

K250.4 1

1

9b

私たちの科学 9

海をどのように
利用しているか

中学校第2学年用



文 部 省

私たちの科学 9

海を
どのように利用しているか

中学校第2学年用

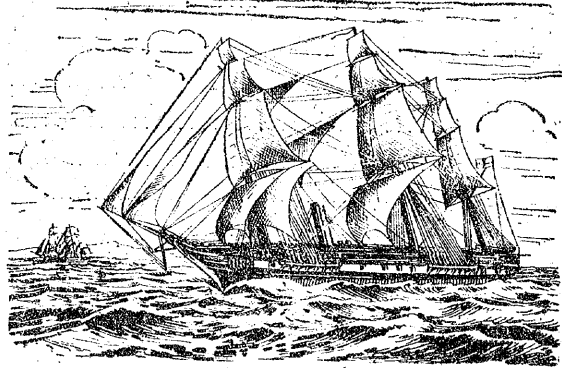


文 部 省

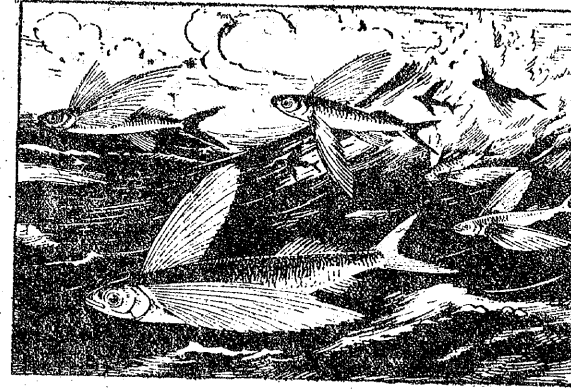
66582

目 録

まえがき	1
1. 海 洋	5
2. 海水の動き	26
海 の 波	26
潮の満ち干	33
海 流	41
3. 海水の作用	49
4. 海水の成分	53
5. 海洋と生物	70
ひ す び	87



海洋探検船チャレンジャー号



まえがき

海にかこまれているわが國は、海からどんな影響を受け、またどんな恩恵をこうむっているであろうか。

海の國日本、これは私たちがよく口にし、よく耳にすることばである。なるほど、わが國は四面を海にかこまれていて、古くから航海も漁業も盛んに行われ、人々は海に親しんでいるかのようにみえる。しかし深く突っ込んで考えてみると、私たちの多くは海のこととはあまり知らず、海に親しみ航海を楽しむ気持ちに、非常に欠けているように思われる。そればかりでなく、海は恐ろしいものだ危険なものだという気持ちが、今なお相当に人の心を支配している。

漁業の方法、それに使う漁具は、長い間の経験によって、

その地方地方に適する優れたものが生まれて来た。しかし、その扱い方は適切であろうか。たまたま、汽船トロール漁業のような機械力を多く使う漁法がはいると、ただ、濫獲の度を加えるばかりで、今日では、沿岸漁業の将来が心配される状態になっている。どこの漁村に行っても魚や貝が年々少なくなり、大きさも昔に比べると非常に小さくなったということを知く。これは、あながち濫獲のせいにはばかりすることはできないけれども、反省すべき問題である。

なぜこのようになったのであろうか。

これは結局、私たちが海及びその中に生活する生物についての知識がたらず、天恵にばかりたより、多くとることばかりに走って、どうすれば、これによって私たちの生活を豊かにすることができるとかということを考えなかったためである。人口が増加するにしたがって、海産物の必要の度は年々増すばかりである。これに應ずるためには、ちょうど農業のように魚貝類の保護・増殖をはかり、海洋の状態をこまかく調べて未開の漁場を開き、海の資源を合理的に開発するようにすることが極めて大切なことである。

海洋は陸地よりもはるかに廣く、しかも、陸地を取りかこんでいるから、陸地に対して直接・間接にいろいろ重大な影響をあたえ、私たちの生活に大きな関係がある。しかし、現在知られている海洋の知識は決して十分でなく、なお、未知の世界がはなはだ多い。將來この未知の とびら を開く任務

は、いわゆる海國日本の私たちの肩にかかっている。

海洋については、たくさん知りたいことがあるであろう。

まず、近くの海について調べることにしよう。海が近くにない所は、なるべく機会をつくり海岸に行つて研究するがよい。百聞は一見にしかずという。また、湖・河などで研究できることは、できるだけこれを活用して実際に調べるがよい。

1. 海と陸とはどのようにしてできたのであろうか。
2. 海はどのくらい廣いか。
3. 海の一番深い所はどのくらいの深さで、どこだろうか。
4. 海の深さはどのようにして測るか。
5. 海底ではどのくらいの圧力が加わるか。
6. 海の中はどのあたりまで明かるいか。
7. 海はなぜ青いか。
8. 海水の温度はどのくらいか。
9. 波はどうして起るのであろうか。
10. いそ波はどうしてできるか。
11. 津浪や うねり はどうして起るか。
12. 潮の満ち干はどのように起るか。
13. 海の浅い所はどんなに利用されているか。
14. 潮流とはどんなものか。
15. 海流はどのようにして調べるか。
16. 海流はどうして起るか。
17. 黒潮・親潮はわが國にどんなに影響をあたえているか。

18. 海岸は海水によってどんなに変化するだろうか。
 19. 海の底にはどんなものがあるだろうか。
 20. 海水の中にはどんなものが溶けているか。
 21. 海水の塩分はどうしてできたか。
 22. 食塩はどのようにして作るか。
 23. 食塩はどんな元素からできているか。
 24. 食塩はどんなに有用か。
 25. 海水の中には気体が溶けている。それは、どんな働きをしているだろうか。
 26. 海の生物は陸の生物とどんなに違うか。
 27. 海そう(海藻)はどんなに利用されているか。
 28. プラクトンとはどんなものか。
 29. 波打ちぎわの生物はどんな生き方をしているか。
 30. 魚はどんな所に多くすむか。
- このような問題について、これから調べ、海洋研究の手がかりとしよう。

1. 海 洋

1. 海と陸とはどのようにしてできたのであろうか

海陸の成りたちを知ることは、とりまおさず、地球自体の成りたちを調べることになる。

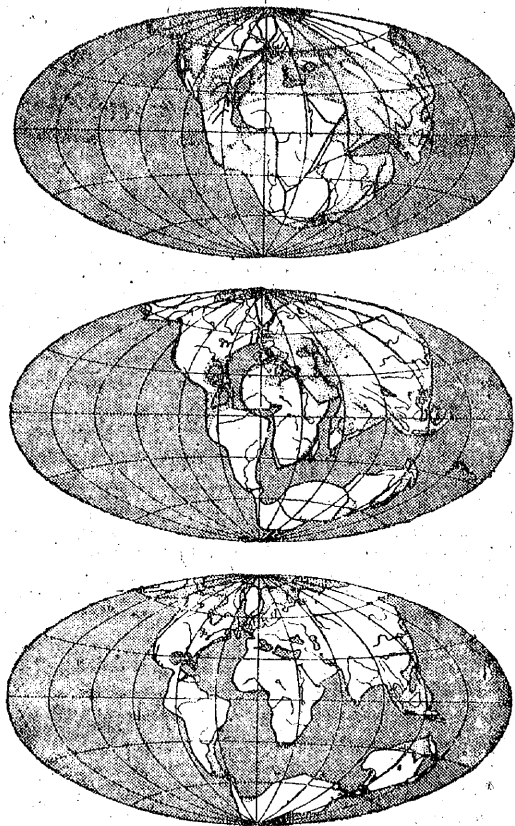
これは、昔からの大きななぞである。私たちにも歴史があるように、地球にも歴史がある。地球の今日の姿は、想像もつかないような大きな変化を経て進んで来た歴史の一コマであり、しかも、この地球は、その変化を続けながら更に未来へと進んで行く。

不幸にして、私たちは地震や火山の災害をたくさん経験し、地球が決して安定なものでなく、絶え間のない変化が今でもなお行われ、私たちの生命さえおびやかされることを知っている。

