離 (m)	1 ha (約1町歩)あたりの土の流出量(トン)
0	162
142	196
248	254
301	330
353	770
381	905
408	1,260
439	1,610

私たちは土について、そのでき方や、その改良の方法や、山は常に変わりつゝあることや、きわめて長年月を要してできることなど、い

ろいろのことを知った。私たちの一生は土の一生に比べると短いものである。土をたいせつにして改良し、次の世代に渡すように心がけたものである。それにはさらには土についていろいろと研究して行きたいものである。

問 38 これから、どういうことを研究したいか。

問 39 土の研究を行って、何がおもしろかったか。

索引

	あ	関東山地 49
悪地 28	か	関東地方 11, 22
阿武隈高原 45, 48	海岸段丘 67	関東平野 7, 11, 56
阿武隈山地 48	かいしゃく面 68	関東ローム 56
アフリカ 14	がいすい(崖錐) 16	
天の橋立砂嘴 41	貝づか 78	き
洗い掘り 27, 33	化学的風化作用 13, 45	機械的作用 14
荒川放水路 40	河岸段丘 68	機械的風化 45, 48
アルプス山脈 46	河間地 48	北アメリカ中央平原 22
	かききず 47	北潟 41
い	花崗岩 9, 73	きのこ状岩 23
石狩川の蛇行 40	下刻作用 33	休火山 53
いんせき(隕石) 82	火山 52	九州南半山地 49
う	火山活動 53, 65	休養遊覧地 56, 57
雨水に含まれる化学成 5	火山形 57, 59	キューバ 7
分 12	火山岩の組成 82	強アルカリ性土 5
前戸湾 41	火山弾 52, 54	強酸性土 5
え	火山灰 52	きょしょう(裾礫) 70
養分 84	火成岩 75	く
エベレスト山 45	化石 78	くぼ地(窪地) 13, 28, 43
お	角閃安山岩 73	クラカトア島 56
奥羽山脈 37, 45, 49	風の力 22	お
奥知潟 41	かた湖(潟湖) 41	けい岩(珪岩) 74
大歩危 34	活火山 53	けいそう土(珪藻土) 74
おしかぶせしゅうきょく 76	かめ穴 32	ケスタ 76
オーストラリア 14, 15	かれ谷 28, 31	結氷 11
おぼれ谷 70	川口 6, 38	圈谷 47
温泉 56	川の縦断面 31	圈谷の分布 47
温泉水 54	川の年間運搬量 34, 35	玄武岩 73
	岩海 12	こ
	環礁 70	高原の地形変化 49
	岩しょう(岩漿) 57, 77	黄土 22
	岩石圈の組成 82	
	乾燥気候 29	
	関東大地震 62, 67	