

K250.4 1

1

10a



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



文 部 省

文部省教育委員会
教科書刊行部
贈

目次

まえがき	1
I 土はどんなものか	3
II 水は空と大地の間をめぐっているか	8
III 自然では岩石はどのように変わっているか	16
IV 地表はどんなに刻まれ、また埋められつつあるか	20
V 川はどんなに地形を変えるか	27
VI 山はどんなに変化するか	36
VII 火山や地震はどのようなものか	46
VIII 地球の表面はどんなに隆起したり、沈降したりしているか	56
IX 岩石はどのようにしてつくられたか	60
X 地球の内部はどうなっていると考えられるか	66
XI 土は植物の成長にどんなに関係するか	70



まえがき

私たちは土の上で生活しているといってもさしつかえない。生物は土に生き、土に帰るといわれている。私たちは土にできたいろいろな植物の根・茎・葉・果実などを食べて生きていく。またこのようなものをたべて成長した動物を食べて生きていく。これほどに私たちに親しい土は、いったいどのようにしてできたのであろうか。私たちは、実際には、ほとんど何も知らない。いったい土とは何であらうか。どんなものからできているのであろうか。どうしてできたのであろうか。どうして植物がはえて、そして成長していくのであろうか。これらの疑問を解くためには、私たちは、地球の表面

に行われている自然のいろいろな作用を、十分に知らなければならぬし、地球の表面やそれに近いところを作っているいろいろな物質の性質も十分に知らなければならない。このようにして、土に関したいろいろの知識を十分に得て、はじめて、土にもいろいろな特徴があって、作物のよくできる土とできない土とがあることや、作物のよくできない土は、どのようにしたらよくできる土に改良することができるかがわかってくる。

まず、家の附近の土をとって調べてみるがよい。その土を調べていくにしたがって、いろいろな疑問に行き当たるに違いない。さあ、これらの疑問を、なるべく私たちの力で解いていこう。

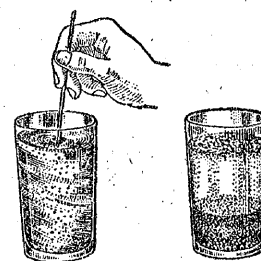


Ⅰ 土はどんなものからできているか

庭や畑の土を 30 cm^3 ばかり採集して、1ℓ 入りぐらいの透明なガラスのコップに入れ、これに蒸りゅう水を満たし、はし の先でよくかきまわしてみよう。コップの中の水は、一時は暗く灰色に濁って不透明になっている。それを外から観察すると、コップの水の中にいろいろなものが浮いているのがわかる。底には、あらい粒の砂がすでに沈んでいるが、濁った水の動きがしずまるにつれて、細かい砂粒が次第に沈むのがよく観察できる。3分ぐらいもたてば、細かい砂粒が前に沈んだあらい砂粒の上に沈んでいくのがよく観察できる。しかし、水はやや透明になってはくるが、やはり多少濁っていて、なかなか透明にはならない。コップの水の表面には木片などが白っぽい あわ といっしょに浮いていることもある。

この濁った半透明な部分の水を外から虫めがねで見ると、水の中に浮かんでいる細かい粒子が緩やかに沈んでいくのが見える。これはもう砂粒とはいえないほどに細かい。

表面に浮いているものは植物の細かい破片で、腐ったよ



第1図 砂粒が沈むありさま

うに黒みがかったものが多い。浮いている あわ も、ただの水では見られない あわ である。何か水中に溶けているらしい。リトマス試験紙を使って、酸性かアルカリ性が調べてみるのもあもしろい。また、この水から微生物を ばいよう してみるのもあもしろい。コップの中はまだすっかり透明にならないかも知れない。直径 0.002 mm 以下の粒子になると、大部分がコロイド^{*}状の溶液と考えられ、このような細かい粒子はなかなか沈んでしまわないので、水が澄むのに幾日もかかることがある。

次に、コップの底に沈んだものを調べてみよう。一番下にはあらい重い物があって、上に行くにしたがって、細かい どの ようなものか、層をつくっている。一番上の どの ようなものは、虫めがねでその粒の大きさが観察できないほどに細かい。人さし指にこれをつけて、親指とですりつぶしてみると、多少粘りけのある どの または粘土であることに気づく。粘土は乾くとちぢんで容積が小さくなり、割れ目ができるし、濡めるとふくらむ。

コップに水を注いで、どの ような物質を洗い流すと、砂粒がコップの底に残る。それらの砂粒は、水を注いだぐらいではコップから流れ出ないほどに大きな粒のもので、時には径 0.5 cm 内外の小石も見られることがある。

* コロイド 肉眼や普通の顕微鏡では見えないが、普通の分子より大きい粒子として物質が散布している時に、これをコロイド状態にあるという。

土をつくっているこ

のような物質はその大きさによって、どろ・砂・れき(礫)・きょれき(巨礫)などに分けられている。第1表は どろ・砂・れき などの名称のつけ方を示したもの

第 1 表

粒の大きさ 径 mm	名 称		
	ばらばらのもの	かたまったもの	
$64 <$	巨れき	巨れき	巨れき岩
$4 - 64$	れき	れき	れき岩
$2 - 4$	細れき		
$1/2 - 2$	粗砂		
$1/4 - 1/2$	砂	砂	砂 岩
$1/16 - 1/4$	細砂		
$1/256 - 1/16$	洗でい	粘土 またはどろ	でい岩 またはでい板岩
$< 1/256$	粘土		

である。粒の直径 0.0625 mm 以下の細かいものを、どろ または粘土といい、 0.0625 mm から 2 mm までの粒を砂、 2 mm 以上を れき(小石)といっている。 64 mm 以上のものを きょれき ということもある。土は一般に陸の表面の小石や砂やどろがいろいろな割合でまじっているもので、さらに植物などの破片やその他の物質もまじっているし、自然にある時は、それに水分や空気もまじっている。したがって、土はそれに含まれているあまな成分によって、あまその名前がつけられる。土の中の砂粒の大きさや、どろ のまじる割合、植物質などの含まれる量、水や空気のまじる割合、土の色などは地方地方で多少の違いがある。

海岸の砂浜近くにある土は、比較的一定の大きさの砂粒できている、どろ や小石が少ない。わが國の川では小石の川原の所が多く、これは多摩川の中流や、大井川・富士川などの川原にみられる。東京の隅田川や、大阪の淀川の川口の

ように、どろの多い所もある。

また、東京の山手^{やまのて}のように、黒い土や赤かっ色の土が分布している所もあれば、東京の下町や、大阪平野の低い土地のように、暗灰色の土の所もある。

フランスやキューバの丘にある土は紅色である。ソビエト連邦のウクライナ地方には黒土の広い平地もある。瀬戸内海の沿岸には白色の砂浜が多い。

しかし、地面の表面ではどこでも土があるとはいえない。大きな岩が現われていて、土の全くない所もある。私たちは、土を調べながら多くの疑問を起すようになった。それらの疑問を次に書いてみよう。

1. どうして川に小石の川原や、砂の川原や、どろ底の所があるのだろうか。
2. 砂や小石はどうしてつくられるのだろうか。
3. どうして土ができるのだろうか。
4. 土はどのような所に分布しているか。
5. 岩はどのような所に分布しているか。
6. 岩はどのようなものか。
7. 岩が山に現われているのはどうしてか。
8. 地面の下はどんなものからできているのだろうか。
9. 植物は土からどんな方法で養分を吸って生きているか。
10. どんな土が農作によいのだろうか。

研究1. 近所のいろいろな土を採集して、どろ・砂・小石が、重さにしてどのくらいの割合でまじっているか、調べてみよう。

研究2. 1の研究で得た資料をグラフにして表わすことを考えてみよう。

研究3. どろ・砂・小石を分けるのにはどうしたらよいかくふうしてみよう。

研究4. 粘土を ま水 と塩水との中に同じ量だけ浮かして、どちらが早く澄むかを比較してみよう。

研究5. 粘土を水に溶かして さらに入れ、乾かしてみよう。どうなっていくか。

II 水は空と大地との間をどのようにめぐっているか

大雨が降ったあと、川や小川の水の量が増して、岸からあふれるようになって、流れているのを見たことがあると思う。そればかりではない。大雨のすぐあとでは、いつも澄んで清い流れ水も、土色に濁っている。これは雨の水が地面の表面を流れて、川へ流れこむまでの間に、地面にある ちり や、細かい土の粉を流していくからで、濁った流れ水の中には、前に述べたような細かい物質が水中に浮いているし、地面にあった木片や葉のようなものは水面に浮いて流されていく。

土の組成を調べるために行った実験でもわかるように、コップの中の水をかきまわしてみれば、水は濁り、細かい物質から次第にあらわい物質が水中に舞い上がり、濁っていくのがわかる。水が運動している間は、細かい物質は うず に巻かれて、なかなか沈むことができない。水の運動がはげしい時には、あらわい砂粒でもたやすく動く。コップの底の小石で舞い上がらないものでも、底でぐるぐるまわって動いている。

上の実験で、流れ水が どれ や砂や小石を流す場合に、川の底を、これらのものをごろごろ押し流して行く場合と、水中に浮かべて、流して行く場合があることがわかる。

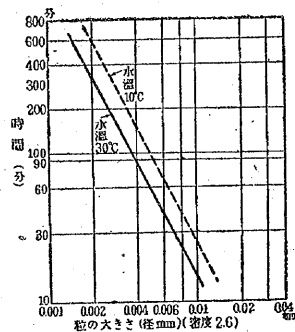
私たちは、流速の小さい浅い川を歩いて渡るのは楽だが、流速が大きい川を歩いて渡る時は、足に加わる流水の圧力で、

ともすれば足をすくわれて、倒れそうになることを経験している。これは流れ水が、足を押し流そうとするからである。水底の砂・小石も、底との摩擦より流れ水の圧力が大きくなると動きだす。同じ性質、同じ形の石であると、流れ水が動かすことのできる砂・小石の大きさ(体積)は、流速が大きいほど大きい。

川原や川底にならんでいる小石の多くは、こうずい(洪水)の時の流速に関係しているもので、ふだんの時に川が運んだものは少ない。こうずいの時はふだんの川より流速も大きく、水量も多いので、大きな石を運んでくる。

粒のごく小さい どれ や砂が水より重いにもかかわらず、川水の中に浮いているのは、

川の流れに うず ができているからで、この うず は静かな流れほど少なく、流速が大きいほどはげしくなる。ほとんど静止しているような水中では、砂粒の沈む速さは、その粒の密度と半径に関係があり、たいていの場合、密度が大きいほど大きく、粒の半径が大きいほど大きい。これらのこともコップの中の土の実験でわかる。径が $1/1,000$ mm ほどに細か



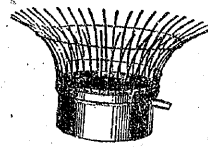
第2図 細かい粒子が10 cm の水中を沈む時間を示したグラフ。

い粘土は 10 m の深さを沈むのに 2 月もかかる。

第 2 表は世界の川の下流で測った、川水の中に浮いて海へ運ばれる物質の 1 年間の総量である。中華民国の黄河のようなものは、水中に浮いている物質の量が非常に多い。とくに、こうず

い時には黄河は 1 l 中 52 g に達することもある。黄河が昔から今日までに上流から下流へ運んだ物質の量だけでもあびたらしいものであろう。黄河は こうずい の時には はんらんして、その濁った川水をその沿岸に拡げるため、沿岸は、濁水中の砂や どんろ であふれて、水の乾いたあとに、作物のよくできる新しい土の平地がつくられるということである。

私たちは さらに 中に入れておいた液体を、そのままにしておくと、いつのまにか乾いてしまうことを知っている。こ



第3図 蒸発計

これは水分が大気の中へ蒸発していくからである。水が水面から蒸発する程度を測るのには、蒸発計を用いている。これは内径 20 cm 深さ 10 cm ぐらいの銅盤の容器に一定量の水を入れて、一定の時間をすごしたあとで水量を測定して、蒸発量をきめている。さばく(沙漠)のような雨の少ない地方では蒸発量は大きいし、雨の多い地方では反対である。降った雨

第2表 川水の中に浮いている物質の年量

川の名	年量 (千万トン)
黄河	67.2
ミシシッピ	30.4
揚子江	25.3
ナイル	5.2
ガンジス	2.6
淀川	0.015
木津川	0.015

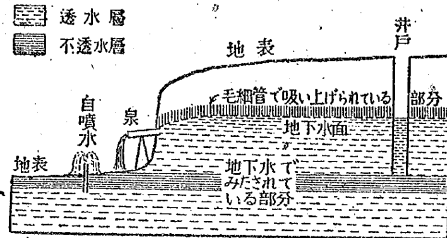
水の一部は大気中に蒸発していく。しかし、雨水はまだ他へもいくのである。

乾いた地面に雨が降ってきたらどうなるであろうか。はじめのうちは、雨の しずく は、地面にしみこんで、地表を流れない。しかし雨がはげしく降るようになって、地面の中へしみこむ水量よりも雨量の方が多くなると、はじめて雨水は地面を流れはじめ^{*}。地表に降った雨は上に述べたように、地表下へしみこんで行く水と、地表を流れて行く水と、大気の中へ蒸発して行く水となる。