宇宙の状態や地かく(地殻)の性質、または海陸の分布の状態などから判断して、地球の成りたちについて、いろいろな説が立てられている。

地球は海陸ができた初めには、おそらく、いろいろな大きな働きがいくつも重なりあって、今のような形ができたものであろう。

大西洋の兩岸の形を比較してみると、南アメリカの東岸とアフリカの西岸とは、よく似た形で対立している。もともと一つであったものが、そこに割れ目ができて、ついに今日の



大陸の移動

ように互に離れたのではなかろうかという疑問が起る。インド半島もアフリカの東岸から離れたものであろう。太古はただ一つの陸塊であったものが長い間に離れ離れになり、今日のような複雑な形になったのではあるまいか。その証拠には、かつてはつながっていたと思われる地方の地質の構造や化石などがよく似かよっている。これも一つの見方であろう。

今日の陸上には、沈積岩(水成岩)が広い地域にわたって分布している。その大部分が海底のたい積物であることからみると、過去、海陸の状態は、現在とはたいそう違っていたに相違ない。しかし、これらの沈積岩をよく調べてみると、陸地に比較的近い海底のたい積物である。

このことから推して、海と陸とができた後も、陸と海との間にはくりかえし変化が行われたであろうが、それは海陸の接触部であるほんの狭い範囲に限られ、深海の部分は昔から海であって、陸地とはならなかったであろうと考えられている。

2. 海はどのくらい広いか

地球の全面積は、およそ 5,100,000 平方キロメートルあるといわれている。そのうち陸の総面積は 1,490,000 平方キロメートル、海の総面積は 3,610,000 平方キロメートルであるから、海は地球全面積の 7 割強にあたり、陸の約 2.4 倍の広さとなる。

海と陸とは、地球上に決して平等には分布されていない。

地球儀または地図を拡げて海陸分布の状態を調べてみよう。そこにいろいろなおもしろいことを発見することができるであろう。

大陸はどれも申しあわせたように北の方が廣くて、南に行くにしたがい、狭く三角状にとがって南方に突き出ている。したがって、南半球は北半球よりも海が多い。

地球面を、陸を多く含む半球と海を廣く占める半球とに分けてみると、フランスのロアール河口を中心とする半球に陸地が多く、反対側の太平洋のニュージーランドの南東沖合を中心とした半球に海が多い。このような分け方をすると、わが國は二つに切られて、長崎は陸半球にはいるけれども、東京は水半球の方にはいる。しかし、このような分け方をしても陸半球の海の面積は52.7%を占めて、陸地よりも廣く、水半球に至ってはその90.5%が海になるのである。(89 ページの図参照)

またその分布の状態については、南極大陸を中心に、およそ120°の間隔をおいて、(1)南北アメリカ (2)ヨーロッパ・アフリカ (3)アジア・オーストラリアの大陸が、ちょうど四面体の頂きのように存在し、その間に海水が注がたえられているという見方をする人もある。

海洋の46%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。

研究 海面は平面でなく球面であることは、どのようなことから知ることができるか。

3. 海の一番深い所はどのくらいの深さで、どこだろうか

〔近くの海についての研究〕

海岸から海底へどんなに傾斜しているか、調べてみよう。

- (1) 岸から沖の方へ距離を測りながら深さを調べ、その変化を図に表わしてみよ。
- (2) 波打ちぎわから沖の方への傾きと陸の方への傾きとは、どんな関係があるか。

陸地の周囲は急に深くなっているのではなく、海岸から水深約200mぐらまでは少しずつ深くなっている。この部分は、ちょうど陸地のすそのような形で、大洋の底から見ると、たな のようであるから、大陸だな と呼ぶ。平均の傾斜は1°か2°であって、沿岸の陸地の傾斜とほぼ同じである。この部分の傾斜や廣さは、地方によっていちじるしく差がある。高い山脈のせまる近海では急深で、且つ狭く、大平原の沿海では遠浅で、且つ廣い。わが國の近海は前の場合で、黄^こ海や東支那海^{くわい}の大部分は後の例である。

陸地から運ばれる どの土も、たいていこのあたりまでで沈でんし、生物が最も繁殖するのもここであり、漁業上非常に大切な所である。それ以下は大陸斜面と呼ぶ傾斜面で急に深くなり、更に沖に進めば、傾斜は再びゆるやかになって大洋の底に達する。大洋の水深は大部分2000mから3000m、

深くて 5500 m ぐらいで、その総面積は地球面積の半分以上を占めている。それより深い所は多くは細長い みぞ のようになっている、その みぞ は大洋のまん中にはなく、陸のすぐ近くに寄り添っている。これを海こう(海溝)と呼ぶ。

次の表は陸の高さと海の深さの有様を示したものである。

高さによる陸の分布 km				深さによる海の分布 km							
3以上	3-2	2-1	1-0	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6以上	
1.2	2.0	4.7	21.2	8.6	2.9	4.8	13.9	23.3	16.5	0.9%	

この表からどんなことがわかるか。

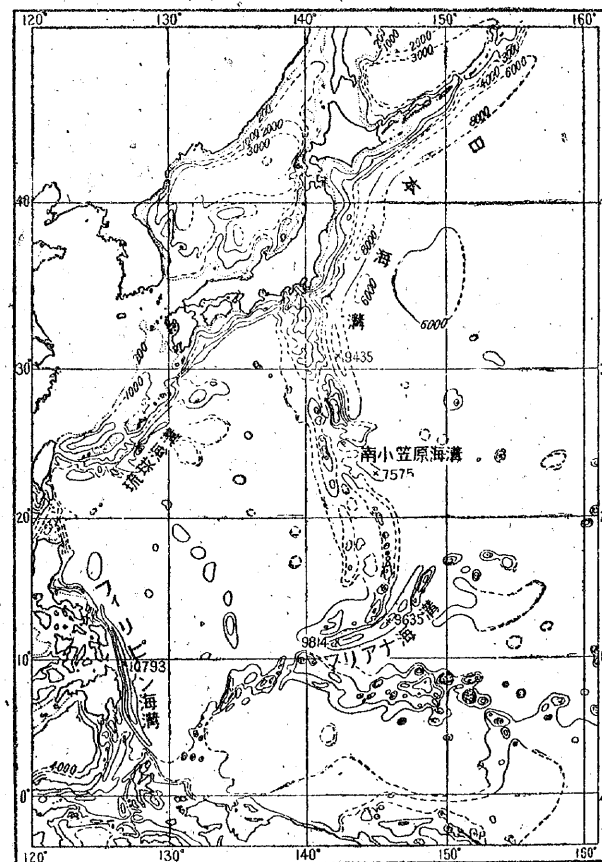
問 陸地の平均の高さは約 900 m、海の平均の深さは約 3700 m である。もし、地球を平にならしたとすれば、どのくらいの深さの海が地球の全面をおおうことになるか。

現在知られている世界最深の所はフィリピン海こうの中にあり、わが国附近の日本海こう・琉球海こうも世界有数のもの

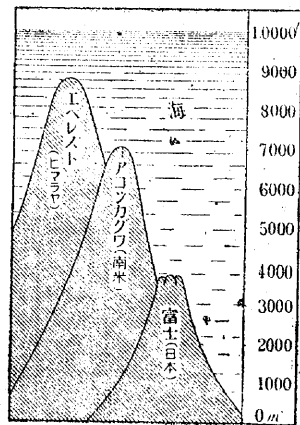
名 称 (所在地)	最 深
フィリピン海こう (ミンダナオ島沖)	1,0793 m
マリアナ海こう (太平洋中)	9814
日本海こう	9435
ケルマデック海こう (太平洋中)	9427
トンガ海こう (太平洋中)	9184

のである。

東亜の弧状の列島に接して、このような深い海が横たわっていることは、世界の大山脈が大陸の縁



に多いこととともに、注目に値することであり、また、海洋の最深部が北半球に広く分布していると同じように、陸地もまた北半球に多くかたよっていることは、たいそう興味のあることである。これは地球上の変化が北半球でことにいちじるしかったことを物語るものである。また、火山はまれには大陸の奥深い所にも存在するけれども、海岸に近い所または海岸中に特に多いことは、注意すべきことである。



