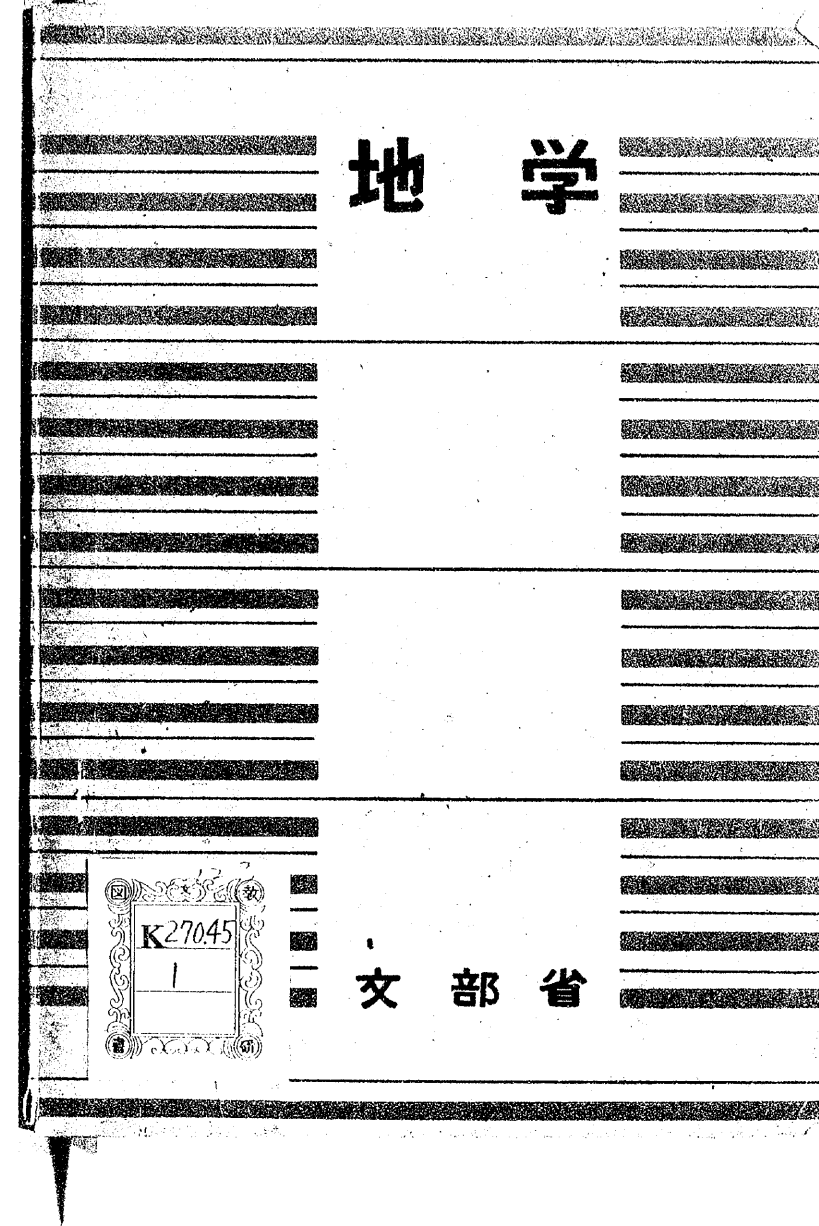
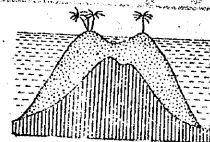
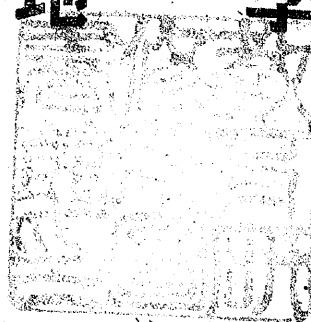


K270.45

1



地 学



文 部 省

目 録

はしがき (4)

気 象

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| 1. 大 気.....1 | 8. 不連続線.....15 |
| 2. 気象要素.....4 | 9. 空気の上下移動.....16 |
| 3. 気 温.....6 | 10. 日本の気象と、
天気予報.....17 |
| 4. 空気の膨脹と温度.....7 | 11. 大気の環流.....19 |
| 5. 水蒸気の凝結.....7 | 12. 日本の気候.....20 |
| 6. 雨と雪.....8 | |
| 7. 気圧と風.....10 | |

海 洋

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1. 海 洋.....22 | 5. 海水の温度.....28 |
| 2. 海の深さ.....22 | 6. 海 流.....32 |
| 3. 海底物質.....25 | 7. 潮の干満.....36 |
| 4. 海 水.....26 | |

天 象

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1. 恆星と天体.....38 | 6. 太 陽.....47 |
| 2. 赤経・赤緯.....39 | 7. 月.....49 |
| 3. 恆星時と経度.....42 | 8. 曆.....51 |
| 4. 黄 道.....43 | 9. 恆星の距離と光.....54 |
| 5. 惑 星.....45 | |

地 球

- | | |
|---|-----------------|
| 1. 侵蝕(侵蝕)と
たい積(堆積), 隆
起と沈降.....57 | 6. 火 山.....75 |
| 2. 沈積岩.....61 | 7. 火成岩.....78 |
| 3. 古生物.....66 | 8. 変成岩.....80 |
| 4. 沈積岩の生成.....67 | 9. 地下水.....81 |
| 5. 地 震.....70 | 10. 地下資源.....83 |
| | 11. 地 球.....85 |

は し が き

われわれは地球を住み家とし、地球の上で生活を営んでいる。地球の表面には、陸や海、山や谷、平野や川などがいろいろに分布し、その上には大気がひろがっている。それらのものは何からできていて、どのように組み立てられているか。どのような経過で形成され、これからどのように変化していくものであるか。地下や海中や空気中からは、どのような有用なものが得られるか。それを見出し、取り出すにはどのような方法が用いられるか。又、地球の内部はどうなっているか。大気の中ではどんな現象が起るか。地球そのものは宇宙のどのような位置を占めているか。このような問題はすべてわれわれの生活に極めて関係の深い事がらである。

すでにわれわれは、太陽や星の運動、日々の気象の変化について観察をしたり、身の周りの岩石・鉱物・海水などについて観察したり、海水から取った食塩、地下から取り出した金属や燃料などの性質を調べ、それがどのように利用されているかについて学んで来た。

これらの事を基にして、更に深く地学について学んで行く。地学を学ぶには、いつも実地の観察を怠らないようにしなければならない。郷土の気象、山や川の分布状態、切り割りに現われた地層、露頭に現われた岩石などの観察は、たやすく行うことができる。岩石・鉱物・化石の採集、模型の製

(5)

作、地図の作成などの仕事も興味が深いし、新聞やラジオの天気予報や、暴風・地震・噴火などの異変の報知について正しく理解することも大切である。なおできれば、气象台・測候所・天文台・試験場・鉱山などの見学も望ましい。

このようにすれば、書物で学んだことを生かして、われわれの周りの事がらをほんとうに理解し、正しく取り扱うことができるようになる。そしてこの事は、われわれ自身の力によってなされなければならないことである。

学校には参考書と共に、気象器械・天体望遠鏡・岩石鉱物採集用具・鉱物顕微鏡、種々の標本模型、天気図・暦・星図・海図・地形図・地質図、諸観測記録、諸統計資料などを備えて、学習の参考としたい。

次に、おもな参考書の例を挙げておく。

- | | | |
|-----------|---|------------------------|
| 岡 田 武 松 | ： | 気象学講話 (岩波書店) |
| 三 浦 栄 五 郎 | ： | 気象観測法講話 (地人書館) |
| 加 藤 藤 吉 | ： | 学校における気象観測の実際 (誠文堂新光社) |
| 中 谷 宇 吉 郎 | ： | 雪 (岩波書店) |
| 関 口 鯉 吉 | ： | 天文学通論 (地人書館) |
| 鈴木 敬 信 | ： | |
| 荒 木 俊 馬 | ： | 天文と宇宙 (恒星社) |
| 村 上 忠 敬 | ： | 全天星図 (恒星社) |
| 岡 山 俊 雄 | ： | 自然地理学 (地人書館) |
| 吉 村 信 吉 | ： | |
| 宇 田 道 隆 | ： | 海 (岩波書店) |
| 日 高 孝 次 | ： | 海流の話 (岩波書店) |

- 加藤 武夫：自然科学地質概論（山海堂）
 藤本 治義：地質学汎論（地人書館）
 坪谷 幸六：地質鉱物学概論（前野書店）
 寺田 寅彦：地球物理学（岩波書店）
 坪井 忠二：地震の話（岩波書店）
 大塚 弥之助：山はどうしてできたか（岩波書店）
 和田 八重造：原色日本岩石図譜（松島三松堂）
 粟津 秀幸：原色日本鉱物図譜（松島三松堂）
 同：地球と人（岩波書店）
 和達 清夫：防災科学（岩波書店）

気 象

1. 大 気

われわれ人間の生活は、いうまでもなく大気の中で営まれている。又、われわれにとって関係の深い生物も、大気の中で生活しているものが多い。それであるから、大気の性状を究め、そこに起るいろいろな自然現象を調べて、よくそれに対処することは、われわれにとって非常に大切なことである。

問1 日常生活や航空・航海・水力発電などが、気象によってどんな影響を受けるかを、具体的な例によって考えてみよ。

問2 米・麦・わた・茶・さとうきび・漆器・紡織・製塩、その他の産業について、気候との関係を考えてみよ。

まず第一に、大気のひろがりについて調べてみよう。

問3 大気の圧力が地球上どこでも、1013ミリバール¹⁾であるものとして、地球を囲む空気全体の質量を計算してみよ。

1) 1ミリバール=1000ダイン/cm²

1013ミリバール=760mmHg=1気圧

空気の密度が地表における値で、一様に上まで続いている、1013 ミリバールの圧力を生じているものとすれば、大気の厚さは約何 km になるか。それは地球の半径の何分の一か。

しかし実際の大気は、この計算のように、一様な密度で上まで続いているのではなく、高い所ほど薄くなっていくのであるから、それには、はっきりした境があるとは考えられない。

流星は上層の大気中に起る現象であるが、地上数百 km の高さにおけるものも観測されているくらいである。

極光もまた大気の上層に起る現象で、そのスペクトルによって、非常に高い所の空気の成分を調べることができる。又、地表の一点から発した電波が、地球の反対側にさへ達する事実から考えると、大気の上層には、これらの電波を反射させるような特別な電氣的の性質を持った層があることがわかる。

図のように、大気を厚さ h ずつの薄い層に分けて考えれば、次の関係が成り立つ。

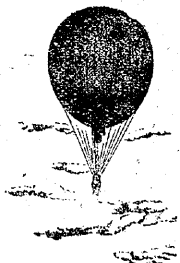
$$p_1 = p_0 + \rho_0 gh$$

$$p_2 = p_1 + \rho_1 gh$$

$$p_3 = p_2 + \rho_2 gh$$

.....

(g は重力による加速度である)



密度	圧力
ρ_0	p_0
ρ_1	p_1
ρ_2	p_2
ρ_3	p_3

然るに、一定温度のもとでは、気体の密度は圧力に比例するから

$$\rho = kp$$

と置くことができる。かりに、空気の温度が下から上まで一定で変化がないとすれば、上の式は

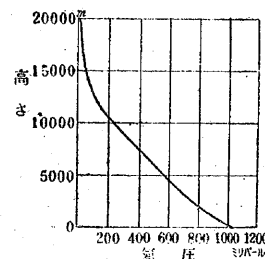
$$p_1 = p_0(1 + kgh)$$

$$p_2 = p_1(1 + kgh) = p_0(1 + kgh)^2$$

$$p_3 = p_2(1 + kgh) = p_0(1 + kgh)^3$$

.....

となる。このことから、このような大気の中では、一定の厚さごとに気圧が等比数列をなして、下に向かって増していることがわかる。



富士山頂の気圧は凡そ640 ミリバール

であって、水は 87° ぐらいで沸騰する。

いろいろな高さにおける気圧を実際に測ってみると、だいたい8500 m 昇るごとに10%ずつ(1000 m 昇るごとに12%ずつ)低くなって行く割合である。この関係を利用すれば、気圧によって飛行機や山の高さを推算することができる。

この割合から考えると、わが国附近では、だいたい5 km の高さで気圧は地上の半分になり、空気の7割までは10 km 以内の所にあることになる。われわれの日常生活に密接な関係を持っている多くの気象現象は、この10 km 以内のいわゆ

る対流圏に起っている。

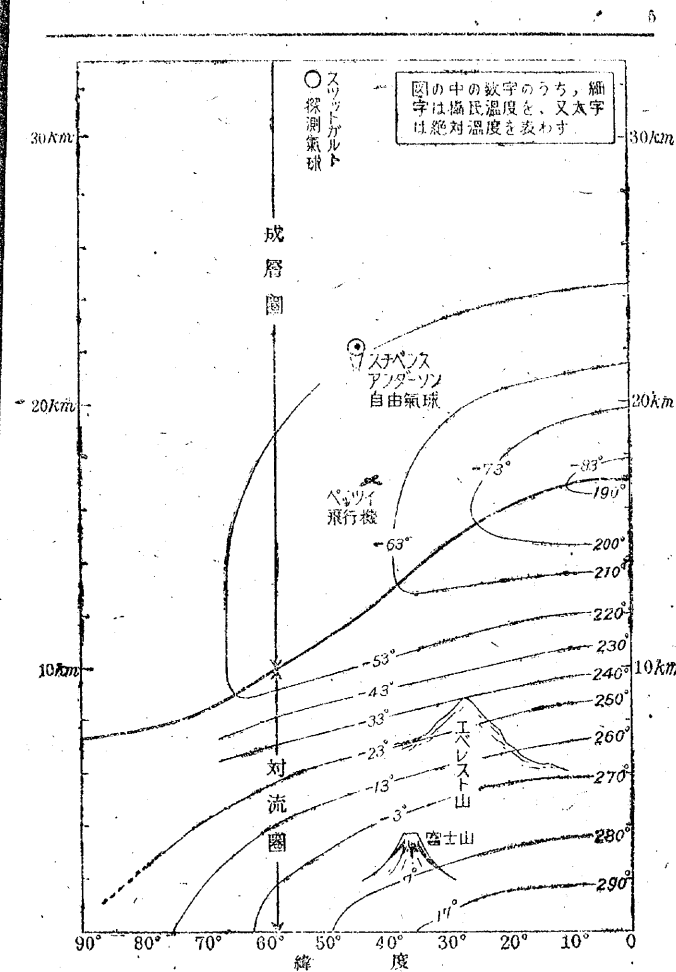
空気のおもな成分は、地表の近くでは窒素4容、酸素1容で、その他少量のアルゴン・ヘリウムなどを含んでいる。実測によると、これらの成分の割合は対流圏内はもちろん、地上凡そ20 km ぐらいまではほとんど変わっていない。空気の中には、この他水蒸気や炭酸ガスやこまかいちりなどが含まれているが、その分布は時間的にも空間的にも、はなはだしく変化し、気象の上に大きな役割をなしていることを忘れてはならない。

上空の状態を知るには、いろいろな計器を取り附けた飛行機や気球を飛ばせて、上空の温度や気圧や湿度などを自記させたり、又、自動的に電波によって地上に信号を送らせたりしている。これらの測定の結果によると、高さに対する温度の分布は、地域や季節によっても違いがあるけれども、わが国では約9 km—15 km の高さまでは温度が下がり、それよりも上はほとんど一定である。ここが成層圏であって、雲がほとんど発生せず、したがって、雨も雪もない。