砂や小石だけの土地は水を透しやすいが、粘土は水を透しにくい。地下へしみこんだ水は地下水となって、地下の溶けやすい物質を次第に溶かして、どんろ粒や砂粒の間の すきま を通りながら、重力にしたがって流れ動いて行く。そして水を透しにくい部分までしみこむ。したがって、雨天の日には地面の下^{**}の土は、水で土の粒子の間を満たされているが、晴れた日の地面の下^{**}の土の中では、地表近くの土はその粒子の間に水のある部分と空気のある部分とがあり、深くなると粒子の間は水ばかりとなってしまう。この部分は地下の物質が地下水で飽和している部分で、その飽和した部分の一番上のわ

* 森林は雨水をたくわえて川の水の量を調節して、こうずい や ひでり を防ぐ。また、土砂が流されたり、吹き飛ばされたりするのを防ぐ。植林をおこなえば、こうずい や 山崩れの災害をまねく。

** 傾斜地でも水の供給のよい粘土質の所では階段状の田をつくることできる。



第4図 地下水面

ずかな部分は、粒の間の水が毛細管現象でひっぱり上げられている。地下水で飽和している部分に地表から井戸を掘りこむと、井戸の壁から地下水がしみ出て、井戸の底に水がたまる。また、かけのような所に地下水が飽和している部分があたると、泉となって地表へ流れ出る。

研究1. 近くの井戸三つ以上について水面の高さを調べて、たがいに比べてみよ。地形とどんな関係があるか。

(1) 平地の場合はどうか。山の上の井戸と低地の井戸とはどんなに違うか。

(2) かけなどで地層がわかる所では、地下水面と地層とどんな関係があるか。



井戸を調べた地方が平地なら、井戸の水面の深さがあまり変わらないことに気がつくであろう。これは地面の下にも、海や湖の水面と似た地下水の表面すなわち地下水面があって、

* 毛細管現象 液中に細い管をたてると、管の中の水面が外の水面より高くなる現象。ち密なすきまのある土の粒子の間にもこのような現象が起こる。

井戸がその表面に達すると、水がしみ出してくることを示している。

地下水は地中の溶けやすい成分を溶かして泉や井戸にしみ出てくる。第3表は、各地の川の下流で測定した川水に溶けて海へ流れ入る物質の1年の総量を 第3表 川水に溶けている物質の年量

川の名	年量 (百万トン)
ミシシッピ	112.8
ナイル	17.0
ライン	5.8
テムズ	0.61
淀川	0.4
木津川	0.1

示したものである。これによると、川が海に注ぐまでに溶かしてくる物質の量は非常に多いことがわかる。このような川水に溶けている物質は、よく調べてみると、雨水が空中から溶かしてきたものや、地面を流れている間に溶かしたものや、川水が川を流れてくるときに川岸や川底から溶かしたものなどがあるが、それらはわずかな量で、川水の溶解物質の大部分は地下水から供給されたものである。第4表は世界の川水が

第4表 世界の川水および湖水中に含まれている固形分の化学成分

化 学 成 分	北アメリカ	南アメリカ	ヨーロッパ	アジア	アフリカ	世界	海水
炭素と酸素の化合物	33.4	32.5	40.0	36.6	32.8	35.2	0.2
硫黄と酸素の化合物	15.3	8.0	12.0	13.0	8.7	12.1	7.7
塩 素	7.4	5.8	3.4	5.3	5.7	5.7	55.2
窒素と酸素の化合物	1.2	0.6	0.9	1.0	0.6	0.9	0.0
カルシウム	10.4	18.9	23.2	21.2	19.0	20.4	1.2
マグネシウム	4.9	2.6	2.4	3.4	2.7	3.4	3.7
ナトリウム	7.5	5.0	4.3	6.0	4.9	5.8	30.6
カリウム	1.8	2.0	2.8	2.0	2.4	2.1	1.1
鉄と酸素の化合物	0.6	5.7	2.4	2.0	5.5	2.8	0.0
アルミニウムと酸素の化合物	0.6	5.7	2.4	2.0	5.5	2.8	0.0
けい素と酸素の化合物	8.0	18.9	8.7	9.5	17.9	11.7	0.0

運んでいるおもな物質の平均の割合である。

石灰岩^{どろいっ}洞窟は、地下水が石灰岩の割れ目からしみこんで、石灰岩の成分^{*}を溶かしたためにできたものである。



第5図 水の循環

私たちはここで、水が空と大地とをめぐっていることを知ったし、また、川が物質を運ぶ働きは三つに分けることができることを知った。

- 1) 川の中に浮いて運ばれるもの
- 2) 川の水に動かされて、川底を轉がされて運ばれるもの
- 3) 溶液として運ばれるもの

そして私たちは、このようにして運ばれた物質が、こうずいなどの時に、廣く川の両側の地域に拡げられて、作物のよくできる土地をつくることを知った。わが國の大きな川の沿岸も、黄河の沿岸と同じようなでき方で、新しい土が運ばれ

*おもな成分は炭酸カルシウム CaCO_3 である。

たのである。しかし、今は人が堤防をつくって、川水がはんらんするのを防いでいるから、昔ほどにはんらんのために新しい土がばらまかれるということは少なくなった。

新しい豊かな土ができる利益よりも、はんらんのために人が受ける損害の方がはるかに大きいから、堤防はたいせつに保護をしなければならない。それでも、こうずいの方に堤防がきれて、川が運んできたどろや砂で川の附近の耕作地が埋められているのを見る。私たちの周囲に見られる土の中にも、昔からこのようなことをくり返して作られたものもある。

このようにして、地表が雨に洗われてしまったならば、もはやどろや砂は流れなくなるであろうに、毎年毎年同じことをくり返しても、どろ・砂・小石などは盡きないで流れてくる。どうして川はこのように、どろや砂をたえず運んでくるのであろうか。私たちはこの疑問を解いていかなければならない。

問1. 水の循環は植物体を通しても行われているというが、これはどんなふうに行われているか。

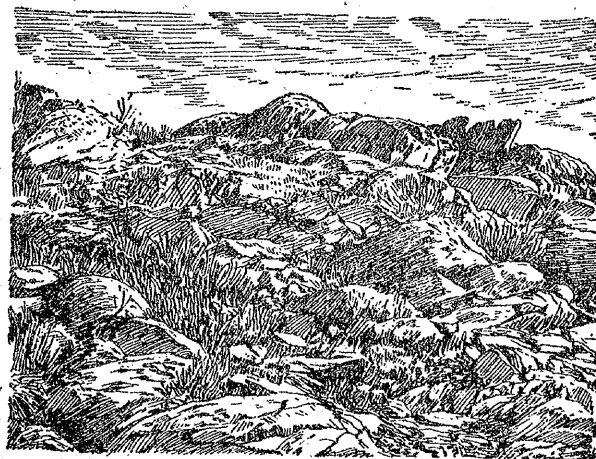
問2. 川原や海岸の小石はたいてい丸い形をしているが、なぜか。

研究2. 第4表を使って川に溶けているものと、海に溶けているものとはどんなに違うか比較してみよ。

III 自然では岩石がどのようにしてこわされていくか

地表に現われている硬い岩でも、軟らかい土の表面でも、晝間は太陽に強く熱せられ、夜は冷やされる。このように一日の温度の差が大きい地表では、岩石の表面は、晝間は多く膨張し、夜は収縮して、そのために岩石の内部の熱せられない部分と表面との間には、ひずみ が起り、たくさんの細かい割れ目がある。また、岩石は膨脹率の違ういろいろな物質からできているから、それぞれの物質の境にも、ひずみ が起きて割れ目ができる。そして岩石の表面は次第に崩れて、あらい砂のようになってくる。角ばった大きな岩などは、この働きで丸みをもってくる。火事などで強い熱を受けた建物の石材や墓石などの角が、ひび がはいて丸くなっているのを見たであろう。なだらかな山や丘には、このような作用でつくられたものもある。

このような働きでつくられた地表の岩の破片もまた、この働きを受けてさらに細かくされるであろうし、急な斜面にあるものは、重力にしたがって下へ崩れ落ちて谷底を埋めるようになる。このさいにも、岩石片は割れて細かくなっていく。また、上のような細かい割れ目の中へ水がしみこみ、凍ると水の状態の時より体積が大きくなるので、氷が割れ目などに滞して くさび のような役をして、割れ目を拡げていく。こ



第6図 硬い岩にできた風化の割れ目

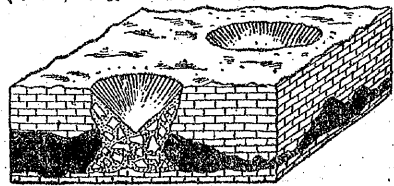
のようにして、岩石はますます細かにされる。高山の岩が崩されていく作用には、このような氷の働きもかなりあざかっている。

霜の働きは、関東地方などでよく観察できる。霜のため、土は地表から数センチメートル以上の深さまでも、細かく、軟らかくされてしまう。寒い、湿度の大きい地方で、毛細管作用で水をよく含んでいるような密な土は、土の中に霜柱ができ、その霜柱が成長していく力のために土の粒子が押し上げられ、軟らかくされて、その上にある鉄道線路などを傾けてしまうことさえある。また、一年じゅう融けないような

ツンドラになっていることもある。軟らかい岩の表面では、氷や霜の作用が強く働くものである。このように、たんに気温の高低によっても、硬い岩石がこなごなにされていく。

植物の根も、この割れ目を利用して根をはり、割れ目を拡げる働きをしている。

雨水は、降ってくる時に、大気中で少量の酸素や炭酸ガスや窒素を溶かしている。これらの成分が薄い酸となって、岩石にしみこんで、岩石中の成分を酸化したり、溶かしたりする。そして岩石の組織を次第に崩していく。中でも、おもにカルシウムの炭酸塩である石灰岩などは、炭酸を含んだ水に溶けやすい。そのために、石灰岩の地表はこの溶液で深いみ



第7図 石灰岩地帯の落ち込み穴

ドリネの底には石灰岩中の不溶解物質がたまって、肥よくな土ができる。

したがって、このような地表近くで、地表からの影響で岩石などがその性質を変えていく風化作用には、太陽から受ける熱の変化などで起る破壊作用や、溶液で起る分解作用があ

(空洞) ができて、時にはその天井が落ちて落ち込み穴ができたりすることがある。

るわけである。風化作用は、土ができるのにたいせつな作用である。私たちの周囲を見まわして、風化作用を受けている例を探してみよう。

研究1. 温度計の球が埋まるほどに温度計を土中に入れて、晝と夜の地表の温度を測って比べてみよう。晝夜の差はどのくらいか。この研究で、日光が直接温度計にあたらないようにせよ。また、夜は露がつかないようにせよ。

研究2. 上の研究で、温度計を地上 50 cm も離れた場合、または地下へ 30 cm も深く埋めた場合はどうなるか。

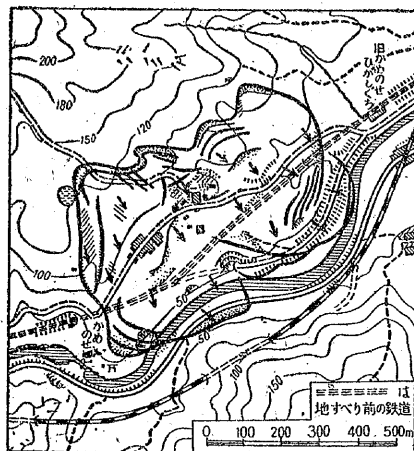
問 粘土の塊をよく乾かして、これを水に急に入れると、シュツと音を立てて塊の一部が崩れるが、自然の場合にもこのようなことが考えられるか。

研究3. がけや地表に掘った穴の壁で、地表から下へ向かって、土がどのように変化して風化しない部分へうつりかわっているか観察してみよう。

研究4. 学校付近で風化の例があれば、地面から内部へと風化のありさまを観察せよ。

IV 地表はどんなに刻まれ、また埋められつつあるか

風化してできた岩石の破片は、急な山の斜面では、みな重力にしたがって谷底へ崩れ落ちてしまいが、緩い傾斜の所では、土や砂とともに、まだ風化していない岩石の上にかぶさって横たわっている。このような所は、植物の生育になっ



第8図 大阪府箕上村地すべり

矢印はすべった方向。太い線は地すべりでできた割れ目。関西本線のトンネルはこの地すべりでつぶれたので、新しい線路を南岸につくった。

ているので、植物がよく繁茂する。そしてこのような植物のはえている所は、土・粘土などもたやすくは流されない。しかしこのような部分に



第9図 地すべりの位置

第5表 地すべりの速さ

地すべり地	地すべりの最大速度
大阪府箕上村地すべり	61.0 cm/日
長野県茶臼山地すべり	40.0 cm/日
新潟県筒石村地すべり	0.8 mm/日
兵庫県篠栗村地すべり	2.55 cm/月