これらの深さが驚くべきものであることは、陸上の山と比べてみるとよくわかる。世界最高のヒマラヤ山脈のエベレスト山でさえも 8882 m であり、南アメリカのアコンカグワ山は 7035 m、わが國の富士山は 3776 m に過ぎない。

4. 海の深さはどのようにして測るか

科学の進歩とともに、底知れぬ海といった所は、もはや見出すことができなくなった。しかし、上にあげたような深い海を測量するには、どうすればよいであろうか。

細い鋼鉄線の末端に おもり をつるし、これを海底にさ

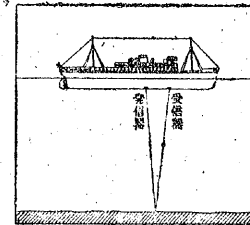
して、おもりの止まった所で線の長さを測り、海の深さを知ることが広く行われて来た。おもりが海底に着くと、その中央にしかけてある海底の砂を取る管だけ残して、おもりははずれるようになっている。この方法によれば海底のどのような所も知る事ができる。

問1. この方法にはいろいろな欠点がある。その測定値には、どんな誤りがあるか。また、測る時にどんな注意が必要か。

問2. 綱を上下する速さを毎秒 3 m とすれば、5000 m の深さを測るのに、どのくらいの時間がかかるか。

近ごろでは音を利用して深さを測る方法が行われるようになった。船の底から海底にむかって出した音波が、山びこのように海底で反射して船に帰って来るまでの時間を精密に測り、これによって深さを知るのである。

音波の速さは、空気中では毎秒 340 m 内外であるが、海水中では空気中の 5 倍に近く、毎秒 1500 m 内外の速さである。しかし、これは海水の塩分・温度・水深によって多少違って来る。



すなわち、温度が 1° 昇るごとに音波の速さは約 2% 増し、塩分が 0.1% 濃くなるごとに、また深さが 10 m 増すごとに、おのおの音波の速さは約 1% 増す。したがって、海水中の音波の進む路は必ずしも直線ではない。しかし、音響測深の場合のように、音波を海水中にほとんど鉛直に発した時は、その進路は直線と考えてよい。将来、組織的な音波伝達模様調査が進められると、水温、塩分の濃度など、海水のこまかい状況が、はっきりするであろう。

問 水深 5000 m の海底を音響測深で行えば、およそ何秒で音波が帰って来ることになるか。

このようにして測った水深は海図に記入される。廣い大洋の海底は水深の変化が比較的少ないが、陸に近い海底は複雑なでこぼこがあり、上のようにして点々と測った水深では、絶対に安全だという航路のきめられないことがある。そのような場合には掃海測量をする。一條の鋼線の両端を二せきのモーターボートに取り付けて、静かに引くと、水中に障害物があれば鋼線にかかるから、ある一定の深さで掃海して何も感じなければ、その深さまでは絶対安全航路として利用されるわけである。

5. 海底ではどのくらいの圧力が加わるか

水には重さがあるから、下層の水は、その上層にある水の重さを支えているために、これに等しい圧力を受ける。このことはすでに学んだ。

問 海水の比重は場所によって少しは違うけれども、平均 1.028 である。深さ 100 m の所では、1 平方センチメートルにつきどれだけの圧力を受けるか。

海中の圧力は水深 10 m ごとにおよそ 1 気圧の割で増加するとみてよい。1,000 m を越える世界最深の海底では、1 平方センチメートルに 1 トン余の目方の圧力を感じることになる。

このように、海中の圧力は驚くべき大きなものであるから、深海にすむ生物は、深海で生活することができるよう、からだの構造がその内外の圧力に対して等しくなるように調節されている。

問 深海魚を、圧力の大きな深海から圧力の小さな海面に急につり上げた場合には、どうなるであろうか。

人が水中にもぐることのできる深さには限度がある。潜水夫でも 100 m ぐらいが、精いっぱいである。これは海の深さからみれば、ほんの表面に過ぎない深さである。しかし、この深さでさえ、潜水夫が水中にもぐり、または逆に水中から浮き上がる場合、急速に上下すると、からだの内外の圧力の違いによる調節ができなくて、故障を起すことになる。高圧のもとで血液中に溶け込んだ空気が、急激な圧力の減少のために血管の中に小さなあわとなって残り、いわゆる潜水

病を起す原因ともなる。

海中の上層にも下層にもともに分布している魚や、短い時間に上下する魚は、調節力が強い。

深海に耐えるからだというのは、決してよろいのような堅固なよそおいをしていることではない。薄い一枚の紙でも、その両面から同じぐらいの圧力で押す場合には破れにくい。鉄板のようなものでも、一方の面の圧力が小さくて、他方の面の圧力が大きい時には、容易に破れるものである。

生物の細胞は、水がしみ通ることのできるものであるから、深海にすむ生物は水中深くはいるにつれて、細胞内部の圧力もおのずから高まり、外からの水圧でつぶれることはない。

問 潜水病を起した時、患者を高压の室に入れ、徐々に圧力を減らして行くという。なぜ、このようにすればよいのか。

6. 海の中はどのあたりまで明かるいか

〔近くの海についての研究〕

1. 海・川・湖などに泳ぎに行った時、もぐって水中の明かるさを調べてみよう。

- (1) 水面を見上げた時、横を見た時、底の方を見た時。
- (2) 深さ、濁りの程度に注意せよ。

2. 海水の透明度を調べてみよう。

- (1) 直径30 cmぐらいの白く塗った円板を水平になるように綱をつけて海中におろし、見えなくなる時の深さを調べよ。
- (2) 岸に近い所、遠い所、川の附近などではどんなに違うか。



熱帯地方に航海した人で、大洋の水がいかにも澄みきって、あざやかな色をしているのに心を引かれない者はない。

海の中はどこまで明かるいものであろうか。

深い海の底はまっ暗であらうか。

日光は、はたしてどれくらいの深さまで、とどいているであらうか。

実験 澄んだ水・濁った水等に光線を通し、光が散乱する模様を調べよ。井水・河水・海水・池水・湖水・どぶ水などでは、どのような違いがあるか。

水は光を自由に透すもののように思われがちであるが、それは水の層が薄い間のことであって、厚い層になると、どんなに澄んだ水でも、光は次第に吸収されたり散乱したりして、ついには消えてしまうものである。ことに水中に小さな生物

や、どろの粒などがあれば、それが光を反射・散乱または吸収するため、いっそう早く弱くなる。

問 少し厚い板ガラスを普通にすかして見る時と、切り口を通して見る時とで、色が違うのはなぜか。

海の透明度は、光が海中にとどく深さの大小で比較する。これには直径 30 cm ぐらいの白い円板を水中におろし、水面から見えなくなる深さを測ってきめる。

世界で一番透明であるといわれている北西大西洋の そう海(藻海)では、その深さは 66 m である。暖海は一般に透明で、40 m 内外であるが、高緯度に行くにしたがって、プランクトンのような微生物の量がふえるために不透明となり、10 m 内外となる。

● 沿岸や内湾は陸地から どろ が流れるから、いっそう不透明で、瀬戸内海は 5—15 m、黄海は 5—10 m に過ぎない。日本海の中央部は比較的透明で、30 m 以上に達する所もある。しかし、この透明度板による方法は、水中の明かるさを調べるのにはあまり完全なものではない。板が見えなくなるのは、板から反射されて来る光がすっかりなくなった時でなく、板とその周囲の水の明かるさとの区別がつかなくなったまでである。これは、ちょうど白晝星が見えなくなるのと似ている。

その上、反射光線は途中で吸収されて弱るから、光は実際には透明度板で測ったよりも、はるかに深くはいつていると考えられる。それで、光に感じやすい写真の乾板を海中のいろいろな深さにおろし、その感光する限度を測る方法も行われている。

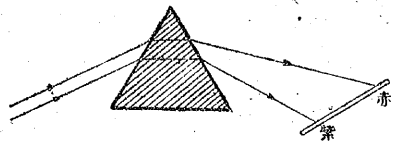
これによると、私たちの目でいくらか明かるさを感じるのは、平均 50 m 前後であって、鋭敏な写真の乾板に感光するかもしれないのは 1000 m ぐらいと考えられる。しかし、この辺は、もはや肉眼では ところやみ の世界である。