2. 気象要素

気圧・気温・風向き・風速・降水量・湿度などは、みな気象を考えて行く上に重要な量であって、気象要素と呼ばれている。

研究 1 時間ごとの気温を測って記録し、1 日の平均気温を求めよ。だいたいその日の何時ごろの温度が平均気温に近いのか。又、最高気温と最低気温との平均と、1 日中の平均の気温とは、どのくらい違うか。



問 理科表によって各地における毎月の平均気温と平均降水量との変動を比較せよ。又、横軸に気温、縦軸に降水量を取り、二つの量の関係を図示して、各地の気候を考えてみよ。

3. 気 温

空気が持っている熱の根源は太陽にある。太陽から地球に送り込まれる熱量は、太陽に向かった面の 1 cm^2 につき毎分約 2 カロリーである。しかし、空気が直接にこのふくしゃを吸収して温められることは少なく、おもに、太陽からのふくしゃはいったん地面に吸収され、空気がそれに接して温められるのである。

問 1 わが国及びその附近各地の 1 月と 7 月の平均気温を材料にして、地図に等温線を引いてみよ。この図によって、どんなことがわかるか。又、1 月と 7 月との気温の差も調べてみよ。

わが国では、昭和 8 年山形で 40°C という気温が測られ、明治 35 年旭川で -41°C という気温が測られたが、これが気温の最高と最低の記録である。

問 2 晝と夜、夏と冬、海岸と内陸、冬の晴れた夜と曇った夜、それぞれの場合に気温を比較して、その差の生ずるわけを考えよ。

4. 空気の膨脹と温度

空気の温度が高くなるのは、外から熱せられた時ばかりではなく、又、低くなるのは冷やされた時ばかりではない。空気が圧縮されれば、外からなされた仕事の大きさに應じて温度が上がり、膨脹すれば、外に向かつてなした仕事の大きさに應じて温度が下がる。

空気が何かの原因で高い所に昇ると、気圧が下がるから空気が膨脹し、そのために温度が下がる。高い所ほど気圧が低いということと、温度が低いということとは、このように互に関連している事がらなのである。乾燥した空気は 100 m 昇るごとに、温度は約 1° 下がる。

5. 水蒸気の凝結

空気は水蒸気を含んでいるが、一定の体積の空気が含むことのできる水蒸気の量には、温度によって定まった限度がある。

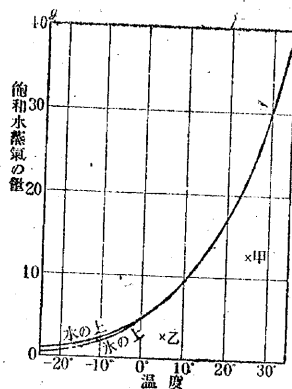
次のページの図表は 1 m^3 の中に存在できる水蒸気の量が、温度によって変化するありさまを示したものである。

問 1 水蒸気で飽和している 20° の空気が 30° になった

1) 0° 以下の過冷却の水と共存できる水蒸気の量と、 0° 以下の氷と共存できる水蒸気の量とは異なる。

とすれば、湿度は幾らになるか。20°の空気が500 m 上昇したならば、何度になるか。はじめの湿度が50 %であったとすれば、そこでは湿度は幾らになるか。はじめの湿度が幾らであったら、そこで飽和するか。

問2 図の甲の空気は、どうなったら飽和に達するか。又、その時の温度は何度か。乙の空気はどうか。



空気の温度が下がって、水蒸気で飽和すると、小さなちりなどを核にして水分が凝結し始める。この時、気化の潜熱を放出するから、温度の下がるのを妨げることになる。水蒸気で飽和した空気は、100 m 上昇すると約0.6°下がるのが普通である。

6. 雨 と 雪

大気中で水分が凝結すると、その温度に応じて水滴や雪片になる。それらが大气中に漂っているのが雲で、それらが大きくなって落ちて来るのが雨や雪である。霧は地表近くでできた雲であるといつてよく、海洋上では寒流の表面が暖か

い気流に接触する所に特に多く、北海道から千島にかけた地域や、朝鮮の北東岸などではことにいちじるしい。

問1 寒流の表面が暖かい気流に接触する所に霧が多いのはなぜであろうか。

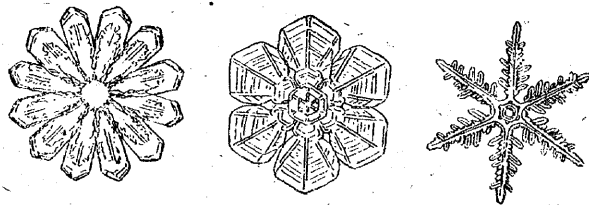
問2 いろいろな半径の水滴について、表面積と質量との比を計算せよ。

実験1 だいたい丸い形をしている種々の大きさの小石を水中に落し、それが沈んで行く速さを観測せよ。石の大きさによって、速さはどう違うか。それはなぜであろうか。

小さな水滴は質量の割合に表面積が廣く、空気の抵抗を受けることが大きい。真空中なら、水滴の大きさにかかわらず、重力の加速度によってだんだん速く落ちるようになるが、空気中では表面で抵抗を受けるから、事情は異なる。速度が大きくなるほど、空気による抵抗はますます大きくなるから、雨の落ちる速度は、その半径によって定まったある限度を超えることはできない。

実験2 次のページの図のように、上面に穴をあけた中空の筒を回転し、穴の位置と雨の跡の位置とを比較して、雨の落ちる速さを測ってみよ。

雪はよく観察すると、ほとんどみなきれいな形を持った結晶である。実験室で人工的に雪の結晶を作ってみた結果によると、雪の形が板状や樹枝状になったりするのは、その結晶が成長する時のいろいろな気象的の条件によって定まるものであることがわかる。



7. 気圧と風

大気中で空気の一部分が温められれば膨脹する。膨脹した部分は密度が減って上昇する。そうすると、その周囲の気圧の高い所から、その場所に向かって空気が流れ込む。

問1 とびなどが、羽ばたかないでも高い所に昇ることができるのは、どうしてであろうか。

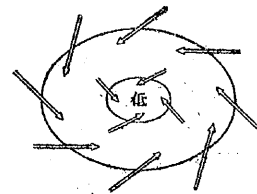
問2 海岸地方では、概して晝は海から陸へ、夜は陸から海へ向かって風が吹く。その理由を考えよ。又、朝なぎや夕なぎは、どうして起るのであろうか。

風は気圧の高い方から低い方に向かって吹くが、その方向は等圧線に垂直ではなく、北半球ではそれと比べて右に、南半球では左にそれる。これは地球が自轉しているために起る現象である。

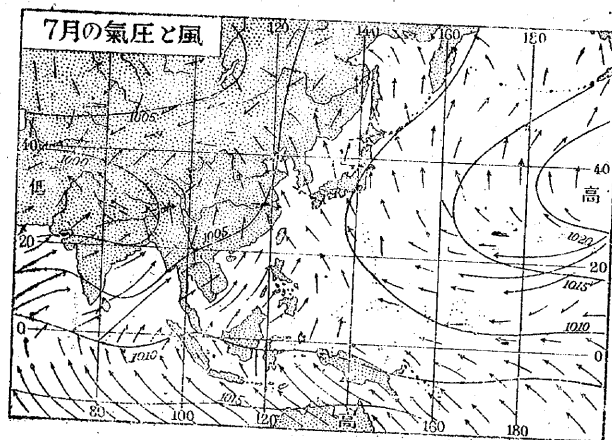
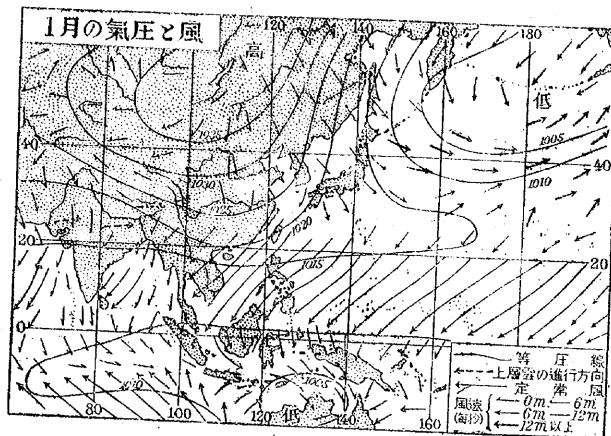
問3 次のページの図は、わが國附近の等圧線図であるが、これを見て1月と7月の気象状態を考えよ。

上の例で見られるように、ある地域では季節に応じて、凡そ半年にわたって方向のほぼ一定した風が吹く。これが季節風と呼ばれるものである。

特別な事情で、気圧の低い所が特に発達して、四方からどんどん空気が流れ込むようになると、北半球では風は気圧の低い中心に向かわないで右にそれるから、全体として左まわりの大きなうずまきになる。これを低気圧と呼んでいる。もっとも、うずまきといっても、厚さは10 km 程度で、半径は数百ないし千 km 程度の平たいものである。



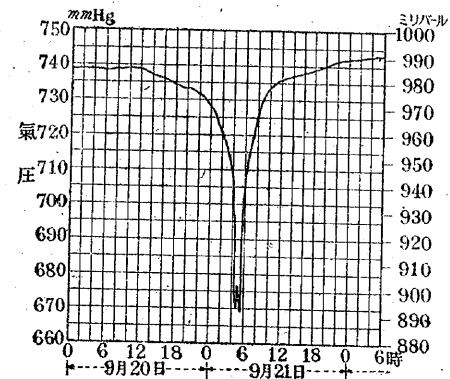
夏から秋にかけて日本に襲来する台風(颱風)は、低気圧の一種であって、内南洋方面に発生した空気の大きなうずまきが全体として移動して来るものである。その中心が移動す



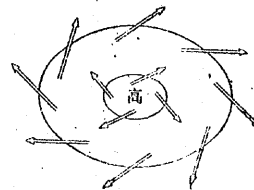
る速さは、わが国附近では 30 km/時 以上になるのが普通である。

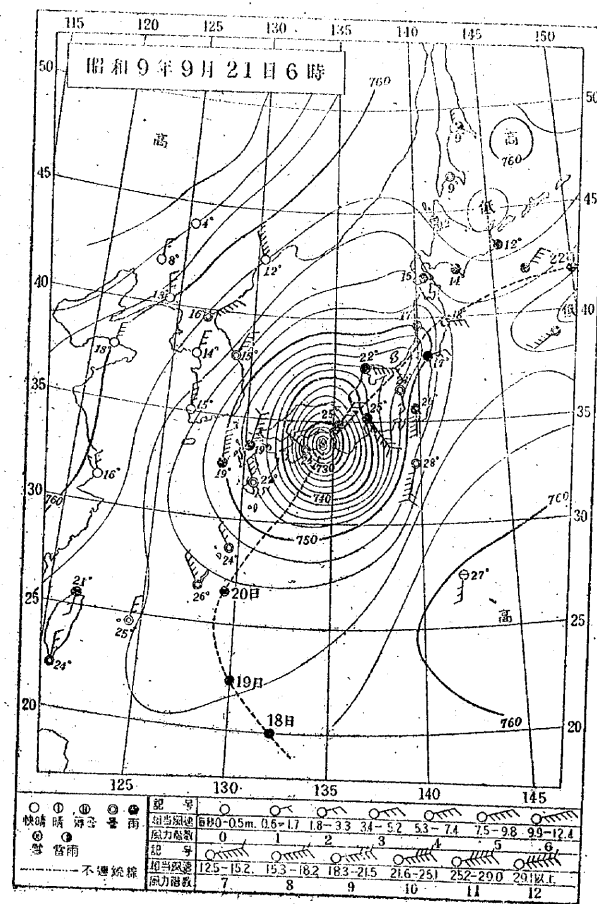
夏の終りごろ太平洋岸で見られる土用波は、遠い海上にあるたい風の中心附近から伝わって来るうねりである。

昭和9年9月の室戸台風は、特に猛烈なもので、気圧は実に 670 mm(893 ミリバール)ぐらゐにまで低下し、瞬間の風速は 60 m/秒に達した。このたい風が通った地域は、暴風や大雨によって、又、海岸地方は風津波によって、いちじるしい被害を受けた。次のページの図はこの時の天気図である。



周囲に比べて気圧が高い所からは、四方に向かって風が吹き出す、その方向は地球の自轉の影響を受けて北半球では右にそれるから、全体として右まわりの空氣の運動となる。これが高氣圧である。

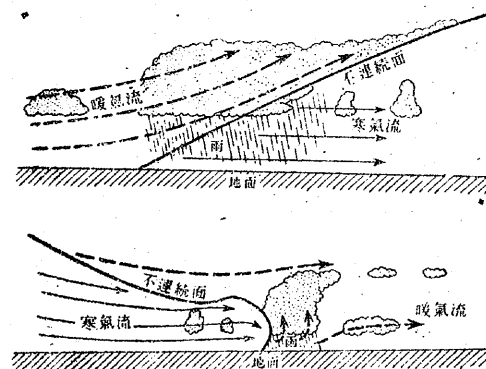
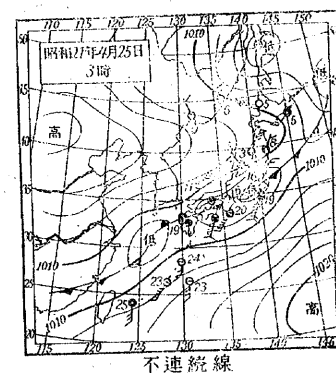




8. 不連續線

右の天気図に示したように、地表におけるある線を境として、その両側の温度や風などが、格段に違っていることがある。これは暖かい空気とつめたい空気とが衝突して、暖かい空気がつめたい空気の上にのし上がる時に

も、又、つめたい方が暖かい方の下に潜り込んで来る時にも観測される。このような点から考えると、暖かい空気とつめたい空気とは相接していても、なかなかまじり合わないものである。この境の線が不連続



線といわれるものであるが、これを立体的に見れば一つの面であって、前のページの二つの図に示したような構造になっていることがわかっている。低気圧が移動するにつれて、不連続線もこれに伴って移動する。不連続線の所には、また低気圧が発生することが多い。

9. 空気の上下移動

先に学んだ事からによって、一般に上昇気流のある所には雲ができて、雨や雪が降りやすいことが理解されたであろう。それならば、空気はどういう条件にある時に上昇するのであろうか。これについては、次のような場合が考えられるであろう。

1. 地表で温められる時。
2. 気流が山に吹き当たる時。
3. 暖かい空気がつめたい空気の上にのし上がる時。
4. つめたい空気が暖かい空気の下へ潜り込み、これを持ち上げる時。
5. 低気圧に向かって四方から吹き込む時。

問1 夏の夕立、冬の北陸地方の雪、不連続線に伴う雨、低気圧に伴う雨などの成り立ちを考えてみよう。

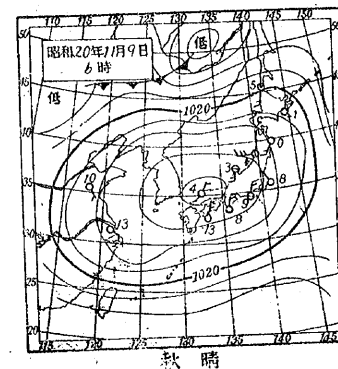
問2 下降気流は、どんな条件がある所に発生するのであろうか。又、そこはどんな天気になるであろうか。