水分がたくさん含まれ

て、山の緩い斜面から

動き出せるような状態

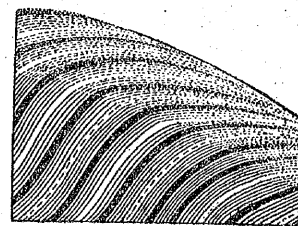
になると、動力にした

がって、そろそろと下へ流れくだって地すべりを起すことがある。これは粘土や沈泥は、乾いている時には縮んで比較的硬いけれども、水分を含むとふくらんで軟らかくなり、動きやすくなるからである。永く雨が続く季節や雪だけの季節には、地すべりが全国的に多い。地すべりのあるような所では、なるべく水が地下へしみこまないようにくふうすることが必要である。

地すべりは広い地域が一塊りとなって、ゆるゆると流れくだって、家や畑をこわしたり、鉄道線路やトンネルをゆがめたり、川をせき止めたりする。

地震の時などに起る急な振動のためや、または大雨などで多量の水が一時にしみこんだために、がけの上にある不安定な土や岩石の破片が、一塊りとなって崩れ落ちてくることもある。これは山崩れといって、地すべりとは違って急激に起る。

寒い気候の地方の がけ などでは、右の図のように、



第10図 岩石はいくたびり(がけの断面)

地層の端が地表に近いほど風化の程度が進み、その風化した細かい岩石片が、少しずつ下方へ移動しているのを見ることがある。ちょうど岩石片が山の斜面に沿って、はいくだっているかのように見えるので、岩石のはいくだり運動 といっている。

このように、風化で崩された物質は、上のような作用でも次第に下方へ運ばれるけれども、動かされるおもな作用は、何といっても雨や川の作用や風の作用である。

川が流れていく間に、いろいろな物質を運ぶことは前に学んだとおりである。流速の大きい上流では、大きな岩石片も轉がされるが、下流では流速が小さいので、細かい物質だけしか運べない。

川は上のように、いろいろな物質を運ぶほかに、それらの物質を流す間に、摩擦でその川底を深くしたり、その川岸をこわしたりして、侵しよくしていく。この作用は ころずいの時などによく見られるが、ふだんは気がつかないほどに遅く行われている。しかし下流に至るにしたがって流速が小さくなるので、それまでは運ぶことができた大きな物質も次第に動かされなくなって、川底に たい積 するようになる。下流部の海に近い平地の区域では、ころばいも緩く、川水もゆったりと流れ、川底の 侵しよく もなく、川はただ両側へ向かって拡がろうとするだけで、細かい砂や ころ を たい積 するばかりになってくる。このような所では、へび のように曲が

りくねった流路で流れるようになるし、ころずい の時に、堤防がなければ廣く沿岸の平地に はんらん して、ころ や砂を散布するようになる。

風は、それだけではほとんど 侵しよく作用 をしないが、風といっしょに砂が運ばれると、侵しよく作用 をするようになる。しかし、わが國のように濕めった氣候の地方では、いたる所植物がはえているので、砂が風で運ばれるのは海岸が川原ぐらいである。

海岸などに現われている岩は、砂を含んだ風のためにえぐられる。私たちは海岸でビールびんのかけらなどの表面が、すみがかれているの



第 11 図 鳥取縣浜坂砂丘
(多岐ヶ池附近)

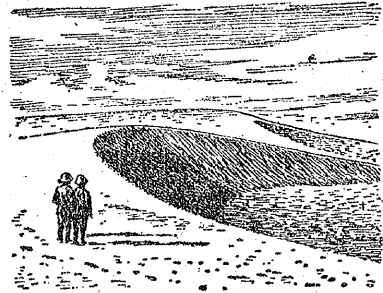
を見ることがある。これは海水の働きにもよるのであるが、上と同じような作用も加わっていることであろう。

また、風は砂を動かして砂丘をつくる。降雨量



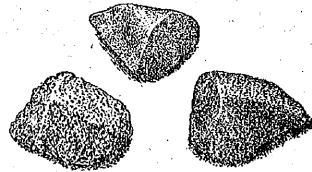
第 12 図 浜坂砂丘の地図

が蒸発量より小さいさばく地方では、草や木が生育しにくいので、風化した砂やどろは、たやすく風で運ばれて三日月砂丘をつくるが、軟らかい岩の部分では、風と砂とでえぐられて、大きな内陸盆地ができる。このような内陸盆地の底



第13図 三日月砂丘(ゴビ)

には排水口のない湖ができる。またその周囲の山の岩の表面は、風でみがかれて滑らかにされていることがある。そして硬い岩の部分が岩山として残されるが、これも長い年月には低くされてしまう。三りょう石(三稜石)は、このような砂を含んだ風でみがかれた小石である。中華民国北部の平地に広く分布している黄土は、その北西に位しているさばく地帯から、北西風で運ばれてきた細かい砂や粘土が積もったものといわれている。



第14図 三りょう石

私たちは、川がはんなりして、どろや砂が積もり、平地をつくることも知ったし、川が高い山の物質を運んで、山を

少しずつ低くしていることも知った。また、海は風や波で岸を崩していくし、風も山をみがいていく。このように地表に作用している大自然の力は、地表のすべてのでこぼこを平らにして、海の表面とすれすれな高さの地表となるように、働いている。侵しよく作用は、地球上に海と陸とができてから続いているのに、どうして山は低くなってしまわないのであろうか。私たちはこの疑問を解いておかなければならない。また、土が岩石の風化物からつくられていることは、だんだんわかってきたが、その岩石が何であるかも、私たちは知らなければならない。

研究 学校の近所に砂丘があったら、砂丘のどの方向が急か調べてみよ。一年を通じて強い風が最も多く吹く方向と、砂丘の急斜面とはどんな関係にあるか。

砂丘の乾いた砂を手にくいとして、30cm ぐらいの高さから少しずつ落として、小さな円錐形(円錐形)の砂山をつくり、その斜面の傾斜の角度と、砂丘の急斜面の傾斜の角度とを比べてみよ。

- 問1. 風化した物質は最後にはどこへ運ばれて行くか。
- 問2. 地すべりはどんな時に起りやすいか。
- 問3. 地すべりはどんな土地に起りやすいであろうか。

第 6 表 日本のおもな湖沼 (※印は塩分を含まない湖)

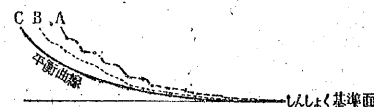
名 称	所 在 地	水面の高さ (m)	湖岸線の 長さ(km)	面 積 (km ²)	最 深 (m)
琵琶湖	滋賀県	86.3	235.20	674.80	95.0
※八郎潟	秋田県	0	80.63	223.29	4.7
霞ヶ浦	茨城県	約 2	150.42	189.17	7.6
※猪苗代湖	網走支庁	0	77.00	150.63	19.0
猪苗代湖	福島県	51.4	56.08	149.83	103.0
※中海	鳥根県	0	95.83	101.60	14.0
※蓬湖	鳥根県	1	50.50	83.13	6.4
屈斜路湖	釧路国支庁	121	56.52	79.89	125.0
支笏湖	釧路支庁	243	40.98	76.18	363.0
※濱名湖(猪苗代湖を含む)	静岡県	—	126.22	72.04	15.8
※蘆ノ湖	釧路支庁	83	42.85	69.60	183.0
※小川原沼	青森県	約 1.5	58.00	62.26	27.0
十和田湖	青森・秋田県	401	46.20	59.58	378.0
※能登湖	網走支庁	0	31.00	58.49	22.0
※風連湖	樺太支庁	0	60.00	52.13	11.0
北 浦(釧路川を含む)	茨城県	約 1	78.85	39.85	10.0
※網走湖	網走支庁	1.6	40.00	83.69	17.6
※厚岸湖	釧路国支庁	0	24.15	31.09	6.9
印旛沼	千葉県	0.8	67.18	25.95	1.0
田澤湖	秋田県	250	19.60	25.65	425.0
※河北湖	石川県	0.8	25.75	23.10	2.0
※十三湖	青森県	0	37.19	20.82	3.0
摩周湖	釧路国支庁	351	20.00	19.77	211.5
伊庭内湖	滋賀県	86.4	37.60	15.40	3.1
※諏訪湖	長野県	759	18.18	14.45	7.0
※別湖	宗谷支庁	—	26.80	14.04	8.2
※阿寒沼	釧路国支庁	410	26.00	12.03	36.6
※洞沼	茨城県	—	24.80	12.20	3.3
手賀沼	千葉県	約 2.5	38.25	11.88	2.9
幸の湖(中禪寺湖)	栃木県	1271	23.35	11.29	170.9

V 川はどんなに地形を変えるか

川は私たちがよく知っているように、地表のくぼみに沿って流れる水の通路と、そこに流れる水とをいっしょにして呼んでいるもので、一般には陸地の高い所から流れて海・湖へ注ぐのが普通である。

研究 1. 地形図を使って川の底の高さを川口から上流へと調べ、それらの値を、横軸に川口からの距離、縦軸に高さをとって、グラフをつくってみよう。

このようにしてできる曲線を川底の縦断線ということがある。そのグラフを見ると、たいていの川は川口附近ではこうばい(勾配)が緩く、上流になるほど急である。したがって流速は、上流では大きく、下流では小さい。そして川は一般に上



第 15 図 川底の縦断線と使しよく基準面

流では水量が少ないが、下流になれば、いろいろな支流の水を合わせて水量を増す。川底の縦断線が

川底の高さを縦軸に、川口からの距離を横軸にしてつくった川底の高さの図で、谷の傾しよくが進まないうちは、Aのようにでこぼこが目だつが、谷の傾しよくが進むと次第に滑らかになり、Bのようになり、Cのような平滑曲線になる。

でこぼこでなく、川口から上流へ向かって、次第に川底の傾斜を増し、土砂を運ぶだけで、両側や川底をほとんど洗い掘らない川は平衡に達している川といっている。

川が流れて行く間に、いろいろな物質を運ぶことは前に学んだとおりである。流速の大きい上流では、大きな岩石片も轉がされるが、下流では流速が小さいので、細かい物質だけしか運べない。

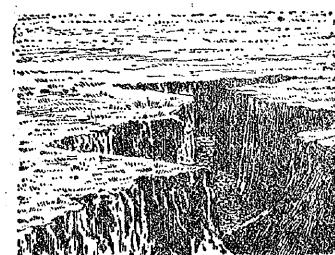
しかし、世界の川を見ると、必ずしも上のようではなく、上流部に急なこうばいの所が無いものや、乾燥した気候の地方の川のように、川水が途中ですっかり蒸発して水量が減じ、ついには流水が無くなってしまふものなどある。また大雨の時だけ水の流れるかんけつ川(間歇川)もある。

研究2. 平衡に達した川の川底は、その後どうなっていくか。

川の平衡曲線でわかるように、川的作用は、山をたえず低くして、海とすれすれな侵しき基準面の高さにしてしまふように見える。

軟らかい小石や砂・黄土などでできていて、木もあまりはえていないような山では、大雨が降り注いただけでも土砂がたやすく流されて、掘れみぞができる。掘れみぞは、大雨でも降らなければ水は流れない。このような掘れみぞは、次

第に深くなって交通の困難な惡地地形をつくることもある。

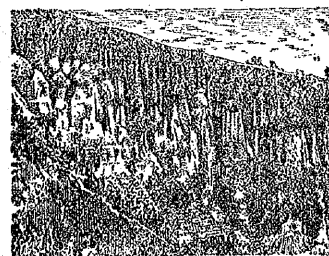


第16図 惡地地形のできはじめ

川の上流などで、川底に岩石が現われている所では、円形の深い穴があいていて、その中に丸い石がはいっていることがある。これは河流のうずが、小石を動かしながら、川底の岩のくぼみをみがき、掘り下げ



第17図 徳島縣土柱の位置

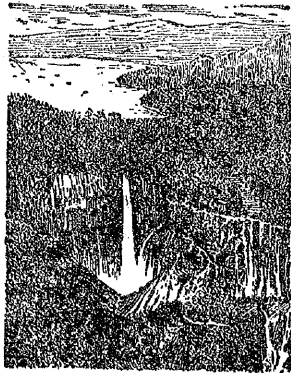


第18図 土柱(徳島縣阿波郡林村)



第19図 土柱(アルプス)

そして大雨の降るたびに、砂・どろが押し流されて、害を受けやすい。このような地域の砂や小石の中に大きな石があると、その下だけが雨水の侵しきからまぬがれて、土柱などができることもある。



第20図 華嚴の滝

などは、水量も多くて壯観である。ナイアガラでは軟らかい岩(泥岩)と硬い砂岩・石灰岩が、ほとんど平らに重なっていて、その硬い岩が侵しよくされやすいので、滝ができたのである。硬い砂岩・石灰岩も少しずつ侵しよくされ

第7表 有名な滝とその高さなど

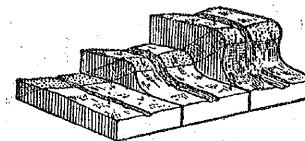
滝の名と位置	幅	高さ	その他
ナイアガラ(北アメリカ)	1,200m	50m	水量、世界一
イグアズ(南アメリカ)	3,000	12	幅、世界一
ヴィクトリア(アフリカ)	2,000	100	
ヨセミテ(北アメリカ)	5以内	790	三段滝
ローライマ(南アメリカ)	5以内	450	
スーザランド(ニュージーランド)	5以内	580	三段滝
ガブアルヌー(フランス)	5以内	420	
那智(和歌山縣)	5以内	240	第一滝
華嚴(栃木縣)	5以内	120	