7. 海はなぜ青いか。

海岸に立って海面をながめると、岸に近い所は緑色をおび、沖合ほど青い。赤道から南または北へ、暖海から寒海へ、深海から浅海へ航海する時、必ず水色にいちじるしい変化が認められる。

南の暖かい海や暖流域は、あい色または青色を呈し、北の寒い海や寒流域は、緑色または青緑色を呈している。それは、前者は深海と同じように、濁りや微生物に乏しくて清く澄んでいるのに反し、後者は浅海のように、それらのものに富んでいるためである。

コップに水を取ってすかして見ても無色透明に見える。しかし、大きなタンクに水を満たして見ると、多少緑がかって来る。これはなぜであろうか。



実験 太陽の光を、細いすき間から暗室の中に導き、三角形のプリズムで屈折させた後、白い紙の上に受けて見よ。この時にできた色の帯をスペクトルという。

すき間を赤ガラスでおおうとスペクトルはどうなるか。
青ガラスの時はどうか。

太陽の光線は、にじで見えるように、赤・だいだい・黄・緑・青・あい・紫の、ほぼ七色の光の集まったものである。赤ガラスは赤以外の色光を吸収して、おもに赤だけを通過させる。光源から出た光線が物体に達して、その中の一部が吸収され、残りが透明体の色として見られるのである。

実験 白紙と黒紙の上に赤インキと朱で文字を書き、どんなに見えるか注意せよ。

白紙の上に書いた赤インキと朱の文字は、両方ともはっきり見えるのに、黒紙では朱の文字は見えるが、赤インキの文字ははっきりわからないのはなぜか。

水で光が吸収される度合は、光の色によってたいへんに違い、赤・だいだい・黄・緑・青・あい・紫の順で小さくなる。

太陽の白い光が海水の中にはいって行くと、赤色が吸収され、それから下に行くにしたがい、だいだい・黄と消えて行き、青が最後まで残って最も深い所までとどく。したがって、海中にある光はその性質が陸上の光とは違い、また海中でも深さによって違って来る。潜水すると、まわりの光は青白くなり、深さによってその色合も変化するのが見られる。

水色は、水面で反射された光と、このようにして水の中で吸収された残りの光と、散乱した光とがまじったものである。

水に濁りがなければ、深い所のたくさん残っている青色が散乱されて見えるから、水はますます青くなる。散乱は吸収と違って、青色の方がいちじるしい。水が濁っていて、微粒子が多いと、散乱される青色に、表層附近のまだ十分に選択吸収されていない緑・黄・だいだい・赤などの光が反射されてまじるから、微粒子が多くなるにしたがって緑から次第に黄味がかって来る。

研究 空の色の青いのはなぜであるうか。

このように、海の色は青またはこれに近いのが普通であるが、時にはプランクトンがいちじるしく繁殖して、桃色や赤色を呈することがある。紅海が赤色を呈するのは、らんそう(藍藻)類が繁殖するためであって、赤潮または苦潮と呼ばれるものは、おもに虫そう類により水が赤くなって見えるので

ある。黄海の濁りは黄河から吐き出す だろ のためであって、生物のためではない。

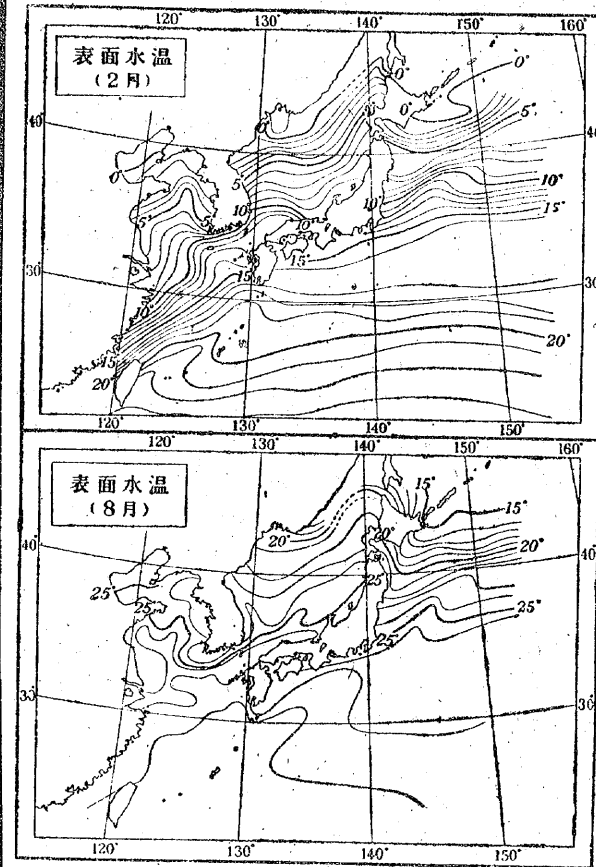
8. 海水の温度はどのくらいか

〔近くの海についての研究〕

1. 海岸の乾いた砂の温度、ぬれた砂の温度、海水の温度を測ってみよ。
 - (1) 朝・晝・晩ではどんなに変わるか。
 - (2) 気温も測って比較してみよ。
2. 水温は岸に近い所と遠い所とでは、どんなに違うか。
 - (1) 岸から沖へむかって狭い範囲を詳しく調べよ。
 - (2) 気候の変化と、どんな関係があるか。
3. 海水浴の時、深さによって水温がどう変わるか調べてみよ。

次のことがらについて、その理由を考えてみよ。

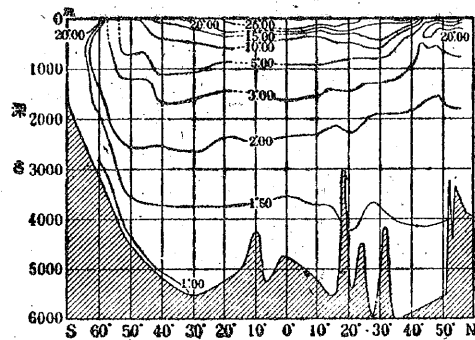
1. 海水の表面は絶えず太陽や暖かい空気のために暖められる。海面の温度は熱帯地方でも 28° 内外、高温で知られている紅海やペルシア湾の水溫でさえ 35° を越えることは少ない。気温でこの程度のもは、わが國でもしばしばみられる。
2. 陸上の気温は冬季 -20° 、 -30° になる地方は珍しくないが、洋上の水溫は -2° をくだることは少ない。



3. 大洋の中で一日の水温の変化は、朝の5時ごろが最も低く、午後の4時ごろが一番高い。一年中の変化は大洋では少なく、特に熱帯・寒帯地方では、夏冬の水溫の差はわずかである。北半球の溫帯地方の近海では大陸の影響を受けて、その差が大きい。特にアジア大陸の東岸ではいちじるしい。

水溫の一番高い月は八、九月ごろであって、一番低いのは二、三月ごろである。陸地の氣溫の変化と比べてみよ。

4. 海岸の氣候は山地の氣候に比べて、一般に溫和である。
5. 深海の水溫は 1° 内外の低溫で水平的の差はごく小さい。



海面下の水溫分布

以上の問題は次のことがらを土台にして考えてみるがよい。

1. 表層の水は波・対流、海水の流れ等で常に動揺し、また、下層の水を混合し熱が上下に移動する。しかし、その移動の仕方は緩慢である。

2. ある物質 $1g$ の溫度を 1° だけ高めるのに必要な熱量をカロリーで表わした値を、その物質の比熱という。水の比熱の値は1である。これは、水 $1g$ の溫度を 1° 高めるのに1カロリーの熱が必要であるということである。海水の比熱は約0.95、空氣は0.24、岩石はおよそ0.2であって水の比熱が一番大きい。比熱が大きいということは、暖まりにくく、さめにくいということである。