風はだいたい水平に吹くのが常態であるが、地形や不連続線や低気圧の影響によって、それが乱されて複雑な流れになり、風が息をすることがある。気流が悪いといわれるのは、この乱れ方の大きい場合である。

10. 日本の気象と天気予報

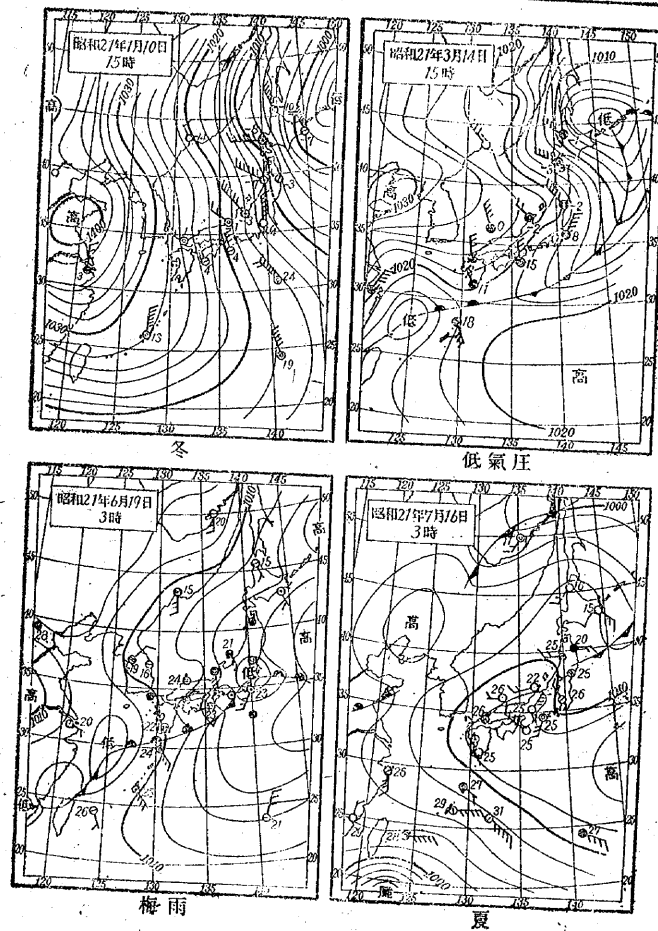
研究 17, 18 ページ

に、わが国附近における典型的な天気図（秋・晴・冬・夏・梅雨・低気圧）を示した。それぞれについて、その成り立ちや意味を考えてみよう。各地の天気はどうなっているか。



高気圧の中では天気がよく、低気圧の中や不連続線の近くでは天気が悪い。したがって、現在の等圧線の形や、高気圧や低気圧や不連続線のこれまでの動きから判断して、その将来の位置を推定すれば、天気を予報することができる。

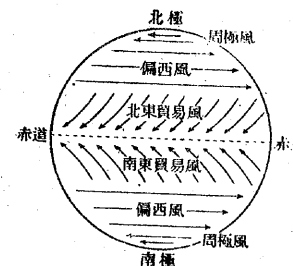
問 上海附近が雨になると、1日後に九州が雨になることが多い。天気が西から東に移る速さは凡そどのくらいか。



わが国では、天気はだいたい西から東に移って来る。これは心得ておくとよい。

11. 大気の流れ

地球上では、常に大気が大規模に動いている。観測の結果によると、その模様はだいたい右の図のようになっている。即ち、 30° 以内の低緯度の地方については、北半球では北東風、南半球では南東風が



ほとんど一年中吹き続けていて、天気はよく、しのぎやすい。これらの風が貿易風と呼ばれているものである。北東貿易風と南東貿易風とが合する所では、風速も小さく、又、その向きも一定せず蒸し暑い。この一帯を赤道無風帯ということがある。

貿易風帯から緯度 50° — 60° までの間は、常に西風が吹いている。この偏西風は、緯度 40° — 50° のあたりが強く、又、冬にいちじるしく強く夏に弱くなる傾向がある。対流圏内では、この風は上層ほど強く、地上 10 km のあたりでは数十 m /秒にも達する。貿易風帯と偏西風帯との境には、帯状になった高気圧がある。

温帯地方では、だいたい西風が強く吹いているから、低気圧や高気圧も、こ

の西風に流されて東に移るので 大気も西から東へ移る傾向がある。

偏西風帯よりも高緯度の地方では、極を取り巻いて東寄りの周極風が吹いている。この周極風帯と偏西風帯との間の不連続線は、極前線とも呼ばれ、ここで低気圧が発生することが多い。

以上は地球を大きく見た時のことであるが、大陸と大洋との境では、また違った趣きがある。特に東亜の地域は、世界最大の大陸たる亜欧大陸と、世界最大の大洋たる太平洋との境にまたがっているため、大気の環流は他の区域に比べていちじるしく違っている。即ち、1月ごろはシベリアから吹き出すつめたい北風が、7月ごろはオーストラリアから吹き出す南風が、季節風としていちじるしく発達する。

12. 日本の気候

わが国は中緯度に位しているから、気候はおおむね温和であるが、西にアジア大陸を控え、東は太平洋に臨んでいるために起る季節風の影響によって、夏は蒸し暑く、冬は寒さが相当にきびしい。しかしまた、海洋の影響を受けて、気温の激変が緩和されている傾向もある。

先に天気図に照らして調べたように、冬は北西の季節風の影響によって気温が低く、裏日本では曇りがちで雪や雨が多く、表日本ではよい天気が続くことが多い。夏は南風が吹いて概して天気はよいが、蒸し暑い。

初夏のころ、オホーツク海・三陸沖の方面に高気圧が停滞し、日本の附近には東西に連なる不連続線ができて、その不連続線に沿って低気圧が引き続き東進するために、日本では小雨の降ることが多く、いわゆる梅雨の候となるが、そのころの雨量の多寡は田植えの能否に関係する。真夏の日照りと気温は稲の生育を支配し、又、たい風の襲来と秋のなが雨とは稲の開花や結実にも累を及ぼすことがある。

海流が気候の上に及ぼす影響も大きく、後に述べる親潮は春・夏の候に吹く北東のつめたい風の源となり、黒潮は太平洋の沿岸を暖かくする

海 洋

1. 海 洋

地図をひろげて見ればわかるように地球全表面の約 70 % は海である。その 45 % は太平洋, 23 % は大西洋, 20 % はインド洋で占めている。太平洋は地球全表面の実に $\frac{1}{3}$ に近い面積を占めているのである。

水産にとっても 航海にとっても 海の性狀やそれに関連した自然現象をよく研究することは非常に大切で、これを知ると知らないのでは、大きな違いを生ずる。

問 1 現在の陸地の平均の高さは約 900 m. 海の平均の深さは約 3700 m である。もし、地球のでこぼこを全部平にならしたとすれば、どのぐらいの深さの海が、地球の全部をおおうことになるか。又、その時の海面は現在のどの高さに来ることになるか。

問 2 上の問題の結果から、海の水の総質量を計算せよ。

2. 海 の 深 さ

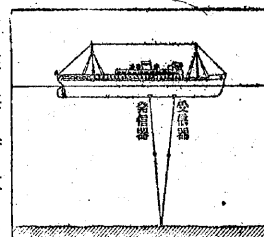
まず海の深さを調べてみるために、どうして測ればよいかを考えてみよう。浅ければ目盛棒を鉛直に立てればわかる。深ければ鍾を附けた綱をおろして、鍾が海底に届くまでに繰

り出した綱の長さを測ればよい。従来用いられて来たのはおもにこれらの方法であるが、これにはいろいろな欠点がある。

問 1 綱の長さによって深さを測る方法には、どんな誤差がはいるであろうか。

問 2 綱を出し入れする速さを 8 m/秒とすれば、5000 m の深さを測るためには、どのくらいの時間を要するか。

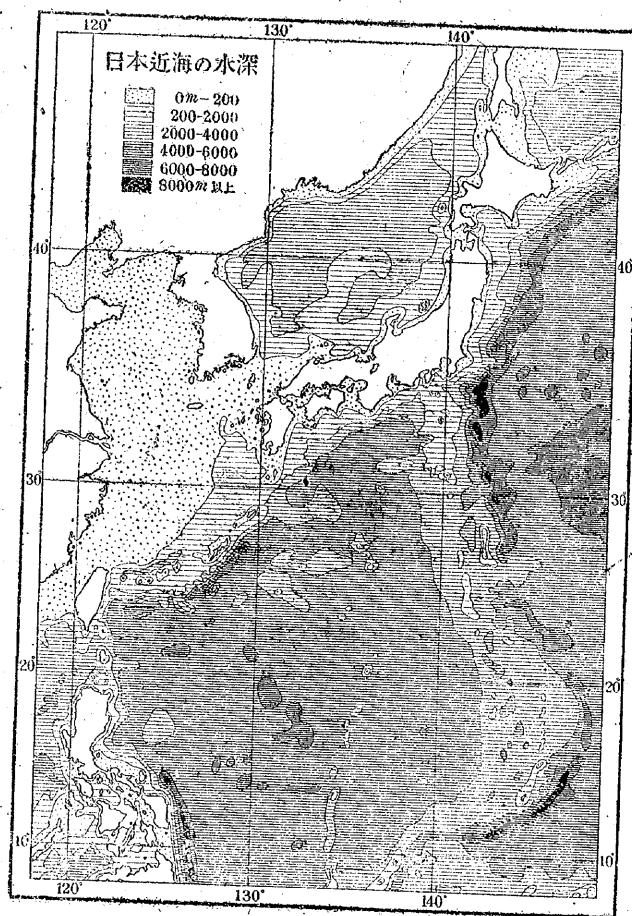
以上に見られた欠点を避けるために、近ごろでは船の底から海底に向かって音波を発し、それが海底で反射して帰って来るまでの時間を測り、これによって深さを求めるという方法も使われるように



なった。この方法によれば、航海中에서도連続的に測定することができから、はなはだ便利である。ただ海水中の音波の速度は、温度や塩分などによって変化するから、正確な深さの測定を行うためには、それらの影響を考えなければならない。

このような方法によって、従来測定された結果をまとめる
と、海底の形は陸地から大洋に向かっただいたい図のようになっていることがわかった。海岸から沖に向かって緩い傾斜を



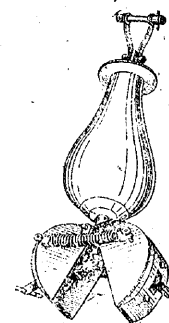


している部分は、深さ 200 m 以下で陸だな(陸棚)と呼ばれている。それから先は急に深くなり、大洋の底の大部分はおおむね平な盆地状をしている。なお世界のところどころ、主として大陸の縁の近くには、深さが 6000 m 以上にも及ぶ比較的幅の狭い地帯が、長く連なっている所がある。これを海こう(海溝)というが、日本附近には日本海こうを始め、大規模なものがある。ミンダナオ沖のエムデン海えん(海淵)は、これまでに測られた一番深い所で、その深さは 10800 m である。

太平洋の平均の深さは約 4300 m であるが、東支那海では、200 m に足りない。又、東京湾と駿河湾との深さを比較してみても、前者は 100 m に足りないが、後者には 1000 m を超えている所がある。同じく海といっても、その深さや形は千差万別である。

3. 海底物質

海の底にはどんなものがあるだろうか。図のようなものを綱でおろして、底質をつかんで来させることができる。浅い海の底では、岩盤や小石や土砂などが採れるが、深い大洋の底では、主として非常に粒の小さいでい土(泥土)が採れる。それらのでい土をよく調べると、微生物の遺がいなどが含まれていることが多い。河によって海に流れ



込んだ砂は、粒の大きいものは陸地の近くで沈んでしまうが、こまかいものやどろは大洋の中まで運ばれて、浮遊生物の死がいなどといっしょに、ゆっくりその底に沈んで行くのである。

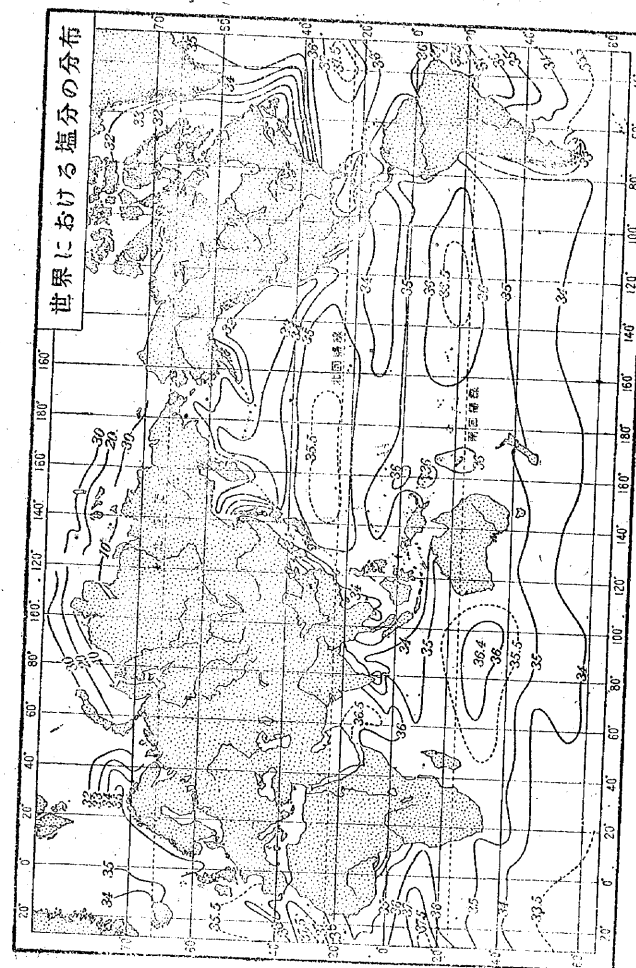
前のページの図のような探でい器(採泥器)では、海底のごく表面のものだけしか採れないが、長さ数mの金属の筒を大砲にこめて海底におろし、そこで下向きに発射して筒を海底に打ち込み、その中に海底の物質を詰めて引き上げるという方法も試みられている。

4. 海 水

海岸に近い場合の海水には、陸地から運ばれて来た砂やどろがまじっているばかりでなく、河の淡水それ自身や、又、それに溶解したものなどが含まれているから、海水の本来の性質を現わしているとは考えられない。遠い沖合へ行けば、陸水の影響がだんだん薄らいで、海水の本来の性質を現わすであろう。海水が淡水と違う最も重要な点はその塩分にある。

海水中に含まれる塩は NaCl , MgCl_2 などであって、海水 1 kg の中に総計 35 g 内外含まれている。これらの塩の総量は場所によって異なるが、各塩類相互の割合は到る所ほとんど一定である。したがって、海水中にある塩素の量を測りさえすれば、塩類の総量を求めることができる。海水の塩分を表わすには、その 1 kg 中に含まれている塩類の総量をグラムで表わした数を用い、これを‰で表わす。それぞれの大洋は、