ていった穴と解釈されている。川底のかめ穴ともいっている。

滝は川の上流地方によく見られるもので、川底の高さが異なるような所にある。滝は軟らかい岩石と硬い岩石とがたがいに隣合っているために、侵しよく受ける程度が異なった所でもできる。

北アメリカのナイアガラ、アフリカのヴィクトリアの滝

るので、滝の位置も少しずつ上流へ移る。日光の華嚴の滝は、せき止められてできた中禪寺湖の水が、硬い岩



第21図 滝の後退

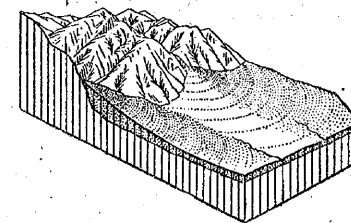
く作用が十分に進まない山地に多い。

川水は流れていく間に、その川底を深めて、少しでも海とすれすれな高さにしようとするし、同時にその両側の岸をも削っていく。したがって、川底の深くされる速さが大きければ、両側が十分に風化されないうちに新しい谷底になるから、谷は狭く深くなるが、海の面に近づくと、川底を深くする作用は弱まり、川岸を侵しよくする作用が強まるので、谷は開けて廣くなる。両岸の岩が軟らかいと、山崩れや地すべりを起して、急な岸はつくられにくい。

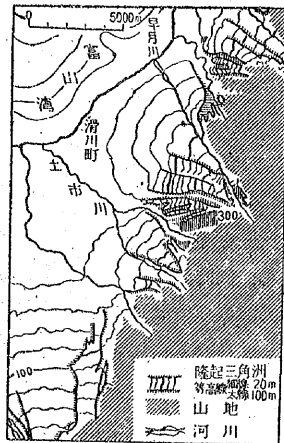
高い山と平地とが接している地方では、山の谷の出口をかなめとして、扇を開いたように、平地へ向かって低い円すい形の扇状地形が見られる。これは狭い急こうばいの谷まを流れてきた川が、急に廣くてこうばいの緩い平地に出るので、川の水が拡がり、水深が浅くなり、

の上を流れ落ちている。

滝は、次第に後退して流路が平坦に近づけば、最後には無くなってしまふ。したがって、滝はまだ侵し



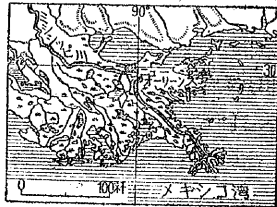
第22図 扇状地



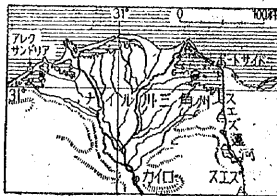
第23図 扇状地
富山県東部の扇状地の等高線を示す。

川が海や湖に入っている所には、川口の部分が海の方へややつき出た三角州をつくる。川はこのような所では、その流れが海や湖の水のためにはばまれて、急に速度を減じ、やがて止まってしまう。したがって今まで運んできた土砂は、川口に近い海や湖の中に沈み、

流速が小さくなって、それまで運搬して来た砂や小石の大部分を運べなくなり、そこへ置きざりにしてしまうからである。川は扇状地の上を自由に流れるが、分流になることもある。松本平野や甲府盆地は、このような扇状地がたくさん集まってできた平野である。



第24図 ミシシッピ川の三角州



第25図 ナイル川の三角州

埋め立てて、こうずい の時などの たい積作用 で、しまいには水上に現われるほどの低い平地を作る。

エジプトのナイル川の下流沿岸の平野は、美しい三角州をしていて、ギリシア文字の Δ (デルタ) に似ているので、三角州のことをデルタとも呼ぶ。ミシシッピ川の三角州は、遠く沖合までも延びている。アジアでも黄河・揚子江、わが国の隅田川・木曾川・筑後川などの川口に三角州が見られる。

下流の川は、横の 侵しよく作用 だけとなり、曲がりくねることがある。このような所では、川水がわずかに増しても、その周囲にはらんする。北海道の石狩川やその支流は だ行 (蛇行) 流路をして日本海に注いでいる。だ行がはげしくなると、だ行のたもとがくびれて川は近道をとってしまうので、そのたもとはとり残されて、三日月湖となる。



第26図 だ行 (石狩川)

湖は、もともとは、排水口のない地表の くぼみ に、水がたまっただけで、たまった水は湖の周囲の一番低いところからあふれ出て、川となって海へ注いでいる。水があふれ出る出口が 侵しよく作用 で深められるにしたがって、湖は浅く

・ 水中に浮いてきた細かい粘土も、海水にあらと粒が結びついて 沈んでいく。

なる。そして出口の底が湖の底より低くなれば、湖水はかれて平地となり、川が残る。したがって、湖は長い年月の間には浅くなって消えてしまうものである。

湖の底や岸にも砂や だろ がたい積して、作物によい土がつくられる。

湖にはこれに注ぐ川と出る川とがあるが、乾燥した地方では出口の無い湖もある。出口の無い湖の水は、水分だけが蒸発してしまうので、水に溶けていた成分が次第に濃縮されて、湖底や岸にそれらの成分が沈んでいくことがある。蒸発岩はこのようにしてできた岩で、岩塩だの せっこう(石膏)だの山の塩はたいてい蒸発岩である。

問 流のあるような川底は、平衡に達しているといえるか。

研究3. 学校の附近の地形図で、川のいろいろな形を研究してみよ。川の形には人間がつくったものかなりある。学校の附近の川にそのようなものがあったら、自然のものと区別してみよ。

研究4. アジア地方の地図を開いて、出口のない湖を探してみよ。

研究5. 水害を防ぐにはどうしたらよいか。郷土の川について、どのような施設がしてあるか調べてみよ。

研究6. 植林はどのような利益があるか。

第8表 世界および日本のおもな河川

名 称	流 域 国 名	流域面積 (km ²)	長さ (km)
ア ジ ア			
オビ(オブ)	ソ連邦	294 7900	5200
エニセイ	外蒙古・ソ連邦	259 1500	5200
レナ	ソ連邦	238 3700	4900
黒龍江	外蒙古・中国・ソ連邦	205 1500	4430
揚子江	中国	177 5000	5200
ヨ ャ ロ ッ パ			
ヴェルガ	ソ連邦	142 0000	3570
ドナウ(ダニエプ)	スイス・ポーランド・ドイツ・オーストリア・スロバキア・ハンガリー・ユーゴスラビア・リトワニア・ソ連邦	81 7000	2850
ドニエプル	ポーランド・ラトビア・リトワニア・ソ連邦	51 0500	2150
ドン	ソ連邦	42 9800	1860
ドヴィナ	ソ連邦	36 2300	1730
ア フ リ カ			
コンゴ	フランス領赤道アフリカ・ベルギー領コンゴ・カメルーン	369 0000	4200
ナイル	エリトリア・ウガンダ・エチオピア・エジプトスダン・エジプト	300 7000	5760
ニジェール	ニジェリア・フランス領西アフリカ・フランス領ギネア	209 2000	4160
ザンベジ	アンゴラ・南ローデシア・北ローデシア・ベチアナランド・ポルトガル領東アフリカ	133 0000	2680
オレンジ	南西アフリカ・南アフリカ連邦	102 0000	1860
北 ア メ リ カ			
ミシシッピ	アメリカ	324 8000	6530
マケソジー	カナダ	166 0000	3780
セント・ローレンス	カナダ・アメリカ	124 8000	3800
ウニベグ	カナダ・アメリカ	108 0000	2400
ユーコン	カナダ・アメリカ	90 0000	3600
南 ア メ リ カ			
アマゾン	ヴェネズエラ・コロンビア・エクアドル・ペルー・ボリビア・ブラジル	705 0000	6200
ラ・プラタ	ボリビア・ブラジル・パラグアイ・アルゼンチン・ウルグアイ	310 4000	4700
オリノコ	ヴェネズエラ・コロンビア	94 4000	2220
大 洋 洲			
マレー	オーストラリア	108 0642	1100
ダーリング	オーストラリア		994
日 本			
利根川	長野・群馬・埼玉・栃木・茨城・千葉縣	1 5760	322
石狩川	北海道	1 4350	365
信濃川	群馬・長野・新潟縣	1 2260	369
北上川	岩手・宮城縣	1 0720	243
木曾川	長野・岐阜・愛知・三重縣	9100	232



第 27 図 日本北アルプス

VI 山はどんなに変化するか

私たちはここで、川の源となっている山について観察してみよう。山は、地表が周囲に比べて高い所であるが、庭の小さなつき山も、山には違いないが、自然の山とはいえない。山は富士山のように孤立した山もあれば、阿武隈山地や中国地方の山のように、多くの同じような高さの山が集まって、山地をつくっていることもある。アジアのヒマラヤ山地や奥羽地方のせきりょう(脊稜)山地のように、山地が細長く脈状に分布している時に、山脈・山系などといっている。したがって山地・山脈・山系などには、谷もあり、時には川の谷で横切られても、一続きの山脈ということさえある。山の最

* ヒマラヤ山系のエヴェレスト山は 8,832m で世界最高の峰である。



山頂の高さが比較的そろっている。

高点は、頂上・絶頂・峰などといい、その山の低い部分をふもとといい、頂上とふもとの間を中腹といっている。山はほとんど例外なく水や氷の作用で侵されて、谷が刻まれ、複雑な形になる。谷と谷との間の高みは尾根で、主要な分水嶺となる尾根を山りょう線(山稜線)ということがある。尾根や山りょう線のくぼんだところはあん部(鞍部)となり、たいていの峠はこのあん部を利用している。

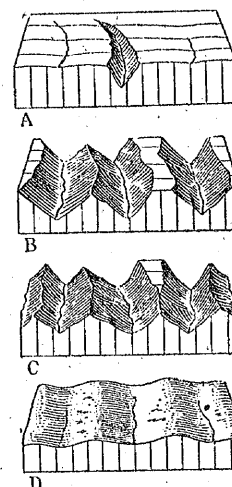
山の頂上に立って附近の山をながめると、それらの山の山りょう線は、似かよった幾つかの高さの群に分けられる。これはおのれの山が、そのような高さの比較的高低の少ない地表面から侵しよくされてできたからであると解釈されている。試みに、ある高さの平らな表面が侵されていくさまを考えてみるがよい。この地表面には、まず掘れみぞがつくられ、谷が刻まれ拡がっていく(第28図A)。しかし、はじめ

第9表 世界と日本のおもな高山

名 称	高 さ	所 在 地
エヴェレスト	8,822m	アジア ヒマラヤ山脈
カンチェンジュンガ	8,603	アジア ヒマラヤ山脈
アコンカグワ	7,035	南アメリカ アンデス山脈
マッキンリー	6,187	北アメリカ アラスカ
キリマヌジャロ	5,969	アフリカ 東アフリカ
オリサバ	5,058	北アメリカ メキシコ
エルブールズ	5,630	ヨーロッパ コーカサス山脈
ケニヤ	5,194	アフリカ 東アフリカ
チャールス・ルイス	5,000	大洋州 ニュー・ギニア
ウィルヘルム	4,720	大洋州 ニュー・ギニア
マルカム	4,600	南極 南極州
富士山	3,776	日本 静岡・山梨縣
白根山(北岳)	3,192	日本 長野・静岡・山梨縣
槍ヶ岳	3,180	日本 長野・岐阜縣
赤石岳	3,120	日本 静岡・長野縣
御岳(剣ヶ峰)	3,063	日本 長野・岐阜縣
乗鞍岳	3,026	日本 長野・岐阜縣
駒ヶ岳(甲斐駒)	2,966	日本 長野・山梨縣
駒ヶ岳(木曾駒)	2,956	日本 長野縣
白馬岳	2,933	日本 長野・新潟・富山縣
赤岳(八ヶ岳)	2,899	日本 長野・山梨縣

のうちは、元の地表面はいぜんとしてそのまま残っていて、ただ谷の部分だけが急な谷壁となっているだけで、川はますます川底を掘って、V字型の谷を深くしていく(第28図B)。そのようなすは、いかにも若々しい幼年の地形である。しかし、まだもとの地表面の おも影 が残されている。山を刻む谷も、はじめは急な谷壁であるが、次第に傾斜も緩くなり、谷底には平らな はんらん原 がつくられる。地形は壯年時代を過ぎ

て老年へ向かう(第28図C)。そして最後には山頂の元の地表面のおも影も無くなって、尾根または山りょうは次第に低くされ、起伏の小さな低い新しい地表面、すなわち準平原となってしまう(第28図D)。したがって、準平原は 侵しよく作用 の最後にてきた地表面で、川口附近などに川の運搬物でできたたい積面 とは、でき方が違うわけである。*このようにしてできた準平原も、やがて、また 掘れみぞ ができ、谷が深められて、再び地形の変化がくり返されることがある。このような地形の若返りについては 第Ⅷ で再び述べる。



第28図 谷の侵しよくで山がつくられる順序。

山を 侵しよく していく作用は川だけではない。氷や風の作用もある。南北両極地方や高い山では、気温が低い時が多いので、積もった雪は夏になっても融けきれないで、万年雪 となって残る。1年じゅうを通じて、降雪量と融雪量とが等しい地点をかりに結んだと想像した線を雪線といっている。雪線より高い部分、すなわち、降雪量の方が大きい地域には万年雪が残る。このような万年雪が次第に積み重なると、下の雪は密になって氷となる。そして、この氷は重力にしたが