3. 水の蒸発は絶えず行われ、ことに暖海では盛んである。水が同溫度の蒸氣に変わるためには、たくさんの熱($1g$ の水につき539カロリー)が必要である。

4. 水を氷にするには熱を奪い、氷を水にするには熱をあたえなければならない。水と共存する 0° の氷 $1g$ を全部 0° の水にするには80カロリーの熱をあたえる必要がある。一般に $1g$ の固体が同溫の液体に変わるためについやされる熱量をその物質の融解熱という。水の融解熱が80カロリーであるということは、言い換えると水が凍る時には周囲の80倍の量の水の溫度を 1° だけ上げるのに足りる熱を出すことである。

5. 水は 4° 附近で最も比重が大である。氷は水より軽い。

研究1. 湖でその表面が凍る時、底の溫度はどのくらいになるか。

研究2. たい風(颱風)が熱帯地方の海上に発生するわけを考えてみよ。

2. 海水の動き

海へには明けても暮れても大浪・小波が打ちよせている。波静かな浦にも、潮が満ちたり干たりする。はてしない大海にも、川のように絶えずある方向に流れて行く海流がある。このように、海は寸時も休みなく運動を続けているのである。

海の波

〔近くの海についての研究〕

1. 波の大きいのはいつごろか。静かなのはいつごろか。
○ 地形とどんな関係があるか。
2. 風と海面の状態とに注意しよう。(巻末の表参照)
 - (1) 吹き流しを使って風速を測り、その傾き方と海面の状態とを調べてみよ。
 - (2) 鏡のような時、さざなみがある時、白波がある時、大浪がある時、三角波が見られる時。
 - (3) どんな風向きの時に波が高くなるか。



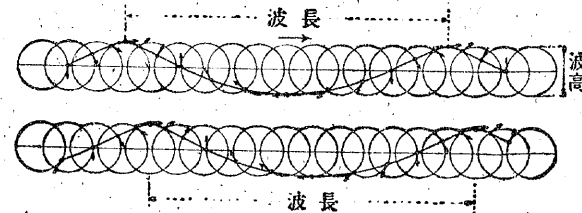
波の高い所を山、低い所を谷という。山から次の山まで、または谷から次の谷までの長さを波長といい、山から谷までの高さを波高という。

3. 大浪またはうねりのある日に泳ぐと、からだは波でどのように動かされるか。

1. ある時は私たちを慰め、ある時は恐怖の底に引きこむ波、この波はどうして起るのであろうか

実験 静かな水面に石を投げると、石が水中に落ちた点から円形の波がすべての方向に一樣の速さで進んで行く。水面のところどころに小さな木片を浮かべて、波の進む方向と木片の動き方とを注意して見よ。

上の実験で、水の各部は上下に運動し、波といっしょに進んで行かないことがわかる。しかし更に注意すると、この木片は波のまにまに上下に運動するとともに、波の山に浮かんだ時は波の方向に、波の谷に沈んだ時は後方に、一進一退するようすが認められる。

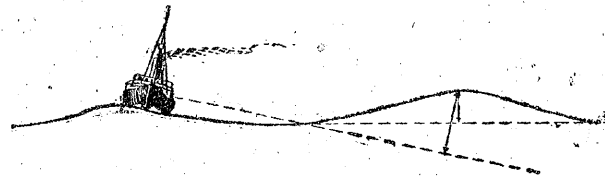


これを更に詳しく調べてみると、波は水の各部が順次に少しずつおくれて円運動に近い運動をくりかえすために、水面

に高低ができ、円の直径に等しい高さの波が現われるものである。

海面に波が起る時、その運動は表面だけでなく下の方にも起っている。しかし、動いている水の部分の円運動の半径は、表面から水中にさがるとしたがつて急に小さくなる。深さが波長に等しい所では、表面の約 $\frac{1}{500}$ となる。したがって、わずかな深さでも波の力は弱まり、下の方の大部分の水は、ほとんど波の影響をこうむっていないのである。どんな大荒れの時でも、水面下 400—500 m の深い所では全く静かである。

波の大きさを測ることは、実際には非常にむずかしいこと



である。波の高さのようなものも、傾斜している船の上からは高く見誤りがちである。

普通の波の速さは毎秒 11—15 m で、波長は 65—133 m、周期は 5—10 秒であって、波高と波長との比は平均 1:30 である。波の高さは暴風雨の時には 15 m に達することがあるとのことであるが、10 m 以上のことはまれである。

* いろいろな運動または変化において、同一時間ごとに同一の状態がくりかえされる場合、その時間を周期という。

波の階級表

階級	用 語	説 明	波の高さ (m)
0	穏やか	鏡のようである	0
1	ごくなめらか	わずかに さざなみ がある	0.3 以下
2	なめらか	さざなみ が立つ	0.3—0.6
3	少々波あり	こまかい 白波が見える	0.6—1.0
4	波かなりあり	全部白波となる	1.0—1.5
5	波やや荒し	白波が高い	1.5—2.5
6	波荒し	大波となる	2.5—4.0
7	波高し	大波が高い	4.0—7.0
8	波はなはだ高し	どとう (怒濤) が非常に高い	7.0—13.0
9	どとう	どとう が山のようにである	13.0 以上

2. いそ波はどうしてできるか

〔近くの海についての研究〕

砂浜に打ちよせる波を調べよう。

(1) 岸に近づいた波は、どの辺から崩れて いそ波になるか。海の深さと、どんな関係があるか。

(2) 風向きに注意し、沖の方の波の進む方向と岸に打ちよせる波の方向とを比べてみよ。海岸の形とどんな関係があるか。

遠浅の海岸では、深い所では見られない いそ波が見られる。

波の山の線は、深い所では多く風に直角にならんでいるが、海岸に來ると、風向きに関係なく岸に平行になって行く。沖合では目立たないような波でも、海岸に近よると波長は次第に短くなるが、高さはだんだん増し、波の頭は次第に傾いて、ついに崩れて来る。

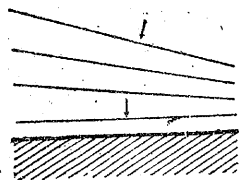
このようになる いそ波はどうしてできるのであるか。

波長が海の深さに比べて非常に大きな時には、長波といって普通の波と区別する。長波の速度は、水深が深いほど速く、浅いほどおそいものである。浅くて廣い たらい の水を、 たらい を持ち上げて振動させてできる波も長波である。

普通の波も、深い所から浅い所に來るにしたがって、波長と水深との割合が長波の場合に近づいて来る。

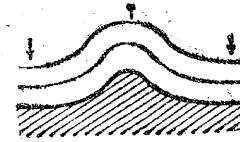
岸に対して、ある傾きをもってよせて來た波について考えてみると、岸に近い浅い所の波は速度がおそいので、深い部分の波に対し、足踏みをして歩調をゆるめ、波のへだたりは縮まって、波の峰は次第に海岸に平行になる。

また、水深の大きい波の山の部分は、その前方にある水深の小さい波の谷の部分に比べて速度が速いから、山の部分は前の波の谷にせまり、そのために波の前面がけわしく盛り上がって、ついに崩れて眞白くあわ立ちながら海岸に押しよせるようになる。この さかまき は海底の摩擦で底の水の動き



が妨げられるためや、前に打ち上げられた水が底引きとなって沖へ逆流するために、いっそうひどくなる。

研究 浜べに図のような小さい出っ張りがあると、その前方は遠浅であって、且つ矢印のような水流が起るわけを考えよ。また、このような所で泳ぐとどうなるか。



3. 津浪や うねり はどうして起るか

〔近くの海についての研究〕

うねり と普通の波とは、どんなに違うか。

- (1) どんな時に うねり が見られるか。
- (2) 氣象の変化と うねり とは、どんな関係があるだろうか。

地震の時に長波が起ることがある。1896年(明治29年)五陸沖の地震の時に起った長波は、7時間44分後にはハワイに、10時間34分後にはサンフランシスコに達している。この値から計算してみると、この波は平均速度毎秒210mぐらいで、波長は太平洋の平均の深さ5000mの150倍に近い720kmとなり、日本とアメリカとの間にわずかに12ぐらいの波の山し