1) ‰ 千分率



海水が特有の性質を持っていたり、又、独立した海流系を持っているという点で、かなりはっきりした個性を有している。

前のページの図は、海洋における塩分のだいたいの分布を示したものである。

問 前のページの図によれば、極に近い所と赤道に近い所とでは塩分が少ない。又、紅海では塩分が40‰にも及んでいる。これらの理由を考えよ。

5. 海水の温度

問1 海水の温度は、温度計で測ればよいのはもちろんのことであるが、深い場所の温度を測るには、どんな点に注意しなければならないであろうか。

今日最も多く使われているのは、図のような構造を持った、てんとう(顛倒)温度計といわれるもので、測ろうとする深さで上下をさかさにして引き上げ、水銀の示す目盛を読むのである。

問2 図によって、てんとう温度計の働きを考えよ。

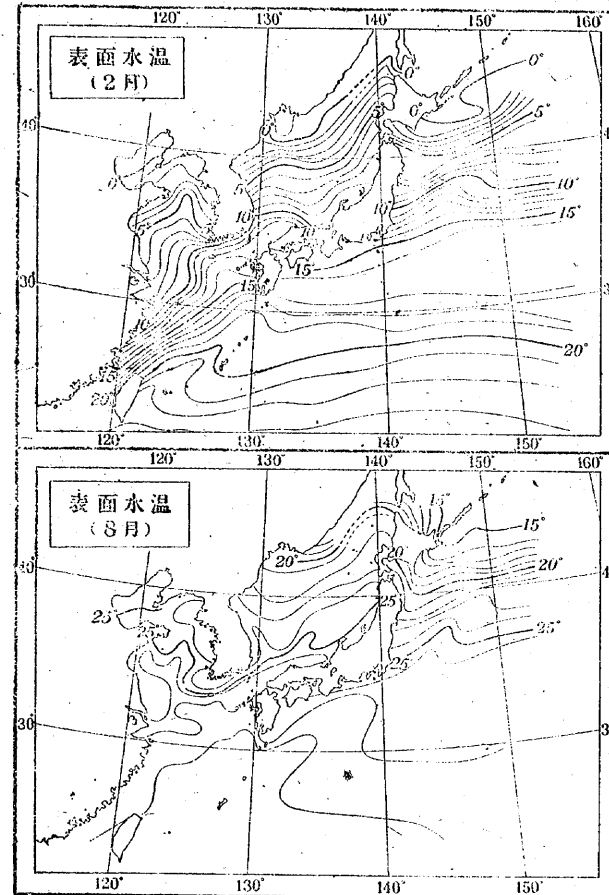
又、上の問で考えたことが、どのように解決されているかを調べよ。

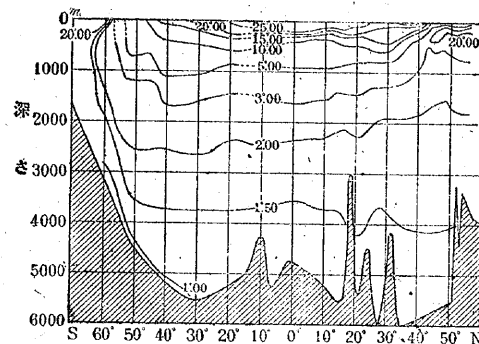


はじめの位置



さかさに倒した位置





このような温度計によって、場所・深さ・時を変えて、海水の温度を測ってみた結果をまとめると、29, 30 ページのようものが得られる。

上の図は、太平洋のある南北断面における水温の分布を示したものである。

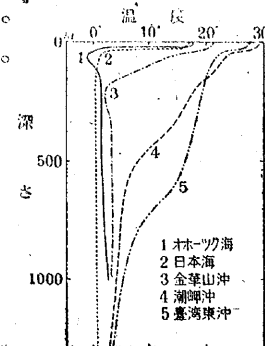
問3 これらの図によって、どんなことがわかるか。

問4 外洋の表面の水温は、一日中でも 0.6° ぐらいしか変わらない。気温に比べて水温の変化がこのように少ないのは、どうしてであろうか。又、このことは、気象にどんな影響を與えているであろうか。

上の断面図を見てもわかるが、深さと水温との関係は次のページの図のようになっており、表面近くに水温があまり変わっていない層がある。これは波や海流によって、海水がよ

くかきまわされているためである。

海水は -2° ぐらいになると凍る。凍り始めは小さい氷であるが、それがだんだん集まって大きくなり、風や海流に送られて流氷となって漂流する。又、極地方の氷河や南極大陸の周囲を取り巻いている氷壁が崩れ、その大塊が流れているのが氷山である。



問5 海水の密度を 1.03 、氷の密度を 0.92 とすれば、海面上 60 m ある平な氷山は、海面下どのくらいまで続いているか。

海水の中では、凡そ 10 m 深くなるごとに圧力は 1 気圧ずつ増す。それ故、海水が深い所から浅い所に移れば、やや膨脹し、それに相当するだけ温度が下がる。これと同様なことは、空気の場合にもみられた。例えば 10000 m の深さで、塩分 35% 、温度 1.212 の海水が海面に移ったとすれば、温度は 0.000 に下がる。

このように、いろいろな深さにある海水の温度は、直接にこれを比較するよりも、それを海面に移した時に持つ温度で比較する方が、都合のよいことがある。この温度を温位とい

う。同じ温位の海水が続いていれば、たとえ、その温度は違っているとしても、同じ系統の海水がひとつづきになっているとみられるのである。

6. 海 流

廣い海の中で比較的幅の狭い部分の水が、常に一定の方向に流れているのが海流である。わが國附近の黒潮(日本海流)や親潮(千島海流)などは、昔から知られたいちじるしい海流である。漂流した舟が意外に遠い所に流れ着いたりするの、海流のしわざである。

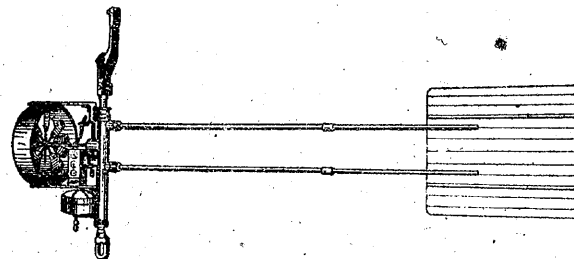
海流の速さはどのくらいか、向きはどうかということは、航海や水産にとって、非常に大切なことであるから、徹底的に調べておかなければならない。

問 1 6000 海里の距離を 20 ノットで航海するのに、1 ノットの海流に乗ると、これに逆らうのとでは、何時間の差を生ずるか。

上の計算によって、航海に対する海流の影響がどんなに大きいかがわかるであろう。

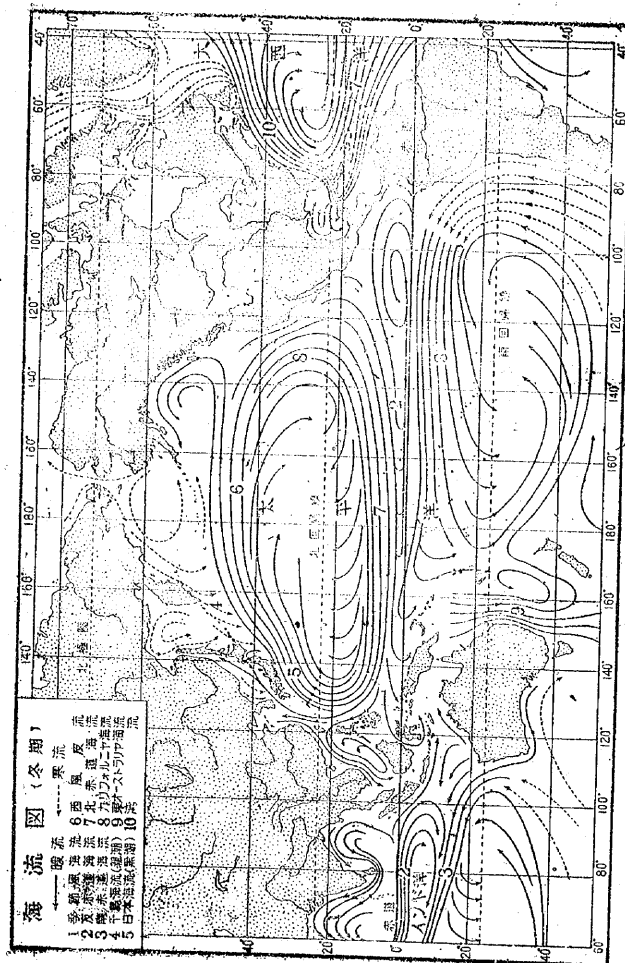
海流の分布を調べるには、あきびんなどに薬水を入れて密封し、これを海に投じ、それを拾った人からその場所と日時とを書き入れて、送り返してもらうという方法も行われている。

又、航海中、ある時刻における船の位置を測定し、それから海水に対して、わかった速度で一定の時間だけ航海した時の位置を推定し、又、一方その時刻における船の位置を測れば、その間には差があるであろう。これは主として海流によって船が流されたためであるから、それによって、その海流の方向と速さを知ることができる。又、一定の場所では、下の図のように翼の附いた水車を海中に入れて、その回転数を測れば、海流の速さが求められる。



次のページの図は、上のようないろいろな方法で求められたおもな海流を示したものである。わが國附近では黒潮がいちじるしく、その速さは3ノット以上に達する所さえもある。

問 2 かりに黒潮の幅を 150 km、厚さを 500 m、速さを 3 ノットとすれば、1 秒間にどれだけの水が流れているか。又、塩分を 35% とすれば、どれだけの塩類が運ばれているか。



親潮は北から流れて来る寒流であるが、栄養物が多く、又、温度が低いから酸素を含むことが多く、その中には小さな生物がよく育つ。したがって、これを食う小魚や、その小魚を食う大きな魚がよく育つのである。

さて、このような海流は、どうして起るのであろうか。一定の方向に風が吹き続けければ、それに應じた流れができてよいはずである。しかし、この流れは地球の自轉のために、北半球では風下に向かって右にそれる。この流れが、また下の層の海水を引きずって流すのであるが、それは更に右にそれ、且つ、その速さを減らすから、貿易風のような、たかだか 3—4 m/秒 ぐらいの風では、大規模な海流が起されるとは考えられない。又、氣圧の配置や風などによって、海面の一部が高まれば、そこから海水が四方へ流れることになるであらう。しかし、これも大規模な海流の原因としては十分ではない。いろいろな研究の結果、海流の原因として最も重要であると今日考えられているのは、海水の密度の不均一ということである。

海水の密度は、塩分が多くて温度が低ければ大きく、塩分が少なくて温度が高ければ小さい。密度の違う海水が相接すれば、密度の大きい方は小さい方の下へ潜り、密度の小さい方は大きい方の上に乗ろうとするであらう。この時、一方で絶えず密度の大きい海水が供給されており、反対の方では密度の小さい海水が供給されているならば、この流れは絶えず

続くであろう。黒潮などは、上のような密度の不均一によって生ずる漂流であろうと考えられているのであるが、まだ十分よくはわかっていない。

温度の異なる海水が相接すると、なかなかまざり合わないで、空気の場合のように不連続線ができる。これらの不連続線が潮目といわれるもので、そこには種々の漂流物が集まり、又、上下の流れが起って栄養になる塩類が上層に運ばれるために、小さな浮遊生物がよく繁殖し、つめたい方にいる魚と温かい方にいる魚とが停滞して大漁場となる。

7. 潮 の 干 満

海水の水位は、普通一日に二回周期的に昇ったり降ったりして、潮の干満の現象が起る。

潮の干満は主として約12時25分の周期の波と、約24時50分の周期の波とが重なったもので、場所によってはいずれか一方の現われないこともあるが、一般には一晝夜に満潮・干潮がそれぞれ二回ずつ現われる。満潮の高さ干潮の低さは、季節によって変化するが、新月と満月との一、二日後のころに起る干満は大きく、これを大潮と呼び、上弦・下弦のころに起る干満は小さく、これを小潮という。又、一年中では春分と秋分のころが潮の干満が最も大きく現われ、これを彼岸潮と呼ぶ。

干満の差は、また、場所によっても異なる。例えば、日本

海岸では、わずかに10 cm 程度であるが、太平洋岸では1 m を超え、朝鮮の仁川では8 m 以上にも達する。

海水は、干満に応じて地球の上を移動するわけであるから、それに相当する流れを生ずる。これが潮流であって、海流とは異なり、1日に約4回ずつ方向を変える。狭い海峡などでは潮流が激しく、紀淡海峡や下関海峡などでは特にいちじるしい。

天 象

1. 恆 星 と 天 体

晴れた夜空を仰ぐと、たくさんの星が輝いている。光の強い星や弱い星、青みがかった星や赤みがかった星などさまざまあるが、ほとんど全部の星は天球上で互の位置を変えずに、全体として東から西へ回轉しているように見える。

実験 ある晩、ある星が定まった方向に見えてから、翌日の晩、正しく同じ方向に見えるまでの時間を、できるだけ正確に測れ。

大部分の星は、互にその相対的位置を変えないので恆星と呼ばれているが、これを幾つかの星座にまとめて見分けるのが便利である。北斗七星の名で知られているおおぐま座をはじめ、カシオペア座・アンドロメダ座・はくちょう座・オリオン座・さそり座などは、特に目立つ星座である。特に明かるい恆星には、固有の名前がついており、航海や航空の目じるしになる。

地球を中心とした非常に大きな球面を考え、これらの恆星がその球面に固定していると見なせば、その位置を示すのに

① 時計の進み遅れは、ラジオの時報によって補正せよ。

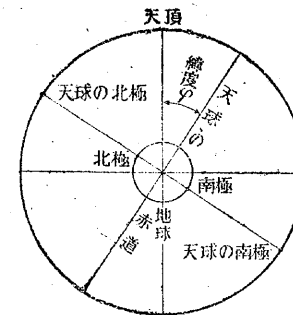
便利である。この球面が天球であるが、地球の自轉軸の延長が天球と交わる所が天球の極で、地球の赤道面の延長が天球と交わる所が天球の赤道である。地球から見るとすべての恆星は、天球の極を中心として回轉しているように見える。