第 10 表 ^{ひた}飛騨山脈のおもな山の高さ

山の名	高さ	平均からの差	山の名	高さ	平均からの差
剣岳	2,998m	143m	迦華岳	2,799m	- 56m
白馬岳	2,933	78	烏帽子岳	2,627	-228
立山	3,015	160	三ツ岳	2,845	- 10
鷲岳	2,625	-230	野口五郎岳	2,924	69
薬師岳	2,926	71	黒岳	2,978	123
北岳	2,661	-194	鷲羽岳	2,924	69
中岳	2,840	- 15	三俣蓮華岳	2,841	- 14
鍾ヶ岳	2,903	48	双六岳	2,860	6
唐松岳	2,696	-159	燕岳	2,763	- 92
鹿嶋嶺	2,890	35	大天井岳	2,922	67
祖父岳	2,670	-185	東天井岳	2,811	- 11
赤沢岳	2,678 ⁸	-177	常念岳	2,857	2
拔戸岳	2,813	- 42	赤岩岳	2,769	- 86
笠ヶ岳	2,898	43	槍ヶ岳	3,180	325
針ノ木岳	2,821	- 34	穂高岳	3,190	335

第 11 表 雪線の高さの分布

地	方	場 所	緯 度	雪線の 高き	
ア ジ ア	{ ヒマラヤ コーカサス	{ 北斜面 南斜面	28°北 27 "	5,600m 4,900	
		南斜面	43 "	2,900	
ヨーロッパ	{ スビツツベルゲン スイス	ホルンスンド ベルン・アルプス	77 " 47 "	480 2,750	
		キリマ・ ヌジャロ	{ 西南側 東北側	3 南 5,200	
北アメリカ	{ カナダ アラスカ	ロッキー エリアス山	52 北 60.3°	3,000 600	
南アメリカ	{ ボリビア	アンデス	{ 東斜面 西斜面	16 南 16.6°	4,950 5,020
大 洋 州	{ ニュー・ギニア	オラニア山脈	4 "	4,500	
南 極 州			70 "	0	



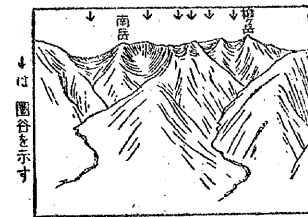
第30図 氷河

って、次第に下の方へ流れ、氷河となる。雪線より高い山の頂上や山りょう線近くに積もった万年雪も谷氷河となって、谷に沿って流れくだる。もちろん流れるといっても、川水のように速やかに流れるのではなく、1日に3cmぐらいから20m内外の速さで流れるのであるから、よほど注意しなければ気がつかないほどである。グリーンランドには島の大部分を占めているほどの大きな氷河、すなわち大陸氷河があって、海岸地方だけにわずかに土や岩が現われているが、この大陸氷河のある部分はかなり速く流れていて、1日5,000m以上に達するといわれている。

流動する氷河はその厚い氷の重みと硬さのために、その底や岸を削り、でこぼこをすっかり削り取り、滑らかにし、山りょう線近くには氷谷をつくったり、谷に沿っては横断面がU字型となるような谷をつくったりしている。その結果、硬い岩は平らな滑らかな表面になり、氷が流動した方向に平行して、多くのすじあとが残る。これらのようすは暖かい気

* 氷谷 氷の侵しよく作用でできた地形で、ちょうど半分にした茶碗のような形をして、雪線以上の山りょうによく見られる。

候が続いて、氷河が後退した時などに、雪線の附近でよく観察できる。また氷河は雪線以下の場所まで流れくだって来ると、そこで次第に融けてしまうので、上のようにして削りとられた岩の破片は、氷河が融けて



第31図 槍ヶ岳を東からながめた景色、氷谷の分布を示す。

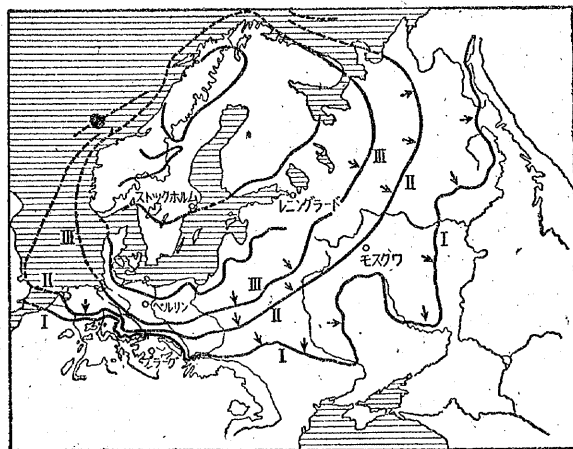
しまう場所に置きざりにされて、たい石堤(堆石堤)となる。たい石堤は氷河が削り取ったいろいろな種類・大きさの物質からなり、層状を示さないことが多い。氷河から融けた水は川水となって流れ、



第32図 氷河が削ってつくったU字型の谷 (北アメリカ)

たい石堤の物質をも流して行く。

現在氷河の無い山や陸上に、上のような氷河でつくられた地形や、たい石堤が見られることがある。ヨーロッパの北部やカナダの東部には、このような地形や、たい石堤が広く分布していて、過去に、大陸をかぶせてしまうような、大きな



第33図 北ヨーロッパの氷河時代の たい石堤 分布図

太い実線は、氷河時代に挟がっていた大陸氷河がつくった たい石堤 の分布を示している。太い実線が四つ以上あるように、この大陸氷河は4回以上 たい石堤 をつくりながら小さくなっていった。矢印は氷河の流れの方向。

大陸氷河があったものと解釈されている。このような氷河の 拡がっていた過去の時代は、気候が現在よりも寒く、氷河が できやすかったものと思われる。このような時代を氷河時代 ということがある。これらのヨーロッパ北部や北アメリカ北 部の地方は、氷河で運ばれた物質が厚く分布していて、豊か な氷河土となっている。

スイスのアルプス山や北アメリカのロッキー山のヨセミテ の公園などは、現在および過去の氷河で、美しい地形がつく

られていて観光地となっている。わが国でも長野県の西部の 飛騨山地や北海道の日高山地には、過去に氷河があったと考 えられる山形が残されていて、槍ヶ岳・穂高岳・エサオマン トツタベツなどの山々が、美しい姿でそびえている。

研究1. 奥羽地方の地図で、奥羽山脈を横切る峠を調べ てみよう。それらの峠はどのような地形の所にあるか。

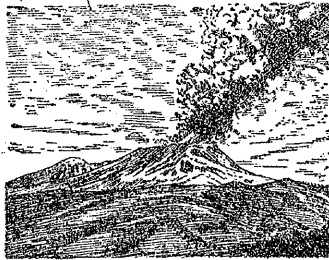
研究2. 学校の周囲の地形を研究せよ。山と谷の分布は どうか。山の高さ、谷の川水の源、谷の形などを調べよ。

研究3. 第11表で雪線の高さが北へいくほど小さくな るのはなぜか。

研究4. 第10表の山の高さを3,200mから2,600mまで50m ごとに区切ると、あのあのの高さに山が幾つずつはいるか。 3,150mから3,050mまで、2,750mから2,700mまでにはい る山はない。これはどう考えることが出来るであろうか。 また、一番多い高さは何メートルから何メートルまでか。



VII 火山や地震はどのようなものか



第34図 火山(浅間山)

私たちは浅間山や阿蘇山や櫻島などでは、地表に地下へ通じている大きな割れ目、または管の口があって、地下からいろいろの物質を地表へ噴き出していることを知っている。その噴き出される物質はガス体のこともあれば、細かい火山灰のこともあるし、大きな火山弾のこともある。また時には、岩石が融けて、高温度な液体の状態ですその割れ目や管の口から噴き出されて、融けたよう岩(熔岩)として流れくだって、固まって岩となることもある。火山はこのような噴出物が積み重なってできた山で、富士山はこのようにしてできた山の一つである。火山には常に活動している活火山と、まれに活動する休火山と、全く活動していない死火山がある。北アメリカやアフリカやアジアには、融けた岩石が地表に流れ出て、25万km²もの広い区域をふちってしまった所さえある。ハワイのキラウエア火山には、

第12表

火山から噴出されるおもなガス体

水 蒸 気
炭 酸 ガ ス
一 酸 化 炭 素
硫 酸 類
硫 化 水 素
メ タ ン
塩 化 物
など

融けた液状のよう岩の池があり、ときどきあふれてふもとへ流れくだる。火山の形は噴き出すよう岩の化学成分や温度に関係している。

第13表 よう融よう岩の温度の表

場 所	噴出年代	温 度
キラウエアよう岩湖		1200°
ヴェスヴィウス	1904	1100°
ストロンボリ	1901	1150°
三宅島	1940	850°~960°
櫻島	1946	856°

上のような地下の物質が地上へ噴き出される火山活動で、私たちは、安定だと思われる地表下に、はげしい活動力を持った物質があることを知ることができる。そしてそれらの一つが融けた高温の液状の岩石体、すなわち岩しょう(岩漿)であることも想像できる。火山活動によって、火山のふもとは、噴出物のために害を受けることがある。また、火山灰が高層気流で東へ運ばれて降るために、火山の東側の地方の農作物が火山灰の害を受けることが多い。ジャワ島の西にあるクラカタオ火山島が活動した時には、火山灰は地球を一周した。このような場合は太陽からの光や熱がさえぎられて、地上の作物に影響を與えることもある。しかし、関東地方の台地のロームまたは赤土といわれている作物によい土は、火山灰が風化したものである。

温泉は火山地方や過去に火山があった地方などによく分布しているが、これは地下水が、このような地方の地下で熱せられてわき出ることもあるし、岩しょうの中に含まれていた水が、いろいろな成分を含んだままわき出ていることもある。



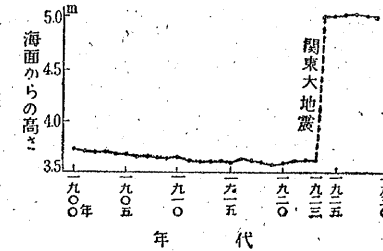
第35図 阿蘇山

第36図 地震断層
丹那谷地に
昭和5年の北伊豆
地震のさいにでき
た地震断層。道路
は矢印で示すよう
に水平に動いて、
くいちがった。

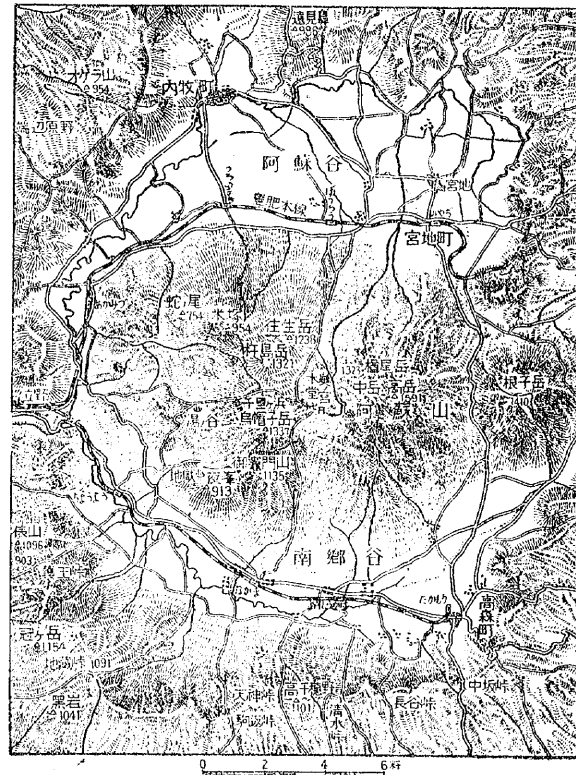


また、私たちは地震を経験している。急激な地震波動のために、家屋その他に損傷が起り、また地表には地割れができたり、山崩れが起ったり、まれには長さ数十キロメートルの間にわたって地震断層ができ、その地震断層の両側の地域が相対的に、垂直にも水平にも数メートル内外も動くことがある。大正12年の関東大地震の時や、昭和21年の南海地震の時のように、海面に対して、陸地が隆起したり沈降したりすることがよく知られている。

地震のさいに海底が変形するようなことがあれば、海は大きな波をおこし、地震津波となって、海岸を襲う。

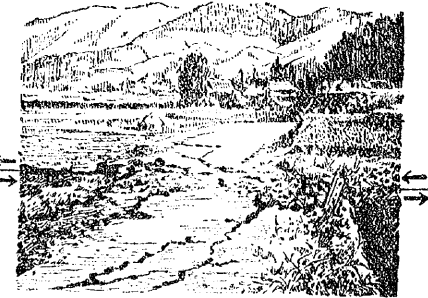


第37図 関東地震の前後の油壺検測儀の記録(年平均)