かない雄大な浪である。

このような波が海岸、特に外洋に面したラッパ形に開いた湾にはいると、高い水の壁となって押しよせ、大きな被害をあたえる。これが津浪である。三陸沖の地震の際には、沿岸地方は高さ 24 m にも達する津浪におそわれ、でき死者二万数千名を出している。昭和 21 年 12 月 21 日紀州西南沖の地震のために起った津浪の被害は、世人の記憶に新たなところである。津浪は地震の時にばかり起るものでなく、海中火山の噴火の際にも起る。

この津浪ほど急激ではないが、台風がおそうような暴風雨の時にも津浪が起ることがある。たとえば、昭和 9 年 9 月 21 日の室戸台風が大阪湾附近を通り過ぎる時に、南西の風が強く吹いて、沖から海水を大阪方面へ押しつけ、その上、潮位が高かったため、大阪市内へ津浪がおそって来て、はなはだしい被害を起したことがある。

また、風波の特殊な現象として うねり がある。うねりは、波長が非常に長く、波の高さが比較的小さいものであって、波の山がまるみをおびている。それ故、波の山のとがっている普通の波とは容易に見分けることができる。うねり は大きな 台風の中心にできる波で、中心から四方にひろがって進行し、その速度も 台風の進行速度より速く、かなり遠方までとどく。それ故、うねり は 台風の前ぶれのようなものともみられる。わが國の太平洋岸で、夏季、土用波といわ

れる波はこの うねり で、南方洋上にある 台風の中心から来るものである。

潮の満ち干

海べに住む人々にとって、春にふさわしい楽しみの一つは潮干狩である。この潮の満ち干は、地球に海ができて以来絶えることなくくりかえされたことであろう。したがって、海岸地方に住む人々には古くから気づかれていたに違いない。月の位置や形と潮の満ち干のようすとの間に深い関係があることは、紀元前 300 年ごろすでに知られ研究されていた。現今の潮の満ち干に関する考え方が芽生えたのは 16 世紀の後半ごろからで、ニュートンが出るに及んで、その基礎が確立されたといってよいであろう。

1. 潮の満ち干はどんなふうに起るか

〔近くの海についての研究〕

1. 海水が満ちたり干たりするようすを調べよう。

- (1) 満潮時と干潮時どの波打ちぎわの距離を測ってみよう。
- (2) 波の静かな場所をえらび、目盛をした棒を立てて、水面の高さの変化を調べよ。
- (3) 普通、海水の満ち干は一日に何回起るか。

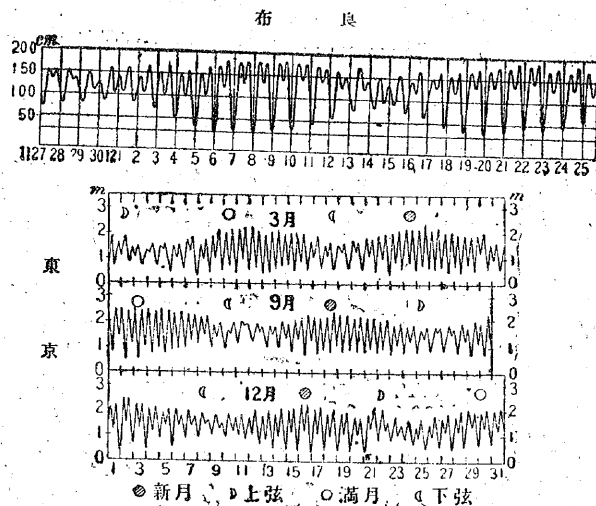
(4) 満潮の時から次の満潮の時までの時間、干潮の時から次の干潮の時までの時間を測ろう。

2. 潮の満ち干は月齢とどんな関係があるだろうか。

(1) 一箇月の中で満ち干の差が一番大きな時、小さな時はいつか。

(2) 一年中ではいつか。

次の図は房総半島の端の布良と東京における潮の満ち干のようすを示すものである。この図からどんなことがわかるか。



海べで潮の満ち干を調べてみると、海水が一日に2回昇降

し、それにつれて海水が動いていることがわかる。この現象は、一年中少しも休まずにくりかえされ、ちょうど地球の呼吸または脈はくにもたとえることができる。

満潮から次の満潮、干潮から次の干潮になるまでの時間は、多少変化するけれども、平均12時25分である。したがって、一晝夜24時間に正しく2回ではなく、毎日50分ずつおくれるのが普通である。

一日2回の満潮または干潮を比べてみると、その高さも、その間隔もまちまちであって、不同のはなはだしい所になると、一日1回の満ち干しかない日が多くなる。世界で不同のはなはだしい所はメキシコ湾・マニラ湾・トンキン湾などで、わが国にも不同の地方が相当ある。月の出入りと潮の満ち干の周期とは一致しているけれども、海水には慣性があり、また海の深さや海岸線などの影響があるから、実際の潮の満ち干はずっと複雑で、月が頭の上に来た時に満潮になるとは限らない。所によってかなり大きな違いがあるが、同じ土地ではほぼ一定している。たとえば、東京霊岸島では、月が子午線を通ってから5時43分で満潮が現われる。これを平均高潮間げきという。

満潮・干潮の水面の差も、場所によって驚くほど違って

* 外から少しも力が働かない時には、初め静止していたものはいつまでも静止し、動いていたものは一直線上で同じ速さで動き続ける。物体のこのような性質を慣性という。

て、海岸に住む人々の生活に影響するところが大きい。

この潮差は、月齢によって増減し、新月及び満月後 1-3 日ごろは最大で、上弦及び下弦の後 1-3 日ごろは最小である。

潮の満ち干は太陽と月からの力によって引き起される。したがって、満月や新月の時のように、地球から見て月と太陽とが一直線に近くなる時には、その影響は強めあい、干満の差は大きくなる。これが大潮である。

太陽と月がともに赤道の近くに位置を占めている時には、その現象は特にいちじるしくなる。それが春分・秋分に現われる彼岸の大潮である。

これと反対に、太陽と月が直角の位置にある上弦・下弦の時は、互に潮を起す力が消しあつて小さくなる。これが小潮である。

次のページの表からどんなことがわかるか。

潮差の大小は、港湾・沿岸航海・沿岸漁業・製塩業などに大きな関係がある。潮差の大きい浅い港では、船は潮どきをみないで出入することは危険であるし、荷役することもできないこともある。

問 満潮時に たい風や地震がある場合、どのような注意が必要か。

地名	平均高潮 間引き	大潮差	小潮差	地名	平均高潮 間引き	大潮差	小潮差
太平洋	h m m m			日本海	h m m m		
北海道				北海道			
釧路	3 41	0.8	0.8	稚内	3 46	0.1	0.0
室蘭	3 54	1.1	0.4	小樽	4 5	0.1	0.0
本州東岸				本州			
八戸	3 50	0.9	0.4	土崎	3 7	0.1	0.1
犬吠岬	4 33	0.9	0.3	新潟	2 53	0.1	0.1
本州南岸				秋賀	2 20	0.2	0.1
東京	5 43	1.3	0.5	瀬戸内海			
下田	6 26	1.2	0.4	大阪	7 15	1.0	0.8
串本	6 2	1.3	0.5	高松	11 19	1.6	0.8
南方諸島				尾道	11 3	3.0	1.4
八丈島	5 20	0.9	0.3	下関海峡東口	8 51	3.2	1.9
四国				門司	8 50	2.0	0.8
宇和島	7 21	1.7	0.7				
東海							
九州							
佐世保	8 22	2.5	0.9				
佐賀	9 13	4.9	1.9				
鹿児島	7 9	2.3	0.9				

大潮差及び小潮差は、それぞれ

大潮及び小潮の時の満潮と干潮との高さの差の平均値

2. 海の浅い所はどんなに利用されているか

潮差の大きい内海の海岸には、満潮と干潮との間を移動する魚類を捕える漁業が行われる。またアサリ・サザリ・カキ・

ハマグリ・アサリなどのような海そう や貝類の養殖も、多く潮の満ち干のいちじるしい海岸の浅海を利用して行われている。

アサクサノリの産地としては、東京湾が古くから有名であるが、このほか伊勢湾・渥美湾・広島湾や岩手縣の山田湾、宮城縣の松島湾などもよく知られている。アサクサノリは、



風波の静かな内湾で淡水と塩水とのよくまじる所がよいとされている。竹や木の枝などで作った ひび を海底にたくさん立て、これに水中を泳いでいるノリの胞子を附着させて養殖する方法が廣く行われている。干潮の時には、ひび は空中に出る。この ひび の干出はノリの胞子の附着發育に絶対に必要な條件である。