2. 赤 経 ・ 赤 緯

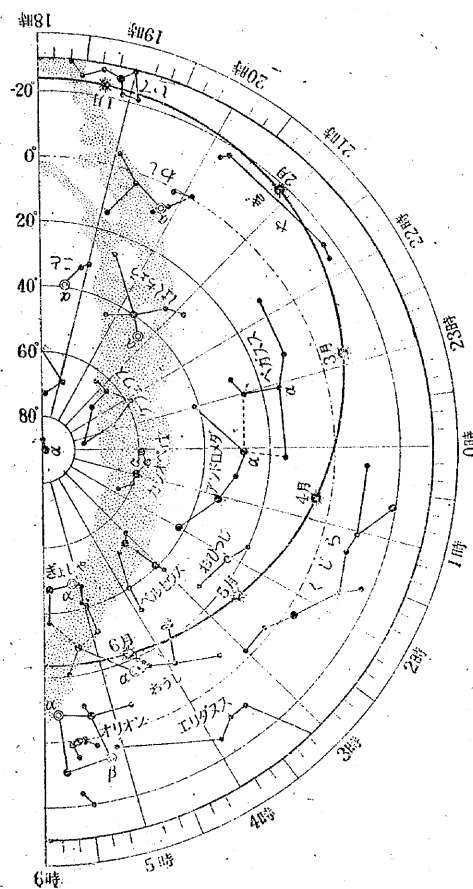
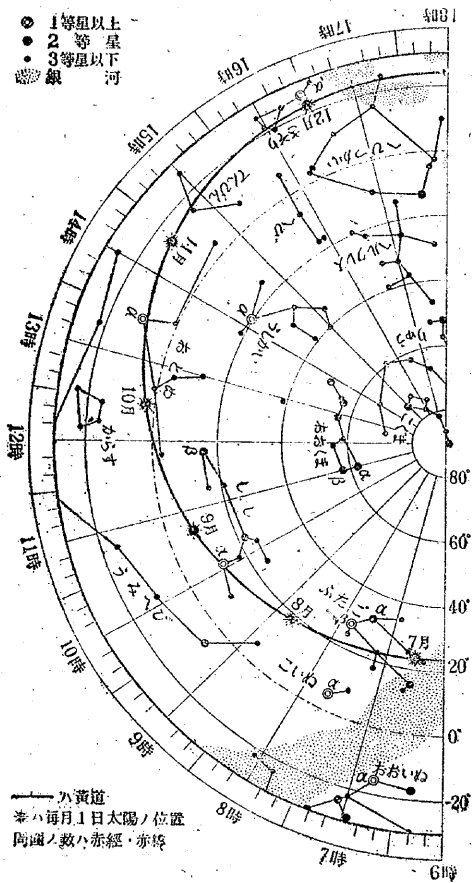
天球の極を基準にして、その上に地球と同じように経線と緯線とを引いたとすれば、この経度と緯度によって星の位置を示すことができる。この経度・緯度をそれぞれ赤経・赤緯という。

問 1 地球上の緯度 ϕ の地点で、天頂に見える星の赤緯は幾らか。

問 2 緯度 ϕ の地点では、天球の極は地平線からどれだけの高度に見えるか。又、赤緯 δ の星が子午線を通過する(南中)時には、どれだけの高度に見えるか。



上の問題からわかるように、天球の極の高度を観測しても、あるいはまた、赤緯の知れている星が子午線を通過するの高度を観測しても、地表の任意の地点の緯度を求めることが



できる。北極星の赤緯は凡そ北緯 89° であるから、ある地点で見た北極星の高度は、その地点の緯度とだいたい等しい。

問 3 緯度 ϕ の地点では、どれだけの赤緯の範囲内にある星を見ることができるか。又、どれだけの赤緯の範囲内にある星は、地平線に没することがないか。理科表に示した恆星のうち、われわれの場所で見えるものはどれどれか。

3. 恆星時と経度

天球は地球に対して東から西に向かって回轉して行くから、恆星はその赤経の順序にしたがって、順次に子午線を通過する。翌日同じ子午線を通過するまでの時間は、地球が1自轉するに要する時間で、これを1恆星日という。星の赤経を 0° から 360° までの角度でいい表わす代わりに、これを0時(0°)から24時(360°)までに当てはめて表わす。そうして赤経 t 時の星がある地点の子午線を通過する時刻を、その地点での t 時ときめれば、恆星の運行を基準とした各地点固有の時刻をきめることができる。これを恆星時という。

ある時刻に地球上の甲点では、赤経 t 時の星が子午線を通過し、その時刻に乙点では、赤経 g 時の星が子午線を通過したとすれば、 $(t-g)$ はこの二点間の経度の差に相当する。又、甲点の恆星時を示している正しい時計を乙点に持って行き、その盤面の t 時という時刻に、赤経 g 時の星が子午線を

通過するのを観測したとすれば、 $(t-g)$ は甲乙二点間の経度の差にほかならない。

このように、なんらかの方法によって、甲乙二点の恆星時の差を求めれば、この二点間の経度の差を知ることができる。又、逆に経度がわかっている地点では、赤経の知られている星が子午線を通過する時刻と、時計の針の示す時刻とを比較することによって、この時計が合っているかどうかを調べることができる。

問 東経 135° の恆星時を示している時計を持った船がある。その盤面上の5時27分にシリウスが子午線を通過した。船の位置の経度を求めよ。

4. 黄道

太陽が子午線を通過してから、翌日再びこれを通過するまでの時間を24時間と定めたのが太陽時で、われわれが日常使っている時計は、これを基準としているのである。この時計で測れば、1恆星日、即ち地球が1自轉するに要する時間は、約23時56分4秒である。それ故、太陽時の24時間の間には、地球は1回轉以上まわっているのである。いいかえれば、天球上における太陽の位置は次第に西から東へ移り、その赤経は平均して1日に約4分ずつ増し、約365日でまた

1) 詳しいことは8節で学ぶ。

もとの値にもどる。したがって、太陽時での同じ時刻に見える星、季節によって次第に変わって行き、1年たつとまたもとと同じありさまにもどるのである。

問1 オリオン座は、2月には午後8時ごろ南の空に見える。10月には何時ごろ南の空に見えるか。

太陽の高度は、季節によって変化し、夏に高く冬に低いのは、われわれがよく観察している通りである。太陽の赤緯は、夏至には北緯 23.4° 、冬至には南緯 23.4° となり、その間を変化する。天球上において太陽の通る道を黄道という。

問2 北緯 35° の地点で、夏至に太陽が南中する時には、その高度は幾らか。又、冬至の南中時には幾らか。

問3 同じ地点で、南向きの窓があるとし、夏至の南中時に室内に陽がささないようにするには、ひさしの長さをどのくらいにすればよいか。又、この室では、冬至の南中時には、どこまで陽が当たるか。

以上で学んだように、太陽は天球の上を徐々に動いて行くのである。このことは、地球が太陽の周りを凡そ365日で1公転しており、地球の自轉軸はこの公轉軌道面に対して 66.6° の角をなした一定の方向を持っていると考えれば、はなはだ

よく理解される。天球上で黄道と赤道とが交わる点が春分点¹⁾・秋分点で、太陽がその位置に来る時、即ち太陽の赤緯が 0° になる時が春分・秋分である。この時は、太陽は地球の赤道面の延長上にあつて、晝夜の長さがほぼ等しい。

5. 惑星

恆星は互にその相対的の位置を変えないが、星の中には、天球の上を動いて行くものが幾つかある。惑星といわれるものがそれで、水星・金星・火星・木星・土星・天王星・海王星・めい王星などという名前がついている。中でも金星・木星・火星・水星・土星は明かるくてよく目立つ。

惑星は、いずれもいつも黄道附近に見える。

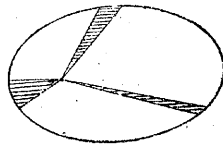
研究 数週間にわたって惑星の位置を観察し、恆星に対して、その位置の変わるありさまを調べよ。

天球上における惑星の運動は、このように、はなはだ複雑であるが、これらの惑星も地球と同じように太陽の周りを公転しており、しかも、それらの公轉軌道面が、地球のそれとだいたい一致していると考えれば、よく理解される。即ち、太陽を中心として、その周りを地球のみならずこれらの惑星が

1) 太陽が赤道の南から北へ過ぎる方の交点を春分点といい、星の赤経は春分点を通る経線を基準とし、これを0時としてある。

だいたい同一平面内で公転しているのである。太陽を中心としたこの集団を太陽系という。

惑星の運動をよく調べてみると、いずれも (1) 太陽を焦点とするだ円を描いており、(2) 太陽とその惑星とを結ぶ径が、一定の時間に作る面積は一定で、(3) 惑星と太陽との平均距離の 3 乗は、その公転周期の 2 乗に比例している。これらのことから考えて、太陽と惑星との間には、その質量の積に比例し、距離の 2 乗に反比例する引力が、働いていなければならないということが導き出されるのである。



天王星は、今から 160 年ほど前に発見されたものであるが、その運動のありさまは、上に学んだように簡単ではない。この点から考えて、その運動に影響を与えるような未知の惑星があるに相違ないと考えられていた。それから 65 年後、その位置が推定されて発見されたのが海王星である。しかし、それでも天王星の運動は十分によく説明がつかないので、更に未知の惑星がまだ他にあって、これが影響を与えていると考えられていたが、昭和 5 年には、果たして新しい惑星が発見され、めい王星と名づけられた。

問 1 光が太陽を出てから地球に達するまでには、どれだけの時間がかかるか。

問 2 太陽と各惑星との間の距離の 3 乗を、公転周期の 2 乗で割ってみよ。

問 3 太陽をフットボールの大きさとした時、各惑星はどのくらいの距離に何を置いたことに相当するか。

1) このだ円の形は、いずれもはなはだ円に近い。

火星と木星との軌道の間には、小さな天体が千数百個も分布して太陽の周りをまわっている。いずれも半径数百 km 以下で暗くて肉眼には見えない。これらを小惑星といっている。

又、非常に平なだ円、あるいはほうぶつ線の軌道を描いて、周期的又は非周期的に太陽に近づき、その周りを通って、また遠ざかってしまう天体がある。すい星(彗星)がそれである。すい星には長い尾を引いて、肉眼でも見えるものもある。

明治 43 年に見えたハリー・すい星は、そのいちじるしい例で、約 76 年の周期で太陽に近づき、すでに 30 回近くも観察されている。

6. 太陽

太陽の質量を M 、地球の質量を m 、太陽と地球との距離を R 、地球の半径を a 、公転軌道上における地球の速度を v 、地表の重力加速度を g としよう。

太陽と地球との間の引力は、それらの質量の積に比例し、その間の距離の 2 乗に反比例するから、 mM/R^2 に比例する。この比例の定数を k^2 とすれば、引力は $k^2 mM/R^2$ である。地球の公転運動による加速度の大きさは v^2/R であって、これに m を掛けたものが、この引力と等しいのであるから

$$k^2 \frac{mM}{R^2} = \frac{mv^2}{R}$$

である。又、地表の重力は、おもに地球による引力であるから

$$g = k^2 \frac{m}{a^2}$$

である。上の二つの式から

$$\frac{M}{m} = \frac{v^2 R}{ga^2}$$

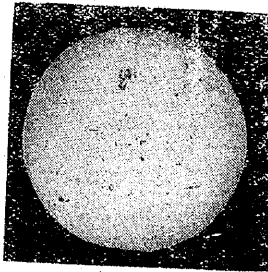
という関係が得られる。

問1 上の関係によって M/m を計算せよ。又、地球の質量を約 $6 \times 10^{27} g$ として、太陽の質量を求めよ。

問2 地球から太陽を見た時、その直径を角度で表わせば幾らであるかを、工夫して測ってみよ。その結果と太陽までの距離とを使って、太陽の半径を算出せよ。

問3 上の二つの問題で得られた結果から、太陽の密度を求めよ。

太陽の面を詳しく観察すると、特に白く光っている所や、又、反対に黒い所がある。これらは、それぞれ白はん・黒点といわれるものである。同じ黒点に着目すると、それは太陽面を東から西に移動して縁に隠れてから、またしばらくすると、反対の縁から現われて来ることがある。この点から考えると、太陽はその部分によっても違うが、約27日ぐらいで自轉していることがわかる。



黒点は多い年や少ない年があり、ほぼ11年を周期として変化する。黒点の多い年は太陽のふくしゃも盛んになり、地磁気には変動が多く、又、極光がしばしば現われる。これらの事から考えると、太陽からはいろいろな放射線が出て、それが地球の大気の上層の電離的の状態を変化させているものと推察される。

太陽の光をスペクトルに分けて調べると、連続した明かい所を背景として、多数の黒い線がある。これは太陽から出たこの波長の光が、その上層にある物質によって吸収されてしまうためである。この事によって、太陽にはどんな物質があるかを推定することができる。このような研究によって、地球上にある元素の半数以上は、太陽に存在していることがわかった。

太陽から地球が受けるエネルギーは毎分約2カロリー/cm²に及んでいる。このような大きなエネルギーの源泉は、太陽内にある元素の間のいろいろな変化によって生ずるものであると考えられている。又、このふくしゃのありさまから考えると、太陽の表面の温度は約5600°である。

7. 月

月はよく知られている通り、地球の周りをまわっている地球の衛星である。地球上で遠く離れた二点から月を見ると、その方向が少し違うから、三角測量の原理によって、月までの距離を求めることができる。

又、次のように考えて求めることもできる。地球と月との間の距離を R 、地球の半径を a 、地球の質量を M 、地表の重力の加速度を g 、月の運動の速度を v としよう。そうすれば6節の場合と同じようにして

$$\frac{v^2}{R} = k^2 \frac{M}{R^2}$$

$$g = k^2 \frac{M}{a^2}$$

という式が得られる。この二つの式から

$$R = \frac{ga^2}{v^2}$$

という関係が得られる。

月が地球を1周するに要する時間は約27.3日で、これを T とすれば

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

である。この関係を入れれば、上の式は

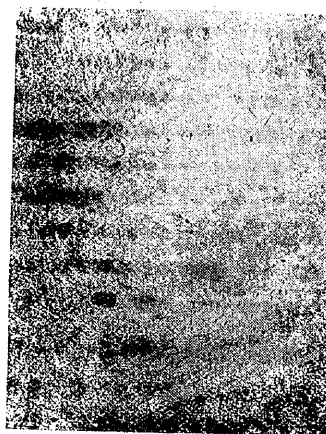
$$R^3 = \frac{ga^2 T^2}{4\pi^2}$$

となる。

問1 上の式から R を計算せよ。 R は a の何倍か。

問2 地球から月を見た時、その直径は角度にして幾らに見えるかを実測せよ。その結果と月までの距離とを使って、月の半径を算出せよ。

潮の干満は主として月が海水に及ぼす引力によって起る。



海水は、太陽からも引力を受けているが、太陽の質量は月に比べて非常に大きくても、距離もまた非常に大きいから、潮の干満に及ぼす太陽の影響は、月の影響の約半分である。

衛星を持っている惑星は、地球ばかりではない。火星には2箇、木星には11箇、土星には10箇、天王星には10箇の衛星がある。

8. 暦

地球の自轉や公轉は、非常に規則正しい運動であるから、時間や時刻の基準にすることができる。

恆星に対して地球が1回轉するに要する時間を24時間としたのが恆星時である。しかし、この時計を基準としたのでは、それが同じ時刻を示していても、1年の間には、その時刻が晝であったり、夜であったりすることになるので、日常生活には不便である。

われわれが日常使っている時は、太陽に対して地球が1回轉するに要する時間を基準としたものである。もっとも、正確に測定すると、太陽がある方位に見えてから、翌日同じ方位に見えるまでの時間は、季節によって違う。これは地球の公轉軌道が円ではなく、公轉の速さが季節によって違うことと、地軸が公轉軌道面に対して傾いていることのためである。われわれが日常使っている24時間は、太陽に対して地球が1回轉するに要する時間を、1年中平均したものである。これを平均太陽日といい、これに相当して、天球の赤道上一

様の速さで動く仮想的の太陽を考え、これを平均太陽という。

1 平均太陽日の365倍を暦の上で1年とする。しかし、地球が1公転するに要する時間は、実は365.2422……日であるので、365日たっても、公転軌道上のものと位置にはもっていない。

問1 平年を365日とし、4年目ごとにうるう年を置く時、なお、地球の公転周期と1年の長さとのどれだけの食い違いがあるか。

これを正すには、400年間になお何回のうるう年を加え、あるいは省かなければならないか。

現在使われている暦では、西暦年数が4で割り切れる年をうるう年とするが、西暦年数が100で割り切れる年は、100で割った商が更に4で割り切れない時には、平年とすることに定められている。