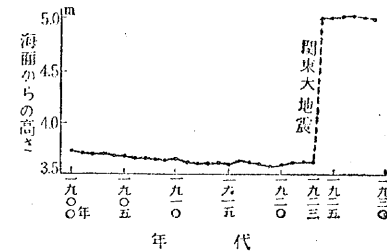
第35図 阿蘇山

第36図 地震断層 井那盆地に昭和5年の北伊豆地震のさいにできた地震断層。道路は矢印で示すように水平に動いて、くいちがった。

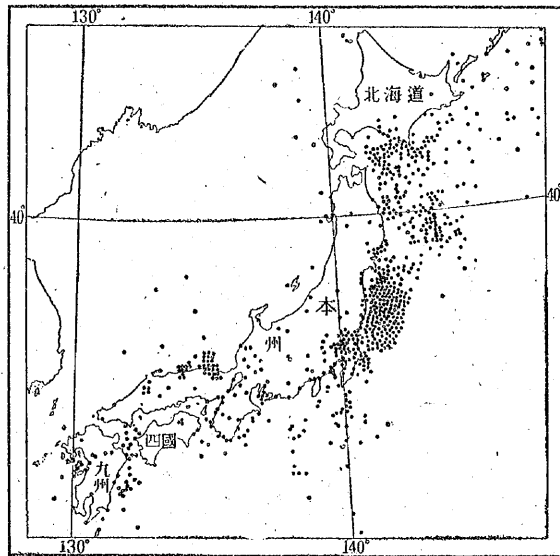


また、私たちは地震を経験している。急激な地震波動のために、家屋その他に損傷が起り、また地表には地割れができたり、山崩れが起ったり、まれには長さ数十キロメートルの間にわたって地震断層ができ、その地震断層の両側の地域が相対的に、垂直にも水平にも数メートル内外も動くことがある。大正12年の関東大地震の時や、昭和21年の南海地震の時のように、海面に対して、陸地が隆起したり沈降したりすることがよく知られている。

地震のさいに海底が変形するようなことがあれば、海は大きな波をおこし、地震津波となって、海岸を襲う。



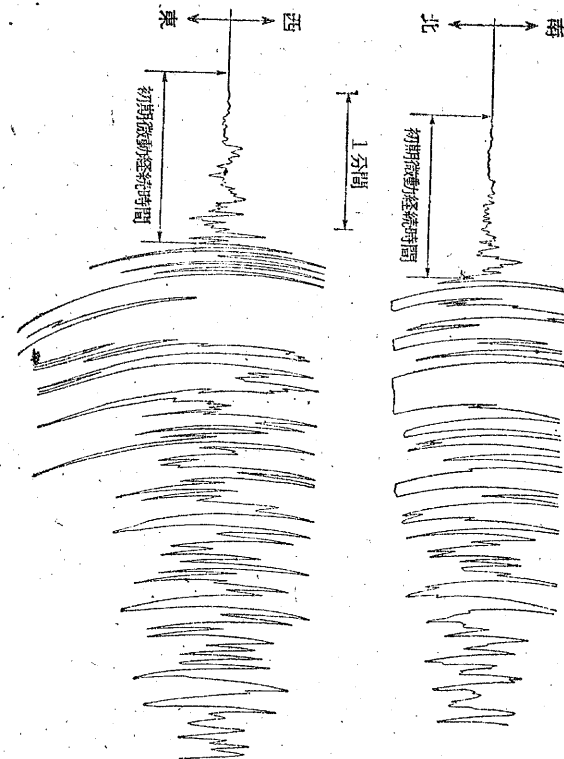
第37図 関東地震の前後の油圧計の記録(年平均)



第 38 図 日本のおもな浅発地震の震央分布図
大正 14 年から 昭和 21 年 までの震源の深さ 100 km 以内、人
に感じた範囲半径 200 km 以上の地震の震央の位置を示した。

地震の源は、たいてい地表下数キロメートルから十数キロメートルの深さに起るが、時には数百キロメートルの深さにも起り、地球の内部にその原因があるようである。震源の直上の地表の点を震央といっている。

私たちが地震波動を感じるさいに、はじめは、かたかたと



第 39 図 昭和 21 年 12 月 21 日の南海地震の地震波動
を茨城県筑波町の東大地震研究所支所で記録したもの。

小さくゆれ、しばらくしてから急にゆさゆさと大きくゆれる。はじめの小さくゆれている部分を初期微動という。大きな地震では、初期微動の時からすでにゆれ方が大きい。これは地震の波動が震源から地球を伝わって行くのに、速度の異なる二つの波動となって伝わるからで、速い波動は1秒におよそ8km、遅い波動は1秒におよそ4kmの割合である。したがって、震源の位置から自分の位置が遠いほど、初期微動を感じている時間は長い。地震計はこのような波動を記録する機械である。

地震は家屋を破壊したり、山崩れや津波を起して災害をもたらすが、地震波動が伝わるその速度が、いろいろな地層によって違うことから、地下の状態を知る手がかりを得ることができる。それで私たちは、自然の地震波動を利用したり、また、わざわざ人工的に地震を起したりして、地下の状態を推測することがある。

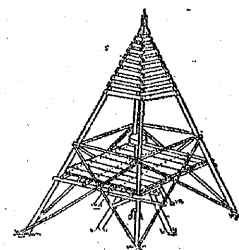
わが国は、火山も多いが地震も多い。太平洋の側では大地

第14表 震度階

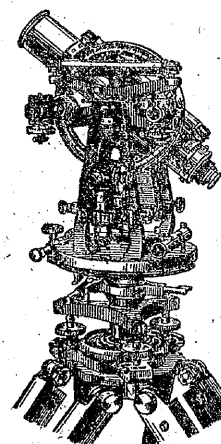
0 無感覚	地震計がわずかに記録するが、人に感じられない。
I 微震	静止または注意した人に感じる。
II 軽震	一般に感じ、わずかに戸・しょうじが動く。
III 弱震	家が動き、戸・しょうじが鳴り、振り時計は止まり、つるしてあるものが動き、液体も動く。
IV 中震	家ははげしくゆれ、すわりのわるい器物が倒れ、液体はあふれ出る。
V 強震	壁にき裂を生じ、石碑・石燈ろうが倒れ、煙突がこわれる程度。
VI 烈震	家は倒れ、山崩れを起し、地盤に大変動を起す。

震もまれでなく、小さな地震はたびたび起る。日本海の方にもよく地震が起る。地震の強さは第14表のような程度で七つに分けている。

地表は火山活動や地震の時ばかりでなく、ふだんでも私たちが気がつかないほどに少しずつ動いている。わが国には各地点の位置・距離・面積を正しく知るために、三角点が設けられている。各地の



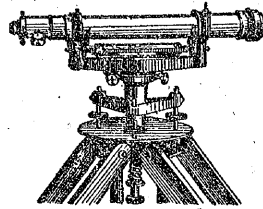
第40図 三角点



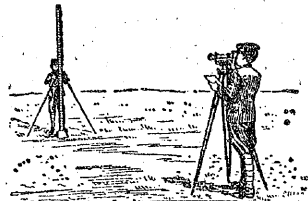
第41図 測角儀
(トランシット)

からの高さを正確に測定してしるしをつけてある標石、すなわち水準点が、主要な道路に沿って約2kmおきに1箇所ずつ設けてある。それらの高さを測ってから数年たつて測りなおしてみると、それらの高さがかなり違っていることがわかってきた。これらの高さの変化は、地震の前後でも震央附近で起るし、火山が大活動をしたあとでも、火山の周囲で起る。

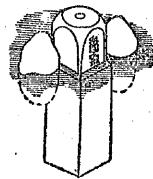
問1. 火山のうちには円すい形のも



第42図 水準儀(レベル)



第43図 水準儀による測量

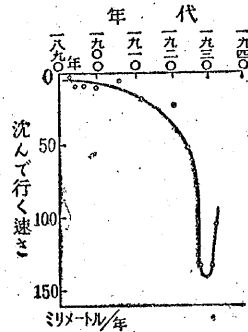


第44図 水準点

のがかなりある。これはどうしてか。
問2. 初期微動を5秒間感じたとしたら、震源は自分の位置から、およそどのくらいの距離にあるか。

研究1. 融けているよう岩の温度はどのような器械で調べているのであろうか。

研究2. 地震波動が二つの異なった速度の波となって傳わる性質があるので、少なくとも三つ以上の場所で初期微動を感じた時間がわかれば、震源の位置を比較的正確にきめることができる。どうすればよいか。

第45図 東京都江東区の水
準点が低くなっていく速さ。

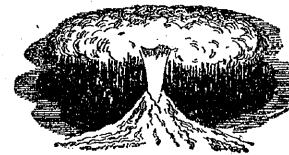
研究3. 次のような表がある。時間を横軸に、水準点の高さの変化を縦軸にとり、グラフをつくってみよ。地震断層の両側の動きが次第に静止していくのがわかるであろう。

1927年の丹波地震のさいにできた地震断層の両側にある二つの水準点で、一方を不動として、時間がつたにしたがってどのように変化したかを調べた値(地震断層ができた直後には両方は同じ高さであったとして計算してある)。

郷土地震断層		山田地震断層	
1927年4月24日	0.0mm	1927年4月24日	0.0mm
1927年6月5日	5.6mm	1927年6月5日	2.7mm
1928年3月9日	15.6mm	1928年3月13日	15.0mm
1929年9月2日	15.8mm	1929年9月11日	26.3mm
1930年8月8日	17.1mm	1930年7月30日	29.8mm

1930年の北伊豆地震のさいにできた丹那地震断層の両側にすぐに水準点を設けて、両方の水準点の高さの変化を調べた値。

丹那地震断層	
1930年12月5日	0.0mm
1930年12月22日	7.6mm
1931年1月29日	14.4mm
1931年8月2日	19.4mm



VIII 地球の表面はどんなに隆起したり、沈降したりしているか

水準点の高さの変化のうちで気づくことは、山脈や山地の中にあるものは、そのふもとのものに比べて、高まる傾向があることである。これは山が侵しよく作用を受けて低くされる一方、侵しよく作用に反して、高くなることがあることを示している。この高くなる割合は、約30年間に30cmから50cmぐらいの部分もある。3,000年間には30—50mも高くなるわけであるから、このような運動がある限り、山はなかなか低くされない。

上のように大地は一見安定のように見えるが、実は、はなはだ不安定である。

私たちは、よく段丘^{*}のかけなどに、海に生きている貝がらなどを含んだ地層が現われているのを見る。その貝がらを含んだ地層は、もと、海底に積もった物質が隆起して海面上に現われて、その断面が私たちの目の前に現われているのだと解釈できる。風波と潮流とは、たえず陸地を侵しよく破壊して、その破壊したくずを川が運んできたどろと砂といらしよに海底に積み重ねている。このように、海底には風波や潮流で削られた岩の平らな表面、すなわち、波しよく面や

^{*} 段丘 上の平らな階段状の地形。

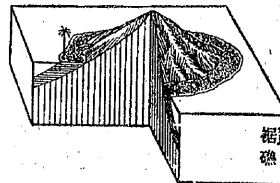
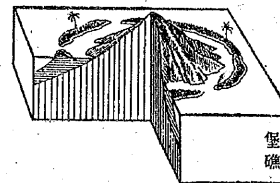
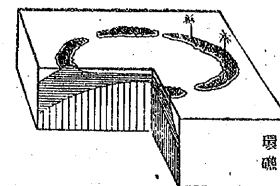


第46図 海岸段丘

どろや砂が積もってできたたい積面がある。わが國の海岸地方には、高さがほぼ等しい比較的平らな地表を持った階段状の段丘地形があるが、これは、もとは海面とすれすれにつくられた平らな地表や海底が、地かく(地殻)運動のために隆起したものと解釈している。

川の沿岸にもこのような段丘の地形が見られるが、これも、おもに地面が隆起したために川が若返って川底を深め、低いはんらん原を新しくつくったと解釈している。

段丘の表面は、過去には川や海の底であって、波浪や川のはんらんの影響を受けたが、今はこれらの影響を受けることはない。段丘の表面は、現在の川の沿岸の低地や海底などのたい積物に比べれば、地表となってから大氣の下に長くさらされているわけで、風化も進んでいる。土はこの



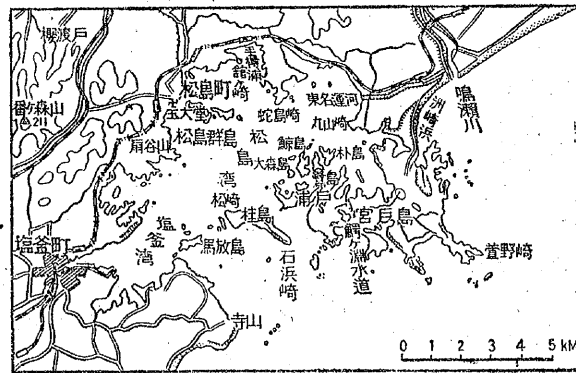
第47図 さんご礁のいろいろ

ような段丘の上にも厚く十分に発達している。

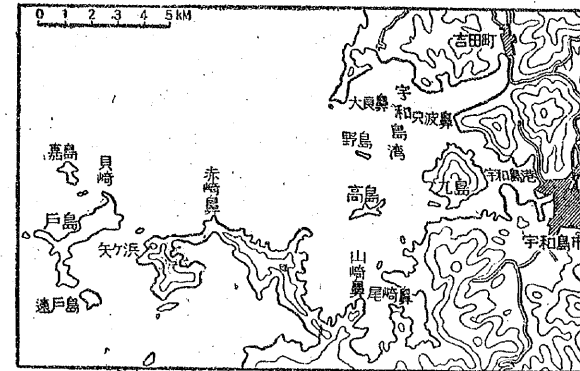
関東平野の大部分は、過去に海底であったり、または水底であった下総段丘や武蔵野段丘が占めていて、それらの上には作物のよくできる土がたくさん分布している。