アサリやハマグリは、その稚貝の発生にはやや淡水の流入の多い、河口に近い所がよいのであるが、成長には、やや塩分の濃い、潮流の十分通る所がよい。それで、発生によい所から稚貝をとって、春これを沖合の成長によい所へ移してその生育を助ける。

わが國の周囲には、水産物の増殖に適する浅海及び干潟がたくさんある。現在利用されているのは、その中の一部に過ぎない。浅海の海水には、外海と異なって陸地から流れ出る

栄養分がたくさん含まれており、したがって、魚類の食料となるフランクtonの発生・生育も非常によい。このような海の畑を開拓し、これを合理的に經營し、利用することは、極めて大切なことである。

問 稚貝や幼魚を保護することは、なぜ必要か。

3. 潮流とはどんなものか

〔近くの海についての研究〕

海面の昇降に伴って起る海水の流れを調べよう。

- (1) 海岸に近い所で、海水の流れる方向や速さを測ろう。
どんなにして調べたらよいか。
- (2) 流れる速さはいつも同じだろうか。

海水は満ち干に應じて動くわけであるから、それに相当する流れができる。これが潮流であって、潮の上げ下げと同じように、通常一日2回その方向を変える。6時間はほぼ一定の方向に流れ、次の6時間はそれと反対の方向に流れるのが普通である。流れはその6時間の中ごろに最も強くなり、その後次第に弱くなって、一時流れは止まり、次に逆の方向に流れ出す。

外海に面した海岸や小さな湾などでは、干潮時から満潮時

にかけては、沖合から陸地の方に向かって流れ、満潮時から干潮時にかけては、陸地の方から沖合へと流れる場合が多いが、そのほかの場合には地形によって、いろいろある。

大洋における潮流の速度は、満潮と干潮との時に最も強いけれども、遠浅の海岸では満干両潮時に流れが止まる。

深い大洋中の潮流は一般に極めて弱いものであるが、海岸・海峡、半島の突端などでは、はげしい流れを見ることが多い。このような所の航海では、潮待ちをしたり、航路を変えたりして危険を避ける必要も起って来る。

問 港内に ていはく する船が、いかり を入れるのはなぜか。いかり を入れても、船の向きが絶えず変化するのはなぜか。

わが国では、瀬戸内海や九州西岸などは潮流の速いので有名である。阿波の鳴門では10ノットに達することもあり、そのほか瀬戸内海には7—8 ノットの水道がたくさんある。流れがはげしい所では、風がなくても水面に波を生じ、うずまき ができる。

潮流は風波と違って、その動きが海の表層だけでなく下の方までおよび、表面から底まで流速も流向もほとんど同じである。

海 流

1. 海流はどのようにして調べるか

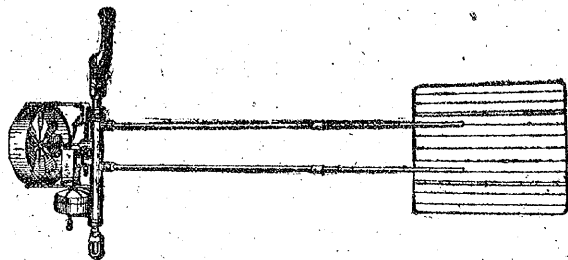
潮流では海水は潮の満ち干と同じ週期で、あるきまった範囲内を往復するばかりで、遠方まで流れ去るものではない。しかし、海にはこのほかに遠方まで流れて行く幅の広い河がある。その流れの方向はほとんど一定し、ただ季節によりまた年々の事情で、少し変わるところがあるに過ぎない。これを海流という。この流れは、その境がはっきりしたものでないから、河のように目で見て、はっきりと流れを認めることはできない。

しかし、漂流物などによって、古くからその存在が知られていた。海そう、ヤシの実、冰山などや、また難破船の破片、漂流船などが流れよったために、海流の動きが知られた例がたくさんある。

海流の分布を調べるには、あきびん などに葉書を入れて密封し、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おうという方法も行われている。

また一定の針路と一定の速力とで航海すれば、ある時刻の船の位置は推定できる。この位置と天体の位置から測定した船の位置との間に違いがあれば、それは風と海流とによって船が流されたわけであるから、それによって海流の方向と速さのだいたいとを知ることができる。

昔の古い海流図は、たいていこうして作ったものである。

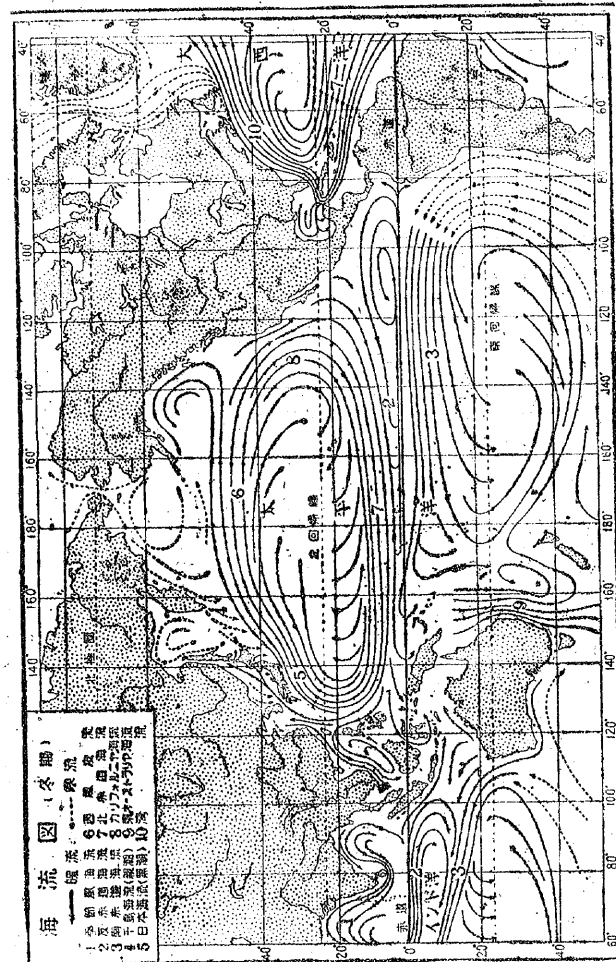


流速計という図のような翼の附いた水車を海中に入れ、その回転数を測れば、表面ばかりでなく、海中の海流の速さも求められる。

問 600 海里の距離を 15 フットで航海するのに、1 フットの海流に乗ると反するのとでは、何時間の差を生ずるか。

海流の速さは、普通一晝夜に数海里から数十海里ぐらいであるが、一晝夜に 100 海里以上の部分もある。

流速は、河の場合と同じように海流の中央部が最も優勢で、縁になるほどおそくなる。季節では、一般に晩春から夏にかけて最も盛んになる。暖流が春にかけて優勢になるのは当然であるが、寒流までも同じであるのは、寒海の氷がその季節に溶けて、密度の小さな淡水が増すからである。



2. 海流はどのようにして起るか

前の図は世界の海流のようすを示したものである。

この図から、どんなことがわかるか。

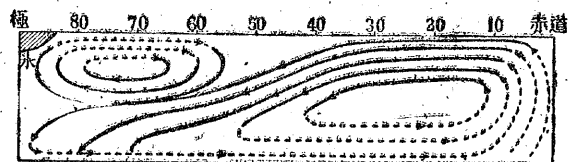
海流の原因についてはいろいろ考えられるが、そのおもなものは海水の密度の差と風とであって、地球の自轉や大陸の状態などによって、現在のような海流を見るに至ったと考えられている。