問2 もし、うるう年を設けなかったら、どんな不都合が起るか。

平均太陽が南中する時刻が、各地の正午である。しかし、各地でそれぞれ時を定めておいたのでは、日常生活にはなほだ不便である。この不便を避けるために、地表をだいたい

おいて経度15°ずつの経帯に分け、それぞれの帯では同一の時計を用いることにしている。わが国で用いられている標準時は、東経135°の子午線を平均太陽が通過する時刻を、正午としているものである。

問3 東京の経度は、凡そ東経139°45′である。時計の正午は、太陽が東京で南中してからどのくらいのちか。

わが国で午前0時は、経度0°の所では午後3時であり、西経75°の所では午前10時である。しかし、日附はどうなっているであろうか。これは都合のよいように約束によってきめればよい。そこで、比較的陸地の少ない経度180°の線に、多少の出入を附けたものを境とし、これを日附変更線と定めてある。即ち、わが国で12月1日午前0時の時は、経度0°では11月30日午後3時であり、西経75°では11月30日午前10時であるとする。太平洋を東に航海すれば、180°の所で日附を一つ減らし、西に航海すれば、そこで日附を一つふやす。

問4 わが国で9月1日午後0時に起った事件が、すぐニューヨークへ打電されたとすれば、それを受け取るのは、ニューヨークで何月何日何時か。

問5 時速600kmの飛行機が赤道上東経135°の地点を正午に出発し、赤道に沿って西に向かって6時間飛んだらば、目的地に到着するのは、その地点の何時か。

9. 恆星の距離と光

地球の公転軌道の直径は約 $30 \times 10^7 \text{ km}$ であるから、これを大きな基線として、三角測量の方法によって、比較的近くにある恆星までの距離を求めることができる。測定の結果によると、この基線の両端から見た時の方向の差は、地球に一番近い恆星¹⁾に対しても約 $1''.5$ に過ぎない。この星までの距離は約 4.2 光年²⁾である。

望遠鏡によって銀河を観察すると、こまかな星がたくさん集まっていることがわかる。恆星までの距離と方向とを知って、空間におけるそれらの分布を調べてみると、恆星は空間に一樣に分布しているのではなく、だいたい、中高の碁石のような形に集まっていて、その直径は約十萬光年、中心での厚さは一萬五千光年程度のものである。そうして地球は、その中心から半径の約 $\frac{2}{3}$ の所にあると考えられている。この恆星の集まりを銀河系という。

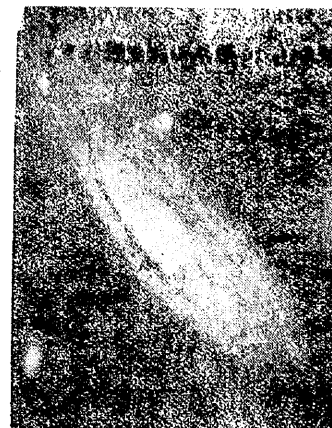
又、望遠鏡で観察すると、次のページの図のような星雲と称するものが幾つか見える。これらの星雲は、銀河系の大きさに比べて、何十倍ないし何百倍という距離にあり、それらがまた、別の銀河系をなしていると考えられている。

恆星はいずれも、太陽と同じようにみずから光を発してお

1) この星は、ケンタウルス座のプロキシマ星である。

2) 光が1年間に進む距離を1光年という。

り、その光のスペクトルを撮影することができる。これらのスペクトル線の種類や強さから、恆星の成り立ちを推察し、又、それによって星の型式を分類することができる。研究の結果によれば、星は非常に長い間には、次第にその型式を変えて行くものと、考えられている。



恆星の明るさは、人の感覚にしたがって1等星とか2等星とかという等級で表わしている。実際の明るさが等比数列で増せば、人の感覚は等差数列で増すのが常である。1等星は6等星の100倍の明るさに見えるから、星は1等級多くなるとに $\sqrt{100}$ の比で暗くなっている割合である。

6等星の明るさは、だいたい10kmの距離にある1しょくの明るさである。

恆星はいろいろな距離にあるから、2倍の距離にある星が4倍の光を出していても、われわれには同じ明るさにしか見えない。星が発している実際の光の量を比べようとするならば、眼に見える単なる明るさでなく、一定の距離に換算した時の明るさで比べなければならない。

恆星の中には、明るさが一定でなく、周期的又は非周期的に変化するものがある。変光星といわれるのがそれで、

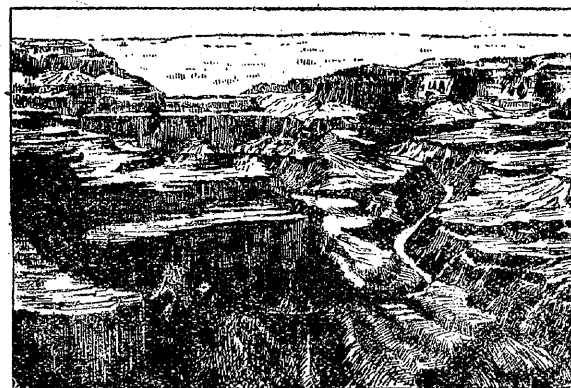
じら座のオミクロン星などは、約 11 箇月を周期として、2 等星から 10 等星の間を変化する。

地 球

1. 侵しよく(侵蝕)とたい積(堆積), 隆起と沈降

地球の表面を見ると、陸や海、山や谷、平野や河などが複雑に分布している。又、山やがけに現われている岩石を観察すると、砂が固まったもの、丸い砂利が集まったもの、角ばった小石が集まったものや、あるいはそうではなくて、ち密なひとつづきになっているものもあり、それらがいろいろに重なり合っているのが見られる。これらの岩石は、どうして形成され、又、どんな経過によってこのように分布するようになったのであろうか。

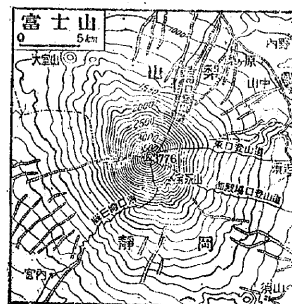
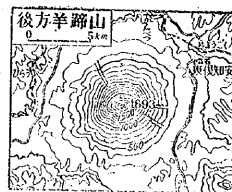
現在でも河は土地を削り、その土砂を運んで下流や海にた



い積させる。地震に際しては、土地が隆起したり沈降したりする。火山が噴火すれば、火口から溶岩(熔岩)が流れ出たり灰や岩塊が投げ出されたりする。何億年という長い間、地球上にはこういうことが繰り返し行われて来たのである。又、地表に露出している岩石は気温の変化、雨・雪・霜・氷などの作用や生物の働きなどで次第に崩されて土じょう(土壌)となって行く。これが風化作用である。このように地表にはいろいろな作用が働いている。

ある地域が非常に長い間侵しよくを受け続けると、海面上の部分は結局削り取られて、ついには平な平地となってしまふであろう。このようにしてできる平な土地を準平原という。こういう所が隆起すれば、高い所にひとつきの平な場所を生じ、そこに侵しよくが働けば、谷が刻まれ、ついには海面上の部分がまた削り取られてしまふ。北上山地の地形などは、この途中の状態であると考えられる。

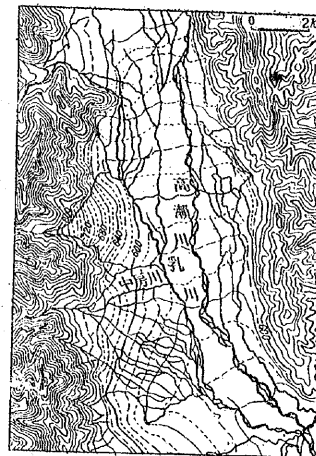
このようにいろいろの条件によって、



地表がどんな状態になるかを考えておけば、ある地形を見て、それがどのような経過によってできたものであるかを推定することができる。

侵しよくは地形を崩して行く破壊の作用であるが、削られた土砂はどこかにたい積しているのであるから、一方では建設の作用が行われているわけである。

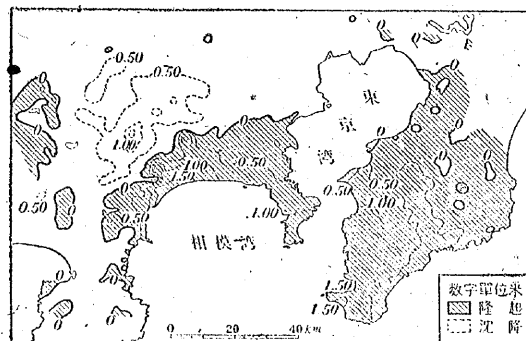
問1 右の図に示したような地形は、どのような経過でできたのであろうか。



陸地は徐々にではあるが、隆起したり沈降したりしている。現在でも精密な測量を行ってみると、土地は水平の方向にも上下の方向にも移動していることがわかる。

日本では全国の主要道路に沿って約2kmごとに水準点が設けられてあり、その標石の高さが非常に精密に測られてある。数年又は数十年隔てて、同じ所を測量しなおしてみると、その高さには若干の変化が常に見られる。かりに、1年間に1mm隆起するとしても、同じ割合で進行すれば、十万年の

間には 100m にも達する。又、日本全国にわたって三角点¹⁾が設けられてあり、その標石の位置が正確に測られてあるが、これらの相対的の位置も、永年の間には変化して行く。ことに、激しい地震に際しては、これらの変形は急激に進む。

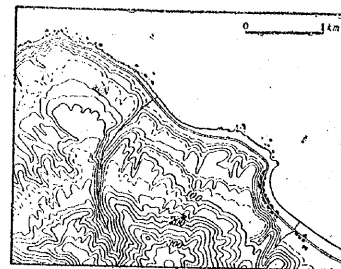


上の図は、関東地震による土地の変形を示したものである。

現在高い山となっている地層の中から、貝がらやその他の海の生物の遺がいや遺跡が、化石として見出だされることなどから考えると、これらの変形は、非常に古い時代からも絶えず行われて来たに相違ない。

われわれが今日見るような地形や岩石の重なり方は、このように侵しよくやたい積や、又、隆起や沈降が長い年月の間交錯して行われた結果生じたものである。

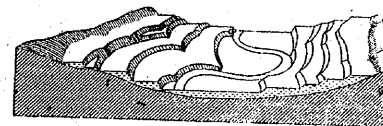
1) 内務省地理調査所の五万分の一の地図の適当なものを取り、三角点・水準点の位置を調べてみよう。



問 2 陸地が隆起したり沈降したりすれば、海岸の地形はどうなるだろうか。



緩やかに流れている河が、陸地の変動によってその勢いを増せば、侵しよくが



盛んになって谷をえぐり、兩岸に古い河床を残すことになる。こういうのを河岸段丘という。

2. 沈 積 岩

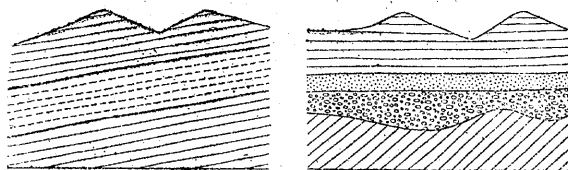
流水によって運ばれた土砂が海底などにたい積して固まった岩石を沈積岩¹⁾という。このほかなお、水中の塩類が沈でん

1) たい積岩・水成岩、あるいは成層岩ともいう。

したり、生物の遺がいや火山の噴出物などがたい積してできた沈積岩もあるが、いずれも新しくたい積するものは古くたい積したものの上ののって、水平な地層ができるのが当然である。したがって、現在陸地において傾いた地層が観察されたならば、そこはたい積後、隆起と傾動とを受けたことが判断され、又、古い地層が新しい地層の上ののっているならば、そこには大規模な変動があったことが判断される。

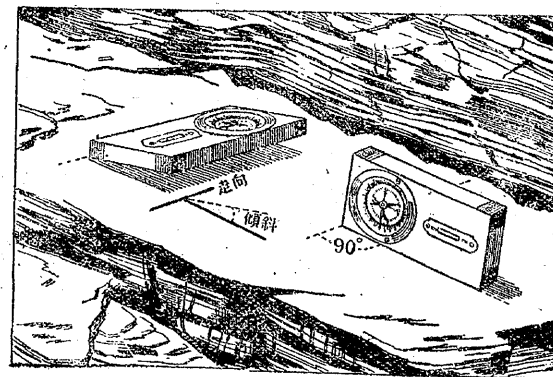
問1 侵しよくを受けた地域が沈降して海底となり、その上に砂などがたい積したのち、再びそこが隆起したとすれば、地層のどのような重なり方が観察されるであろうか。

新旧の地層が、連続して平行に重なり合っている状態を整合、そうでない状態を不整合という。不整合があれば、その上の層がたい積する前に、土地はいったん隆起して侵しよくを受けたということがわかる。



このように、地球上にいろいろな変動が起れば、それに應じた岩石の重なり方や地形を生ずるのであるが、年代がたつ

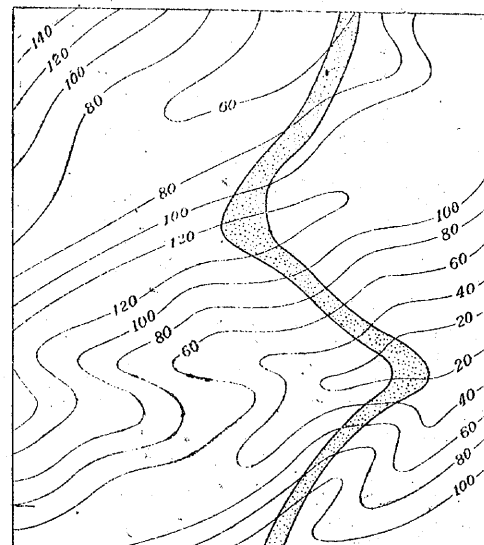
につれて、地形は次第に破壊されてしまう。したがって、古い時代の状態を推定する手掛かりとして観察できるものは、岩石の種類と、地層の走向・傾斜・重なり方などである。



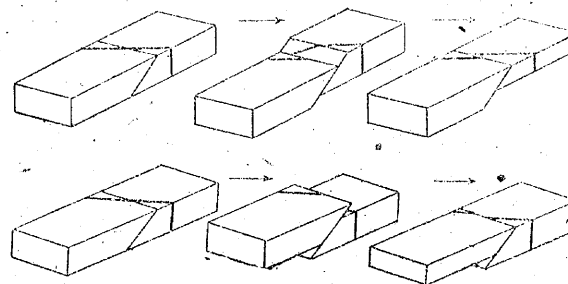
岩石の分布やその排列のありさまは、地質図からわかるが、それと等高線とを対照して、いろいろな岩石の重なり方を推定して行くことができる。

問2 次のページの地図は、等高線と地表に現われた鉱脈とを示す。この露頭の高さを甲乙線を含む鉛直面に投影し、その地層の傾斜と厚さを求めよ。図は縮尺一万分の一で、標高はメートル単位で示す。

たい積当時は水平であったはずの地層が、現在ではいろい

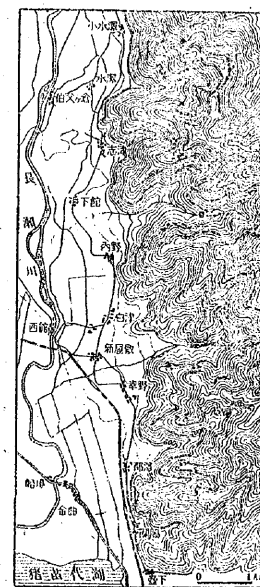


ろに傾き、全体を大きく見ると、ひとつづきの層が大きなしわをなしている所がある。この地層のしわをしゅう曲(褶曲)と呼び、それが上方に出ばっている部分を背斜、くぼんでいる部分を向斜という。しかし、現在の山やその他の高くなっている所は、必ずしも背斜の部分ではなく、かえって反対な場合の方が多い。これは背