南洋の島々には、海岸線に沿って石灰質の ^{石灰質} から を分びつする さんご虫 の群体が成長して、さんご礁をつくっている。このような さんご礁 が、現在の海面から数百メートルも隆起して分布している所がある。これもやはり、大地が動いたものと解釈している。

地面はたんに隆起するばかりでなく、沈降することもある。谷で刻まれている海岸の山地が沈降すると、海は谷底に沿って侵入して、海岸線は複雑になる。北上山地の東海岸や、松



第48図 松島附近



第49図 宇和島附近

島湾や、四國の宇和島附近の海岸線はこのようにしてつくられた海岸と解釈できる。松島湾や宇和島海岸の島々は、もとは陸から続いていた尾根だったが、その頂上だけが海面上に現われて、島となって残っているものといえる。

研究 郷土の近くで、昔は海であったが現在は陸になっているとか、昔は陸であったが今は海になっているという所はないか調べてみよ。



IX 岩石はどのようにしてつくられたか

私たちは大地が永久不変のものでなく、陸地が沈むこともあれば、海底が陸地となることもあり、地下にある融けた液状の岩が地上に流れ出て、固結して硬い よう岩 となることもあることを知った。

地下にある高温の液状の 岩しょう は地上に流れ出ることなく、地下で次第に冷えて固結することもある。火成岩は 岩しょう から固結した岩石で、よう岩 も火成岩の一つである。火成岩はいろいろな鉱物からできていて、みかげ石のように鉱物の大きな結晶から成り立っているものがあるし、よう岩のようにち密で容易に大きな結晶が見られないものもある。

しかし、地上の岩石はみな火成岩であるのではない。では、他にどんな岩があるであろうか、考えてみよう。

私たちは、川や海の底に物質が積もるようすを少し考えてみよう。たとえば、川は こうずい の時には比較的粒のあらい物質を運び、川口近くの川底や海底に沈めるが、こうずいでない時には比較的粒の細かい物質を沈める。このように物質を供給する状態が違うごとに、水底に積もる物質の特徴も違ってくる。したがって、川底や海底には、あらい物質や細かい物質が層をなしているに違いない。もし、このような たい積物が 地かく運動 で隆起して、川でえぐられて、段丘と

なるならば、その段丘の かけ には、あらいものと細かいものが、美しい しま目 となって現われることであろう。このような層状に積もっている たい積物 を地層といっている。地層には、まだ硬くならずに たやすく崩すことのできるような軟らかいものもあれば、硬くてハンマーでたたかなければ割れないものもある。長い年月の間には、たい積物 はその粒の すきま を通して、たがいの粒をくっつけるような物質が溶液としてしみこみ、そこで 沈でん して、粒と粒とをくっつける。また、たい積作用 が進んで、厚い たい積物 が横たわると、その下部は大きな圧力を受けるし、地熱を受けて温度も上昇するので、たい積物 が硬くなる作用はいっそう進め

第 15 表 おもな深い井戸の地下温度

名 称	所 在 地	深 さ	井戸の底の 温 度	1 度増すに 必要な深さ
クラークスブルグ	・ (上シレシア)	2,251m	77.°2C	15.6m
バルショウィッツ	(ポーランド)	2,003	69.3	31.8
サン・ゴタルド	(ス イ ス) ^(トンネル)	1,700	29.5	33.9
三 池 炭 坑	(福 岡)	752.7	36.3	—
西 山 油 田	長峰 119 号井(新潟)	697.3	46.4	20.6
磐 城 炭 坑	(福 島)	512.8	35.8	25.1
籠 子 トンネル	(山 梨)	479	18.7	39.1
東京大学構内井戸	(東 京)	385	23.5	45.5

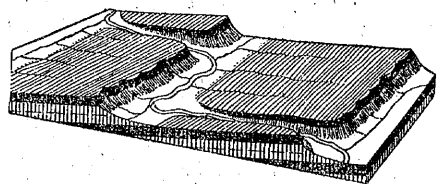
られる。この作用が進むと、たい積物 は次第に硬くなる。れき岩 (礫岩) は小石や砂粒の間に上のような物質がしみこんで、たがいにくっついてできたものであるし、砂岩は砂粒がたがいにくっつき合ったものである。でい岩 (泥岩) は どれ



第50図 石狩炭田登川附近のしゅう曲構造

の硬くなったものである。岩には上に述べたように、たい積物が硬くなったもののほかに、生物の遺がい^{さかい}が岩石となったものがある。さんご・石灰藻(さんごも など)・有孔虫・貝類などの生物のからは石灰質で、よく密な硬い石灰岩となっていることがある。石炭も、植物体やその破片が積もって変化した燃えやすい物質であつて、層になっている。

私たちは、このような地層が水平な層を示しているばかりでなく、いろいろに傾いているのを見ることがある。これは、地層ができてからあとで形を変えられたためで、波状になっていればしゅう曲(褶曲)といい、そのつらなりが断ち切られている部分が断層である。



第51図 ケスタ地形

に現われていると、前の地層は、侵しよく作用に抵抗して山

硬い侵されにくい地層や、軟らかい侵されやすい地層が、たがいに重なって緩く傾いて地表

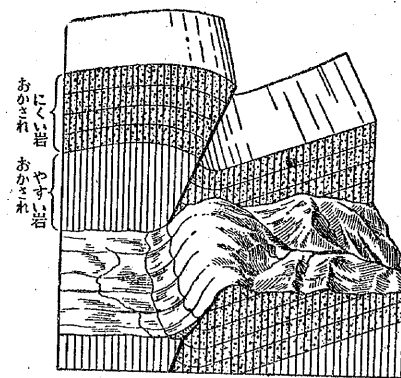


上の地層
中の地層(石炭を含んでいる地層)
下の地層

りょうを作りやすい。このような山りょうには、地層の傾きくだる方に緩く、その反対側に急な斜面をつくったケスタ地形もできる。

一続きの地形であつたものが、断層で直接に動かされて高さが違ってきて、がけとなつて断層がい(断層崖)を造ることもある。また断層を境として、侵されにくい岩と侵されやすい岩とが接して、断層線が*の地形をつくることもある。

このように、地下にあった岩も、地かく運動を受けて地表に現われてくる。地下で固結したと考えられている火成岩の類も地表に



第52図 断層線崖の1例(千葉県岩井町附近)

* 断層に沿って、侵しよくの働きだけでできるがけ。

現われて、私たちが見るができるようになる。岩石は以上のようにして山や平地に現われているのである。そして、風化を受けたり、氷や川や風の侵しよくを受けて、ふたたび水底その他に軟らかいたい積物となって横たえられるのである。横たえられたたい積物は、地かく運動で高められるものもあろうし、地表下深くへ沈められるものもあろう。地表下に深く沈められたものは、大きな圧力や高温・液状の岩しょうの熱で熱せられて、たい積岩の特徴を変えられて、変成岩となるものもあろうし、岩しょうの中へ融けこんでしまって、ふたたび火成岩となることもあろう。このようにして、岩石もまた地表と地下を循環しているのである。

- 問1. 岩石を成因で大きく二つに分けると、何と何になるか。
 問2. たい積物が固くなるのはどんな作用によるか。
 問3. 石灰岩をつくりやすい生物にはどんなものがあるか。
 問4. 石炭はどのようにしてできたか。

研究1. ある方向に走る長いがけは断層でもできるが、その他にどんな場合にできるであろうか。

研究2. しゅう曲して反転している地層で、たい積した当時の上下をさめるのはどうしたらよいか。

研究3. 郷土の岩石を採集して外観の特徴で分けてみよ。



花崗岩 (約 5 倍)



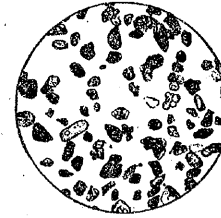
砂岩 (約 40 倍)



富士山のよう岩 (安山岩)
(約 10 倍)



化石が含まれている石灰岩
(約 5 倍)



関東地方の赤土
(約 20 倍)

第 53 図 顕微鏡で見た岩石のいろいろ

X 地球の内部はどうなっていると考えられるか

私たちは今までに学んできたことで、地球の表面は大気であおわれていて、川・湖・海などの水で一部が占められていることを知った。地表はそれらの下であって、おもに土や、いろいろなたい積物や岩石からなっている。では、地球の内部はどうなっているのでしょうか。私たちは、地球の内部へ深くは行って行くことはとうていできない。また、そのような地球の内部の物質を、見ることも手にすることもできない。だから地球の内部のことは、どうしても間接に推定するよりほかはない。

私たちは地球の表面で、手にはいる岩石その他のたい積物の密度を測ってみると、たいていのものは2.5ぐらいのものであって、密度が3になるものはほとんどない。

地球の半径を6,400kmとすると、地球の質量はほぼ 6×10^{24} kgになる。これを地球の体積で割って、地球の平均密度を求めると5.5で、水の約5倍半ぐらいで、すず(錫)ぐらいの密度になる。したがって、地球の内部には、当然密度の大きなものがあると考えられる。

地表の下に高温・液状の岩しょうがあることは火山などで推定できるが、密度の点から見て、地球の中心まで岩しょうと同じものであるとはとうてい考えられない。したがって私

たちは、地球の中心近くには、表面の岩石とは違った、密度の大きい別の物質があると考えないわけにはいかない。

地震波動の源は、地球の表面近くの内部で起るが、この波動は地球の内部を伝わってくるので、地球の内部をさぐる手がかりとなっている。たとえば、わが國に大地震があったとして、その地震が東京では何時何分に感じたが、他の地方ではその後何分何秒たって感じたとする、この時間で地震波動が地球の内部を伝わって行く速さを知ることができるわけである。地震波動の傳わる速さは、密度や弾性常数によって違うから、この速さを地球上の多くの点で観測すると、間接に、地球の中で物質がどんなふうに分布しているかがわかるはずである。

上のような方法で、世界じゅうの各國で地震波動を観測した結果を総合してみると、地球の表面から中心へ向かって、第16表のような4層のかく(殻)に分けると、観測の事実をつごうよく解釈できることがわかってきた。

第16表 地球の中のかく

地表から	60km	密度	2.7-3.5	シアルかく
60kmから	1,200km	"	3.5-4.8	シマかく
1,200kmから	2,900km	"	4.8-5.0	中間かく
2,900kmから	中心まで	"	5.0以上	ニフェかく

地表に見られる岩石や岩しょうは、シアルかく内にあるものと考えられている。これは、けい素(シリコン)の酸化物と、アルミニウムの酸化物とからおもにできている普通の岩石のかくである。シマかくも、けい素の酸化物とマグネ

シウム（セシウム）の酸化物とからおもにできている普通の岩石の かく[※]

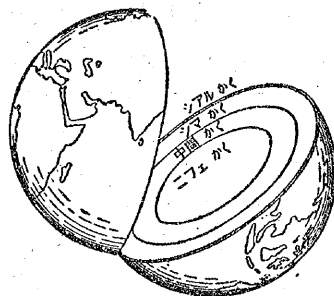


図 54 地球の内部

である。ニフェ^ニかく はニッケルと フェロ（鉄をさす）が成分であろうと推定しているのである。また、空から地球へ飛びこんでくる いんせき（隕石）の中には いんてつ（隕鉄）といって、おもにニッケルや鉄からできているもの

もある。ニフェ^ニかく もそれと似た成分のものであろうと推定している。ニフェ^ニかく が融けた液体であるか、剛体であるかはむずかしい問題であるが、もしどろどろに融けた粘りけのない液体なら、地震波動のうちで、横波をほとんど通さないであろう。横波はたとえば かんてん がブルブルするような振動が伝わって行く波で、自分の形をもとへもどそうとする力を持っているものの中を傳わるのである。水のように、そういう力のないものでは、横波がほとんど存在しない。地球の中心を通過してきた横波というものはまだ認められないので、おそらく地球の中心は剛性率^{*}の非常に小さいものである

* 剛性率 自分の形をもとへもどそうとする力を持っているものに、ずらせようとする力が加えられ、形がゆがんだ時に、その力とその力のためにその方向へ動いた量との比。

うと考えられる。

また別の方から考えれば、ちょうど月や太陽の引力で海水に潮の干満があるのと同じように、地球の固い部分にも、潮の干満と同じような現象があるわけである。太陽・月の引力がわかれば、地球が全体としてどのくらいの剛性率を持っているものであるかをきめることができる。すなわち剛性率が小さければ地球の潮の干満に似たその現象は大きくなるであろうし、剛性率が大きければその現象は小さいはずである。これまでの研究の結果によれば、地球は全体として、鉄の約2倍ほどの硬さを持ったものとされている。しかし、この硬さは、ニフェ^ニかくよりも外の部分がうけもっていて、ニフェ^ニかくは、やはり剛性率の非常に小さいものであると考えられている。