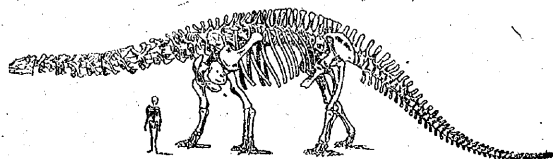
斜の部分は、侵しよくに対する抵抗が弱いからである。

地層が広い範囲にわたってひとつづきになっていないで、ところどころで断ち切れて食い違いを生じている場合がある。これを断層という。断層によって区切られた二つの部分の片方が、上の図のように断層面に沿ってずり落ちたような形式のものと、ずり上がったような形式のものがある。これをそれぞれ正断層・逆断層という。比較的新しくできた断層は、現在の地形でもよく認められることがある。



3. 古生物

いろいろな地層の重なり方の上下の関係を調べて行けば、これらの地層の新旧の順序を定めることができる。それらの地層の中から、それがたい積しつつあった時に生きていた動物や植物の遺がいや遺跡が、化石として出て来ることがしばしばある。このような事からを系統立ててよく調べて行けば、どの地層がたい積するころには、どんな生物がいたかということがわかる。その中で、ある時代の地層にだけしか見出されない化石がある。これは、その地層がたい積した時代にだけ住んでいた生物で、のちに絶滅してしまったものである。



それ故、他の地方で、それと同じ化石を含む地層があれば、直ちにその地層は、先の地層と同じ時代にたい積したものであることが判定されるわけである。この意味で、このような化石を標準化石といっている。

化石の研究を進めると、どの種類の生物はいつごろから地球に発生し、いつごろ繁栄し、又、その後どうなったかをたどることができる。次のページの図は、それらの変遷と、そ

主要生物	地質時代										
	人	ほにゅう類	鳥類	はらみゅう類	りようせい類	魚類	節足動物	軟体動物	こうちゅう動物	原生動物	被子植物
新生代	第四紀	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	第三紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
中生代	白垩紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ジュラ紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	三疊紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
古生代	二疊紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	石炭紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	デボン紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	シルリヤ紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
代	オルドビス紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	カンブリア紀		●	●	●	●	●	●	●	●	●
原生代											
始生代											

のような立場から、化石の種類を基として分けた、地質時代とを示したものである。

4. 沈積岩の生成

沈積岩は、上で学んだように、それがたい積した時代によって区別することができるが、一方では、その組成からも区別

1) ゴトランド紀をシルリヤ紀と呼ぶこともあり、又、オルドビス紀とゴトランド紀を合わせて、シルリヤ紀と呼ぶこともある。

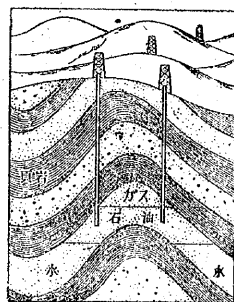
することができる。例えば、こまかなどろが固まってできた板岩(泥板岩)とか、砂が固まった砂岩とか、小石が固まったれき岩(礫岩)とかいう類である。これらの区別は、それらがたい積した場所が、例えば、海岸近くであったか遠くであったかということなどを判断する上に大切である。

問 不整合面のすぐ上には、れき岩がのっていることが多い。これはどうしてであろうか。

地層の中には、ほとんど生物の遺がいや、それからできたものばかりから成り立っているものがある。石炭層・含油層・けいそう土層(珪藻土層)や多くの石灰岩層などはその例である。

石炭は、古代の植物が地中に埋もれ、酸素のない所で分解して、炭素が残ったものである。良質の無煙炭では、90%以上が炭素である。比較的新しい時代の植物の埋もれたものは、概して炭化の程度が低く、最も新しい埋木やでい炭(泥炭)から、かっ炭(褐炭)・黒炭・無煙炭と進むにつれて、炭化の程度が増す。わが国で現在採掘されている石炭は、主として第三紀のものである。

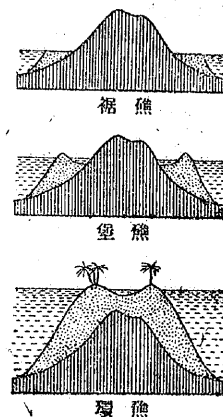
石油は古代の生物の遺がいが地中に埋もれ、熱と圧力のもとで生成



されたものであると考えられている。密度が水よりも小さいので、それを含み砂岩質の地層のすき間を通して、次第に背斜の部分に集まり、その上をおおうでい板岩やけつ岩(頁岩)のような密な不透水層の下にたまる。わが国の石油は第三紀の地層から産している。

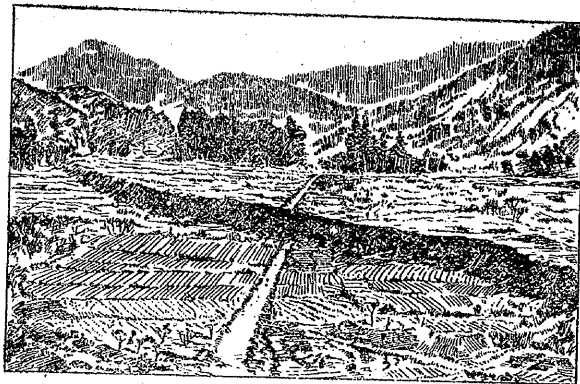
炭酸カルシウムを多く含む生物、例えば、さんご類・有孔虫類・石灰そう類などの遺がいが集まり、長い間に固まると、石灰を生ずる。しかし、石灰岩の中には、単に水中に溶けていた炭酸カルシウムが沈んで生じたものもある。

熱帯から亜熱帯地方にかけて、水温の高い所には造礁さんご類がよく繁殖し、島の周りにだんだんとさんご礁を形成して行く。現在南方の島々には、地下数百mから、海面上数百mに至るまで、ひとつづきのさんごの遺がいから成っている所がある。これらの造礁さんごは、60m以内の浅い所にだけ生きることのできるものであるから、このように厚いさんごの層があるということは、これらの島の基盤が激しい隆起や沈降を行ったか、又は世界中の海水の量がはなはだしく変化したか、どちらかの結果であるに違いない。



5. 地 震

前に学んだように、地かく(地殻)は徐々に絶えず変動しているが、それが時にいちじるしいのは地震の時である。大きな地震の時には地かくに数十 km 、時には数百 km に及ぶ断層ができ、その両側が相対的に数 m も変位することがある。わが国には地震が多く、時々大損害を受けることがあるから、よくその本性を究め、震災防止に努力しなければならない。

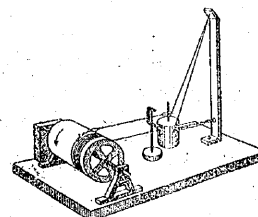


大正12年の関東地震では、十余万の生命が失われた。人体に感ずる程度の地震は、日本全国で一年に約千数百回、被害を生ずる程度の地震は、平均一年に一回くらい起っている。

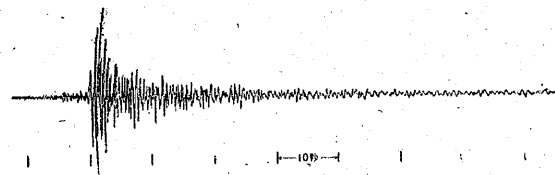
実験 長さ1 m ぐらいの糸で錘をつるして振子を作り、

その頭を水平に振ってみよ。往復1秒以下で速く振った時、2秒で振った時、それよりゆっくり振った時などで、錘の運動のありさまを比較せよ。

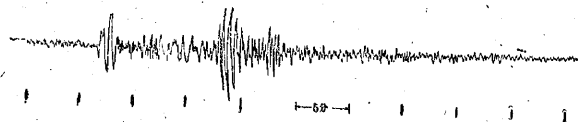
この実験によって、振子の周期に比べて頭を速く振れば、錘はほとんど一箇所にとまっていることがわかったであろう。地震の振動の周期よりも長い周期を有する振子を作れば、その振子の錘は地震の時にもあまり動かないで空間にとまるから、これと比較して地面がどう揺れたかを記録させることができる。この装置が地震計である。次の図は、このような地震計によって得られた地震記象である。



地震はこのように、はじめはがたがたと小さく揺れ、しばらくしてから急にゆさゆさと大きく揺れる。はじめの小さく揺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揺れ方が大きい。

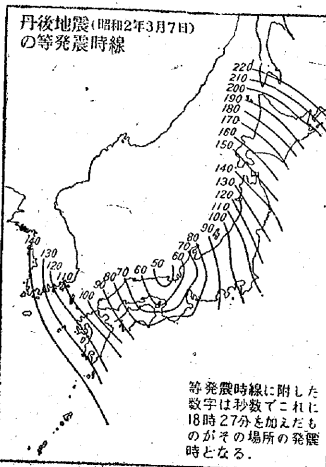


茨城県東南部の地震を東京で記録したもの



インドの地震を東京で記録したもの

各地に地震計を設けて観測すると、地震の始まる時刻は土地によって異なるが、ある地点を中心とした円周上にある地ではほぼ同時に始まり、中心から約 8 km 遠くなるにしたがって 1 秒の割合で遅れて行く。又、初期微動が終って、急に振動が大きくなる時刻も、同じ地点を中心として、約 4 km ごとに 1 秒の割合で遅れて行く。これらの二つの振動は、同時に震原を発し、相異なる速度で地かくを傳わって行く波動によるものである。もっとも、これらの振動が傳わる速度は、岩石の弾性や密度などによって異なるから、正しい円形をなしてひろがるわけではない。

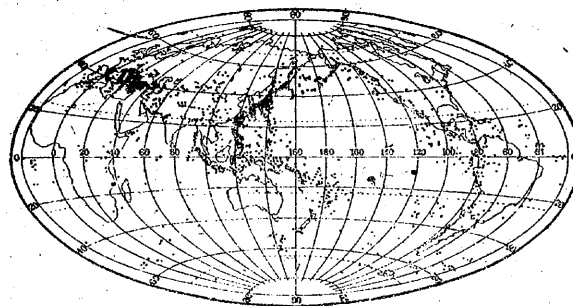


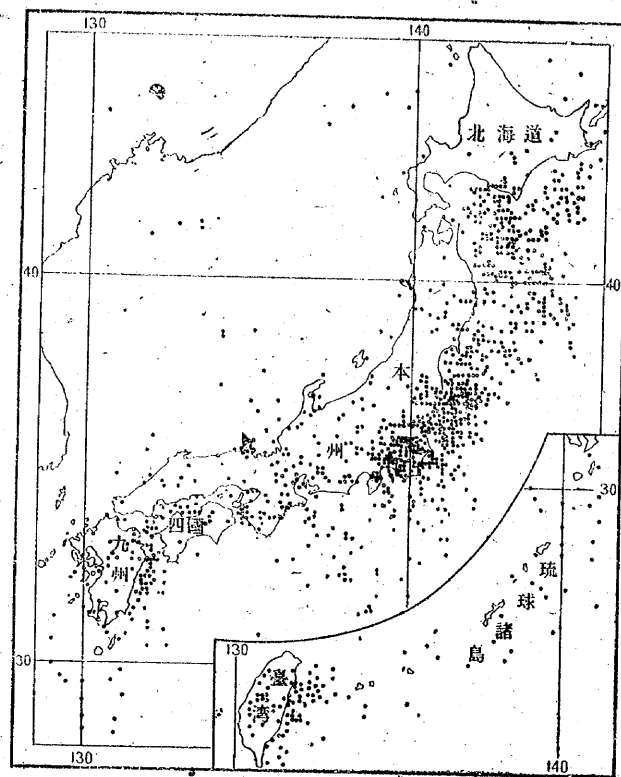
問 1 震原から d km 離れた地点では、初期微動は何秒間続くか。初期微動が t 秒ならば、震原までの距離は幾 km か。

問 2 初期微動が東京で 14 秒、長野で 25 秒、大阪で 39 秒であったとすれば、この地震の震原はどの辺か。

この問題のような方法によって、震原の位置を求めることができる。地表に沿ってひろがって行く地震波の円の中心は、震原の真上に当たる地表の点で、これを震央という。震央でも、初期微動の時間は必ずしも零ではない。これは、震原が地表から深い所にあることを示している。大多数の地震は、地下 60 km 以内に起るが、時には数百 km の深さに起るものもある。

問 3 73, 74 ページの図は、世界及び日本と台湾における震央の分布を示したものである。地震の多いのは、現在どういう地勢の所か。





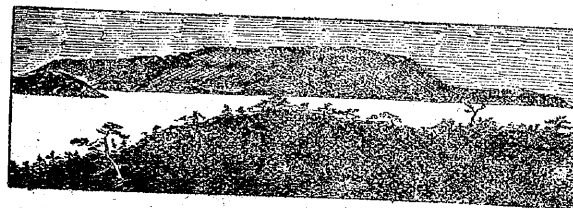
地震の一番大きいものでは、震源地域では数十 cm 以上の振幅で土地が振動する。地震の振動は、大きい順に烈震・強震・中震・弱震・軽震・微震などに区別している。

地震の際に海底の一部分が急激に隆起したり沈降したりす

ると、海水がはなはだしく乱され、大きな波となって海岸に押し寄せて来る。特に、細長い湾の奥などでは、その波が陸上に打ち上げて、いちじるしい損害を生ずることがある。これがいわゆる津波である。

6. 火山

地表では侵しよく・たい積・隆起・沈降の作用が行われているが、又、一方ではところどころに火山があり、噴火して土地のありさまを変化させている。現在活動していたり、又、その記録が残っていても、かつて古代に噴火した証拠のある所がたくさんある。



火山は、地下の深い所から高温のよう岩が流れ出たり、灰や岩塊が投げ出されたり、あるいはまた、元來そこにあった岩石が吹き飛ばされたりして、それらが積み重なって山をなしているものである。噴き出す岩石の種類や噴火のようすなどによっていろいろな形の火山ができる。よう岩のほか、火山から噴出するおもなものには、水蒸気・塩化水素・硫化水素などの気体や、火山弾・火山れき・火山灰などの碎片物がある。



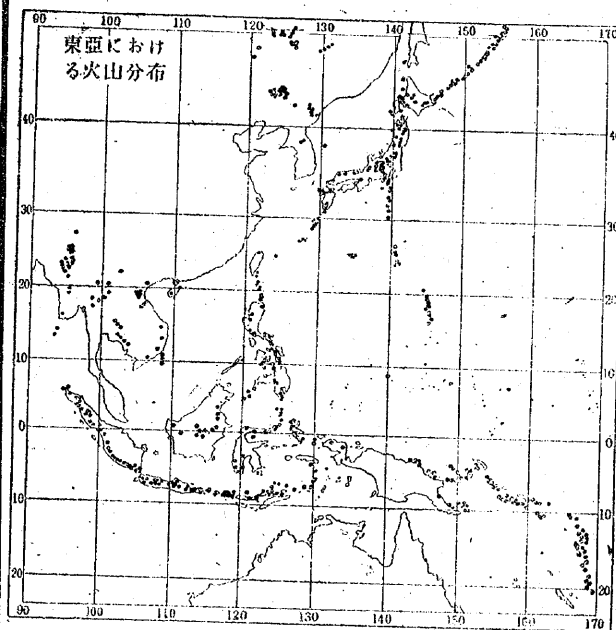
噴火のようすにもいろいろある。猛烈な爆発を起して山を破壊してしまうような噴火は、はなはだ危険で被害も大きい。明治 21 年の盤梯山^{はんたい}の爆発などはこれである。又、ハワイのキラウエヤ火山のように、火口に熱いよう岩がたたえられ、時々それが静かに流れ出すだけで、そのすぐ傍らまで行くことができるというものもある。最も普通なのは、両者の中間の形式のもので、爆発があつてそれからよう岩が流れ出すという順序を取るものである。大正 3 年の櫻島の噴火や、昭和 15 年の三宅島の噴火などは、この種のものであった。

火山は噴火を繰り返しているうちに次第にその活動が衰え、永年の間には、ついに活動がやんでしまう。現在時々噴火するものを活火山、歴史



にその記録はあるが、現在ではほとんどそのようすを示さないものを休火山、活動の記録はないが、観察によって火山とわかるものを死火山といっているが、その間にけっきりした区別があるわけでもなく、又、休火山といわれたものが大爆発をした例もある。

火山も常に侵しよくを受けているから、次第に谷が齧まれ、円すい形の火山体が壊されて不規則な形を示すようになる。



火山地方に温泉が多いのは、地下に岩しょう(岩漿)と呼ばれる高温の液状の物質があって、それからしばらく出された熱水が岩石の割れ目を通して昇って来る間に、天水とまじって地表にわき出すためである。古い時代の火山活動の遺物としてわき出す温泉も多いが、これは地下の深い所にまだ岩しょうが残っているためである。火山の多いわが國は、世界中で最も温泉の多い國の一つである。

問 火山は現在どのような地勢の所に多いか。前のページの図について調べよ。又、震央の分布と比較せよ。

7. 火 成 岩

先に学んだように、沈積岩は、どろや砂や小石が層状に固まってできた岩石である。しかし、かこう岩(花崗岩)・りゅうもん岩(流紋岩)・玄武岩・安山岩・はんれい岩(斑岩)などは、そうではなくて全体がひとつづきの塊りになっている。

実験 これらの岩石をよく観察し、沈積岩とどういふ点が違うかを調べよ。

上の実験で見た通り、この種の岩石には層理がなく、小さな結晶やガラス質の物質がち密に集まってできているのである。小さな結晶は石英・長石・雲母・かくせん石(角閃石)・

輝石・かんらん石(橄欖石)などである。

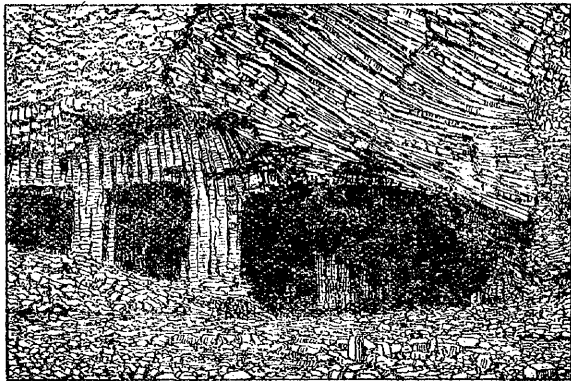
火山からよう岩が流れ出すと、冷えて固まる。玄武岩や安山岩やりゅうもん岩などは、このようにして固まったもので、噴出岩といわれる。しかし、かこう岩やはんれい岩などを見ると、ガラス質の部分はない。

これらの差はどうして生じたのであろうか。地下のところどころにある岩しょうがゆっくり冷却して結晶を晶出しつつあるが、これがよう岩として地表に噴出すれば、そのまま冷却して噴出岩を生じ、又、これが地表に出る機会がなく地下で各成分がそれぞれ全部結晶して固まれば、かこう岩のようにガラス質のない岩石ができると考えられる。噴出岩に対して、このような岩石を深成岩という。噴出岩も深成岩も、いずれも岩しょうが固まって生じたもので、一括して火成岩という。

火成岩の成分にもいろいろなものがある。同じ噴出岩の中でも、りゅうもん岩のように白っぽいものから、玄武岩のように黒いものに至るまである。りゅうもん岩を取ってその全体としての成分を調べてみると、かこう岩の成分と似ており、玄武岩の全体としての成分は、はんれい岩の成分と似ている。これらの点から見ると、岩しょうにもいろいろな成分のものがあリ、又、それが急に固まるか、ゆっくり固まるかという条件によって、上のような各種の火成岩ができるのであると考えられる。このような立場から、火成岩をその成分と固まり方とにしたがって分類すれば、次のページの表の通りになる。

	けい酸(硅酸) 分の多いもの	けい酸分の 中間のもの	けい酸分の 少ないもの
噴出岩	リョウモン岩	安山岩	玄武岩
深成岩	かこう岩	せんりょく岩	はんれい岩

火成岩は固まる時の条件によって、みごとな節理を現わすことがある。



8. 変成岩

すでにわれわれは、沈積岩・火成岩について学んだが、そのいずれでもないような岩石を観察することがある。例えば、石灰岩とかこう岩とが相接している所では、そこに近づくにしたがって、石灰岩がどこからともなく大理石に変わっている場合がある。この点から考えると、この大理石は、かこう

岩が地下で生成された際に、その熱の影響などによって、石灰岩が変質して生じたものであると推察されるのである。

又、片麻岩や結晶片岩などといわれる岩石は、広い範囲に続いて分布しているが、その成分や性狀から、これらの岩石も、元來は火成岩や沈積岩であったのであるが、それより上にある岩石による圧力や、又、地かくの変動に伴う圧力などによって、広い範囲にわたって、それらから変質して生じたものであると考えられる。それを作っている鉱物は、だいたいきまった方向に沿って排列しているので、片狀の組織が見える。

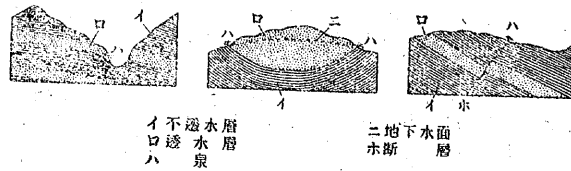
このように、熱や圧力の影響を受けたり、実質変化などによってもとの岩石から変質して、その性質や鉱物組成の違った岩石を生ずることがある。このような岩石を変成岩という。

問 1 郷土においてどんな岩石が見られるか。それらは火成岩か、沈積岩か、変成岩か。

問 2 郷土の建物・敷き石・橋・碑などには、どんな岩石が用いられているか。

9. 地下水

地面に井戸を掘ってみるとわかるように、地下のある深さに達すると、廣くひとつづきになった水がある。この水は土や砂の粒の間にたまったもので、その下に、例えば粘土のような水を通さない層があって、これをたたえているのである。

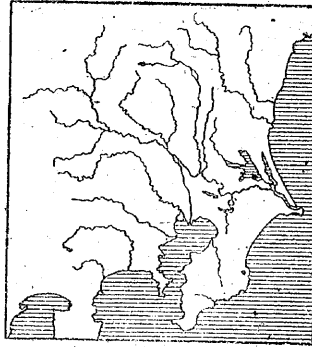


がけなどで、この地層が漸ち切れている所では、この層の境から泉として水がわき出す。

実験 近所の井戸水について、水面が地表からどのくらいの深さの所にあるかを測れ。次に、地表の高さを考えに入れて、水面の高さを求めよ。

地下水がひとつづきになっていて、その一方がずっと高くなっていけば、低い所ではそれだけの圧力がかかるから、深い井戸からも自然に水が噴き出す。これが掘り抜き井戸といわれるものである。

雨や雪となって降った水は、一部は地表を流れて河となり、ついには海や湖沼に注ぎ、一部は地中にしみ込んで地下水となり、泉からわき出して河に入る。河からも海からも、



水は蒸発して再び雨や雪となって降って来る。このように水は絶えず循環して、その間に土地を削ったり、農業・発電・飲料などに用いられったり、気候に影響を與えたりするが、又、時にはわれわれに損害を與えることもある。

10. 地下資源

問 重要な物資で、地下にその源を仰いでいるものに、どんなものがあるか。これを数え上げてみよ。

すでに石炭・石油などが、どのようにして形成されるかを学んだが、このほかにもいろいろな作用によって、有用な物質が地下で生成される。鉱物の集合体で有用な鉱物を含むものを鉱床という。

鉱床の成因を調べると、次の二つに大別することができる。

1. 岩しょうの固結に関係の有るもの。
2. 岩しょうの固結に関係の無いもの。

岩しょうが地下で冷却する際に、その中に有用な鉱物が晶出し、これが集まって鉱床をなすことがある。冷却が進むと、岩しょうの残液には氣體が多くなり、それが周囲の岩石の割れ目などにはいり込んで、そこに鉱床を形成する。すず鉱などは、このようにしてできたものである。

岩しょうの冷却が更に進むと、残液は種々の成分を溶かした熱水となり、それが周囲の岩石の割れ目などにはいり込んで

で溶けにくい成分から次第に沈んでいくようになる。多くの金属鉱床は、このようにして生じたものである。又、岩しょうが周囲の岩石と接触して、変質の作用によって鉱床を生ずることもある。釜石の鉄鉱などは、かこう岩と石灰岩との接触部に生じたものである。

岩しょうの固結に関係の無い鉱床にも、種々のものがある。例えば、ニッケル鉱床の中には、地表からの天水がニッケルをわずかに含んでいる岩石の中にしみ込んでこれを溶かし、割れ目に沿って再び沈んで生じたものもある。又、浅い海や湖沼などの底に、水に溶けていた成分が沈んで生じたものもある。岩塩層・石こう層・カリ層などは、このようにして生じたものであり、又、大規模な鉄鉱層の中にも、こうして生じたものがある。

・岩石が地表で風化され、ついに土じょうに変化してしまう間に有用鉱物だけが集中して取り残され、鉱床をなすことがある。アルミニウムの原鉱であるボーキサイトなどはその一例である。又、風化された岩石のこまかな粒が水に流されて行くうちに、比重の大きいものが集まってたいてい積することができる。砂金・砂鉄・砂しゃく(砂錫)などはこのようにして生ずる。

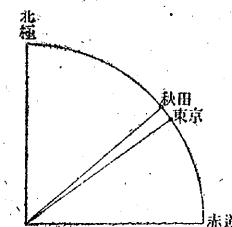
岩しょうの固結に関係の有る鉱床も、関係の無い鉱床も、その後、はなはだしい地かく変動などを受けた後、また性質を異にする鉱床に変成されることがある。満州鞍山の鉄鉱、別子の銅鉱などはその例で、いずれも変成岩中の鉱床である。

地下資源は、これを探査発見する必要があるため、そのためには地質の調査だけでなく、他のいろいろな方法が講ぜられている。例えば、鉄鉱床の附近では、地磁気の分布に異常があるからその測定をすれば、密度の大きい岩石の上では、重力の分布に異常があるに相違ないから、その測定をすれば、かような方法である。硫化金属鉱床の近傍には、それに起因する電流が流れているから、地面の各点の間の電位差を測るという方法なども採用されている。又、火薬によって地表に人工的な小さな地震を起し、それが地下のいろいろな地層の面に当たって、反射したり屈折したりして来るありさまを、地表に置いたたくさんの精密な地震計によって調べると、かような方法は、石油や石炭の探査に利用されている。

11. 地球

上の数節において、われわれは地球の表面近くに起りつつある現象や、又、かつて起った現象について学んで来た。それでは地球そのものは、どのくらいの大きさ、どのくらいの質量、どのような形、どのような構造を持っているものであろうか。

問1 東京と秋田とは、ほぼ同一の経度であり、その間の距離は約450 kmである。東京の緯度は



35°39', 秋田の緯度は 39°43' である。これから地球の半径を計算せよ。

問 2 二つの質量 m_1, g, m_2, g が r cm の距離にある時、その間に働く引力 f の大きさをダインで表わせば

$$f = 6.68 \times 10^{-8} \times \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

で與えられる。又、質量 1g のものと地球との間の引力は、凡そ 980 ダインである。このことから地球の質量を求めよ。

問 3 地球の質量を、その体積で割って平均の密度を求めよ。岩石の密度に比べてどうか。このことから、地球の内部についてどんなことがわかるか。

長さ l で自由に振動する単振子の周期 T は

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

で與えられる。同じ振子をいろいろな所に運んで、その周期を比較すれば、それらの地点における重力の加速度 g の値を比較することができる。

問 4 東京 ($g = 979.8 \text{ cm/s}^2$) で正しく 1 秒で振動する振子は、札幌では $T = 0.9996 \dots$ 秒で振動する。札幌の g は幾らか。

このように、 g は極から赤道に近づくにつれて小さくなっ

ているが、これは地球が自轉している影響と、地球が南北にやや平たくなっている影響とのためである。よって、地球上の各地点で g を測った結果から、地球がどのくらい南北に平たくなっているかを求めることができる。それと、大規模な測量の結果とを組み合わせ、地球の赤道半径と極半径との値を求めることができる。詳しい測定によると、その値は次の通りである。

赤道半径 $a = 6378.4 \text{ km}$

極半径 $b = 6356.9 \text{ km}$

$$\text{へんぺい度} = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{297}$$

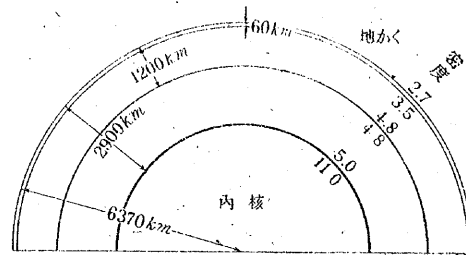
問 5 半径 5 cm の地球儀を作るとすれば、赤道半径と極半径との差をどのくらいにすればよいか。

大きな地震が起ると、世界中の敏感な地震計を動かし、71 72 ページの図で見たような記象が得られる。そのところどころで、振動の大きさが急に変わっているが、これは地球内部にいろいろな物質の境があって、そこで地震の波が反射したり屈折したりして來ることの影響である。

このようなことから、地球の内部がどうなっているかを推定して行くことができる。これまでの研究によると、地球の内部はだいたい次のページの図に示したように、異なった物

質が重なり
合っており
ている。そ
の内核は、
いろいろな
ことから考
えて、主と

して鉄とニッケルとの熱い塊であろう。



地 学

昭和22年3月12日印刷 同日紙刻印刷

昭和22年3月16日発行 同日紙刻発行

〔昭和22年3月16日 文部省検査済〕

著作権所有

APPROVED BY MINISTRY
OF EDUCATION
(DATE Mar. 12, 1947)

著者兼
発行者

文 部 省

紙 刻
発 行 者

東京都中央区銀座一丁目五番地

大日本圖書株式會社

代表者 佐久間長吉郎

印 刷 者

東京都新宿区市谷加賀町一丁目十三番地

大日本印刷株式會社

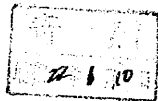
代表者 佐久間長吉郎

発 行 所

大日本圖書株式會社

~~395-11~~ K270.4-5
~~395.4-6~~
~~K270.2~~ K270.45-1

66627



82884