問 地球内部が密度の大きな物質であろうとは何で想像するのか。

研究1. いん石 とはどんなものか。なぜ いん鉄 の成分と地球の ニフェ^ニかく とが似たものであろうと推定されるのか。

研究2. 地球の内部の温度はどんなふうに考えられるか。



XI 土は植物の成長にどんなに関係するか

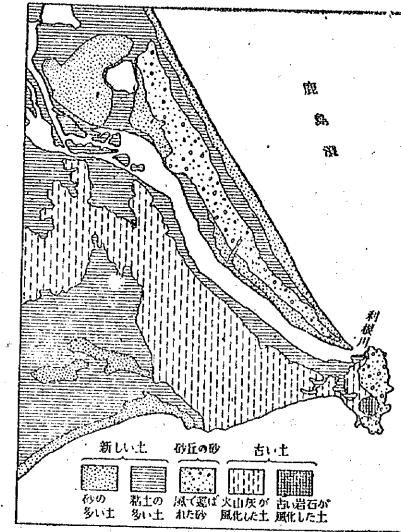
私たちは、土に関連して、地球のいろいろな性質について学んだ。土は岩石が風化したもので、地表面に近い部分はとくに有機物質を豊富に含んでいる。このような部分は腐植土といっている。

これらの土には、風化物となって運搬されずにそのまま土となったものや、運搬されて土となったものもある。急な斜面をずり落ちて来たもの、川底に積もったもの、湖沼の周囲に積もったもの、海岸に積もったもの、黄土や火山灰のように大気中を飛んできたもの、氷河で運ばれてきたものなど、いろいろあるわけである。

また、土には川で運ばれた川原の どんろ や砂のようにできたての新しい土もあるし、以前には水底にあったものが水面上に現われて平地の表面となった土や、地かく運動で隆起して、段丘の表面となっている土などもある。また、長い間陸地の表面として風化を受けている土もある。上のような古い土は、新しい土に比べて十分に風化されて、有機物にも富んだ成熟した土となっていることが多い。第55図は上にあげたような土の分け方で分けた、関東地方東部の土の分布図である。この図の新しい土の部分は地下水面も浅く、水田にはつくりやすいが、水がよく地中をめぐり、養分のめぐりをよく

するように、暗きよ排水のようなくふうをすることも必要である。

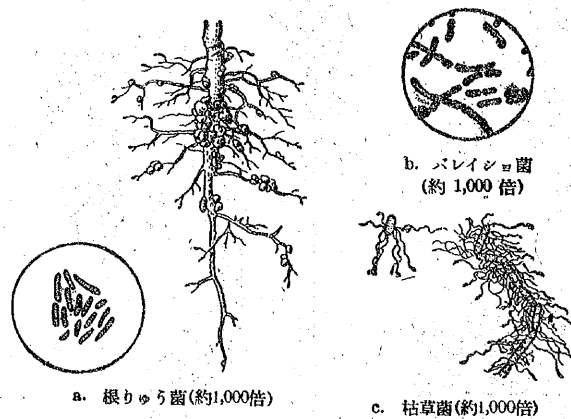
土は岩石の風化によってその大半はつくられるが、生物などの遺がいが分解してできた腐しよく物も含んでいる。また、土の中には非常にたくさんの微生物がいて、いろいろの作用をしている。



第 55 図 関東地方東部の土の分布図

これらの微生物は、土の中のいろいろな成分を分解させたり、腐しよく物や肥料に作用して、生物に吸収されやすいような成分に変えたり、また豆の根に共生する根りゅう菌のように、空中から窒素をとる働きをするものもある。以上のように、微生物の多くは植物の育成を助ける働きをするが、まれには、反対に植物に害をする微生物も含まれている。

土は溶液中の物質を吸収してたくわえる働きがある。この働きは農耕上非常にたいせつなもので、もし、土がこのよう

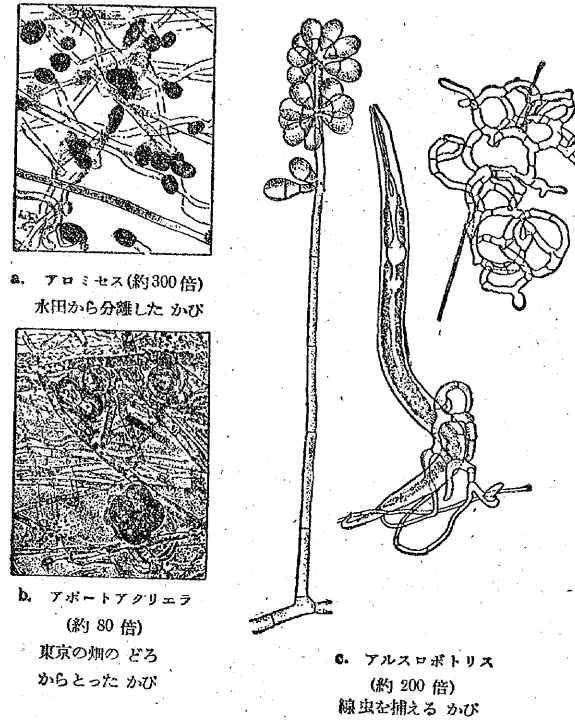


第56図 土の中にきわめて普通にいたるバクテリア

な働きを持っていないければ、肥料を施しても、肥料成分は雨水や田の水などで流されて、肥料のききめはいちじるしく減ることになる。

植物は土の中から地下水に溶けている物質や土の中に吸収されている成分、土をつくっている鉱物中の成分などを養分としてとって成長していく。雨の多い地方では水に溶けやすい成分は流されて薄くなりがちであって、植物へ十分には供給できないが、土の中に吸収されている成分はだんだんに植物に供給されていく。粘土質や腐植質は養分を吸収しやすい。

しかし、地表近くの土の中にある空気は、生物体の呼吸や



第57図 土の中にある変わった かび

分解などのために炭酸ガスが多くなり、植物に有害な作用をするので、土は空気がよく流通できるように すきま が多い方がよい。土を耕す目的の一つは、土の中の空気の流通をよ

くするようにすることである。土の中の空気の量を表わすために、100ccの土の中の空気量を容積の百分率で示して、容気量といっている。水をとあしにくいち密な粘土は、容気量が小さくて、植物の繁茂には適しない。したがって、養分をよく吸収している粘土も、それだけでは植物の成育に適さないことになる。砂などと適度にまじっていることが必要である。容気量は植物の成育にはたいせつなもので、牧草では6-10%、大麦などでは15-20%の容気量が必要だとさえいわれている。容気量は土の中に含まれている水量にも影響されているわけで、雨の時などは容気量は小さくなる。したがって、水はけのよい土ということも、農作物の生育に必要な条件となろう。

第17表 わが國の米、茶、たばこの有名な産地の土粒の大きさの表

種 類	産 地	土 質
米	新潟縣信濃川下流沿岸地方	細砂のまじったでい質の土
茶	静岡縣牧の原台地	れきのまじった砂質の土
たばこ	神奈川縣秦野盆地	砂粒程度の火山灰を主とした土

土層は普通、表土と下層土とに区別している。

研究 道路を切り開いた所や がけ など、表土や下層土のようすを調べてみよう。

表土は有機物を含んでいて、暗色を帯びる最上層の土である。下層土は一般に色が薄く、質が密で有機物を含む量は少

ない。この土の下の方は、まだ十分に風化していない岩の層に接している。

表土と下層土の厚さは、所によって非常に違っているが、一般に山地では浅く、原野地やその他の平地では深い。

農業上では農作物の根が広がる部分を作土または耕土といい、その下層を底土といっている。栽培に利用している部分は耕土であるから、ここには作物の残り株や落ち葉やつみ肥・緑肥などの有機物を多量に加えるから、腐植の量が多い。耕土と表土とは違うものであって、多くの場合耕土は表土の一部分である。しかし、もともと表土の浅い所では、下層土まで耕すことになる。

農業上では深く耕すことを利益とするから、深耕を奨励している。深耕には次のような利益がある。

- 1) 下層土は表土よりも堅密で空気や水の流通が悪く、ここまでしみて来た雨水もここで止まってしまうから、深耕して、このような堅密な土層を低くして、作物の栽培に適する土層を厚くする。
- 2) 根の拡がりを盛んにして、養分を供給する場所を増す。
- 3) 保水力や毛細管作用をうながして、ひでり の場合でも、その害を少なくする。

下層の土は普通空気の流通が不十分であるから、よく耕して日光や空気にさらす必要がある。深耕後は肥料を割合に多く施し、とくに つみ肥 や緑肥のような有機物に富んだもの

を施して腐植の量を増し、次第に耕土を熟させるのがよい。

土は普通中性または中性に近い反応を示すもので、植物や微生物の生育も、中性またはわずかにアルカリ性の場合に最もつごうがよいといわれている。しかし土によってはまれにいちじるしく酸性であったり、アルカリ性であったりすることがある。このような場合は植物や微生物の発育にとってつごうが悪くことはいうまでもない。一般にわが國のように多湿の氣候状態では、土じょうの現わす反応は酸性になりやすい。華北や満州のように乾燥した氣候の地方では、土はアルカリ性になりやすい。土の反応は、土をつくっている物質のものと岩の性質にも関係している。また、施す肥料によっても変わってくる。硫酸(硫酸アンモニウム)や硫酸カリウムを続けて多量に施すと、肥料成分である窒素やカリウムが吸収された後、土は酸性になる。土の性質の改良は、酸性の土に石灰肥料を加

第 18 表 農作物の土の酸性に対する抵抗力の強弱

えてアルカリ	抵抗力の最も強いもの	イネ・オカボ・カラスミギなど
性にするとい	抵抗力の強いもの	コムギ・アワ・トウモロコシ・ソバ・ハツカダイコンなど
うように肥料	抵抗力のやや強いもの	アブラナ・コマツナ・ソラマメ・トマト・ダイコンなど
を施して行ふ。	抵抗力の弱いもの	ナス・トウガラシ・ハダカムギ・エンドウ・クローバーなど
肥料を施す	抵抗力の最も弱いもの	オオムギ・ホウレンソウ・チンヤ・ゲンゲ・ダイズ・アズキなど

にあたっては、土の養分吸収力を考えて、砂質土のように吸収力が小さいものには、溶解性の肥料は一時にたくさん與えることを避けて数回に分けて施すのがよく、また、りん酸に

対して吸収力の大きい土には、りん酸は表層の部分で吸収されてしまって深く達しないことがあるから、たんに表面だけに施さないようにしなければならない。

つみ肥や緑肥は少量ながら肥料の三要素(窒素・りん・カリウム)を含み、そのうえ、有機質を多量に含んでいるから、地力を増進する効が大きい。ことに、近來、無機肥料を施すことが多くなったから、いっそうその必要が加わってきた。

水田の土を乾かすと水稻の生育がよくなることは昔から知られていたことで、湖・沼・古池・ほりなどのどろを乾かして肥料に使うことは一部の地方では古くから行われている。

土を乾かすと、土の中の有機物の一部が分解されやすくなり、これに水を加えて畑または水田のような状態にもどすと、微生物の活動が盛んになって有機物を分解して、土の中の窒素分がきくようになるのである。

また、わが國では、古くから焼土を肥料として施している地方がある。土を熱すると、その中の窒素・りん酸・カリウムなどが吸収されやすくなり、土の性質もよくなる。しかし、熱する温度が高過ぎると有機物が失われて、かえって地力が減るようになる。

私たちは土について、いろいろと学んできた。私たちは土に生きるといってもさしつかえないほどに、土と密接な関係のあることを知った。私たちの土は、実に複雑な経歴をもつて目の前に横たわっているのである。私たちは、土の経歴を

知って、はじめて土が一瞬にしてできたものでないことを知った。そしてその経歴には、私たちの一生でも経験できないほどに長いものが多い。それは、地球の表面もたえず変わっていくということにほかならない。私たちは、その変化の途中に生き、途中に死んでいく。私たちはこの短い一生のうちにあって、たえず変わっていくこの土を十分に利用しなければならぬ。そのためには、さらに土に関するいろいろな性質を研究して、その変化する方向をつきとめ、それに対する準備をいつも心がけていなければならない。

- 問1. 運搬された媒体や たい積状態で土を分けてみよ。
 問2. 学校附近で土の新旧を区別してみよ。
 問3. 地中にあける微生物はどんな作用をするか。
 問4. 土を耕すのはどのような効果があるか。
 問5. 肥料はどのようにして植物の生育に役だつか。

〔昭和25年度発行〕

昭和22年9月30日 発行	私たちの科学 10
昭和25年4月26日 修正印刷	土はどのようにしてできたか
昭和25年4月30日 修正発行	中学校理科 第2学年用
〔昭和25年4月30日 文部省検査済〕	定価 10 円 20 銭
著 者 文 部 省	
東京部中央区銀座一丁目五番地	
発 行 者 大日本図書株式会社	
代表者 佐久間長吉郎	
東京部新宿区市谷加賀町一丁目十二番地	
印 刷 者 大日本印刷株式会社	
代表者 佐久間長吉郎	
発 行 所 東京部中央区銀座一丁目五番地	大日本図書株式会社

中理 803

文 部 省

大日本図書株式会社発行