次のことを念頭において海流を調べてみよ。

1. 海水の密度は塩分が多いほど、温度が低いほど大きく、塩分が少なければ、温度が高いほど小さい。

2. 赤道附近の海水は、蒸発が盛んなために塩分は濃く、受熱量が多いから水温が高い。

3. 密度の違う海水が接すると、密度の大きい方は小さい方の下にもぐり、密度の小さい方は大きい方の上に乗ろうとする。



4. 極地方では、氷が溶ける時には、氷の溶けた淡水に近い水が表面にあるため、表層の密度は小さくなる。

氷ができる時には、氷ができただけに残りの海水は塩分が多くなり、したがって、密度が大きくなる。

5. 地球上には貿易風のような、いつも同じ方向に吹いている風がある。

6. 地球は自轉しているために、海水の流れの向きは、北半球では右に、南半球では左にかたよる。

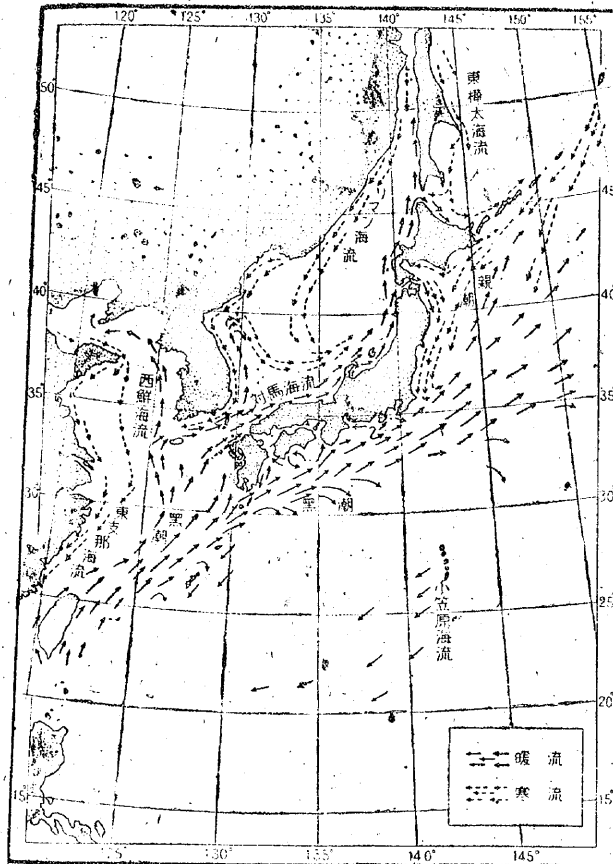
7. 海流の様子は、地形によって支配されることが大きい。海流の行く手に陸地があれば、それに沿って旋回し、海底に盛り上がった所があると、深い流れはそれを取り巻くように旋回する。

3. 黒潮・親潮はわが國にどんなに影響をあたえているか
日本近海の流れ図を調べてみよ。

太平洋の北赤道海流が西側の島や大陸に突き当たると、その小部分は赤道逆流となって東に逆流するが、大部分は陸地に沿って北上し、日本列島の東南を洗い、アメリカ大陸に向かって流れる。これが黒潮(日本海流)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極めて大切なことである。

次の図によって、その流れをたどってみよう。台湾東岸附近を北上した黒潮は、沖縄列島西側附近から北東に向かい、対馬海流等の大きな支流を出して、主流は奄美大島と大隅半島の間を通過して再び太平洋に出る。これより土佐沖約100海



里の所を通り、潮岬に近接して一路房総半島の東方に向かっている。この附近が最も流速の大きい所である。流れはここからやや北々東に轉じ、幅は増すけれども流速は次第に減じ、北緯 40° 附近で東方に向かい、太平洋を横切って北アメリカの岸に達している。その後はアメリカ西岸を洗って再び北赤道流に帰り、北太平洋上の最大環流を形作る。

黒潮はわが太平洋岸を流れる間は塩分が濃く、透明度も大で、水色は青らん色を呈している。水温はその附近の海水に比べて一般に高く、純然たる暖流である。

眼を北方に轉じて見よう。

北ベーリング海及びオホーツク海に源を発し、カムチャッカ東側から南下して来る千島海流は、一名、親潮と呼ばれ、千島の中ほどから顯著な海流となる。厚岸・釧路の沿海を過ぎ、三陸の沖合を南下するころから、次第に黒潮に接するようになる。金華山沖に達するころは細長い帯となり、夏季はこの辺で潜流するけれども、冬季には鹿島灘に沿って犬吠崎附近まで達するようである。この附近からは、南方から北上する黒潮の下をくぐる。

親潮の水温は、附近の海水に比べて一般に低く、三陸沖合で夏季最高の場合でも 17° 以下である。塩分も極めて少なく、水色は黄緑色をおびている。

問 夏季、千島列島から北海道南東岸にわたり、ひんば

んに起る海霧はどうしてできるのであろうか。

日本海にある暖流の対馬海流と、寒流のリマン海流とについても調べてみよ。ここにも一つの環流を見出すであろう。その流れの方向はどうか。

暖流・寒流は、気候の上に大きな影響をあたえる。暖流・寒流は、一定の水温を限界として定めているのではなく、流れの附近の水温と比較していうのである。

イギリスからノルウェーにかけて緯度の高い割合に暖かいのは、メキシコ湾流が熱帯の暖かい水を運ぶからで、わが国の黒潮もいくぶんこの働きがある。しかし、本州よりも南を流れるのでその影響が小さく、むしろ、対馬海流が本州の日本海沿岸の気候を緩和する働きの方が大きい。これに反して、三陸沿岸は親潮が寒海の水を運んで来るので寒冷である。これは、冬季には北西の季節風があり、夏季には東南の季節風があるからである。北海道・三陸方面は、暖流と寒流とが相接するので水温の変化が大きく、夏冬はもちろん、年々の気温の差を不定にし、気候を悪くする。

問 潮流と海流とは、どのように違うか。

研究 ベーリング海峡及び間宮海峡をふさぐことができたとすれば、海流にどんな変化が考えられるか。

3. 海水の作用

1. 海岸は海水によって、どんなに変化するだろうか

〔近くの海についての研究〕

海岸線の形と地質とは、どんな関係があるだろうか。

- (1) 海岸の略図をかき、砂浜・砂州・岩礁などのようすとその変化とを記入せよ。
- (2) 海水のために、どんなにおかされているか。
- (3) 風雨のあとで、海岸にどのような変化が起るか注意して見よ。

風波と潮流とは絶えず陸地を攻撃してこれを破壊しているが、他方では、その破壊したものを、河が運搬して来た土砂といっしょに海底に積み重ねている。陸上に廣く分布する沈積岩の大部分は、このようにしてできた。たい積物が地かく運動の結果、陸上に現われるに至ったものである。このように、浅海すなわち大陸だなの部分は、地かくの変動によって海となったり陸となったりする地帯で、興味深い場所である。

波が岩石にぶつかりと岩のさけ目は次第に大きくなり、これがくりかえされるうちに小さな塊りとなって離れる。この石塊が大波の時には岸を打ち、更に破壊を手傳うようになる。

また、岩石の種類によっては海水が岩石を多少溶解し、その破壊を早めることもある。

このようにして、海岸に近い海底はついに平にけずられ、けずられた岩や砂は沖に運ばれて海底に積もり、この二つがつながって海岸近くの底に平な段ができる。海岸にできたがけはけずられて後退するが、がけ下の段が廣くなるにつれて波の勢いがそがれるから、ある程度以上には後退しない。

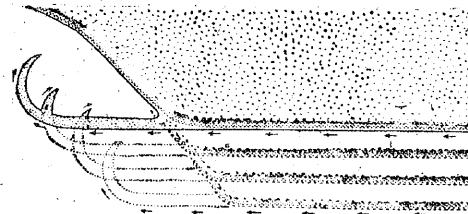
海岸の岩石に特に弱い所があると、ほら穴ができたり、一部が洗い去られて離れ岩ができる。海岸は、岩石の強弱のよくわかる所である。このようにしてできた奇景は、わが國の海岸に非常に多い。



波が岸に斜に当たると、海水の一部は岸に沿って流れ、したがって土砂も岸に沿って運ばれるようになる。海岸が急に内部に曲がっていても、この流れはしばらく今までの方向を続け、その運搬物は海が深くなるとともに沈積するので、風

も手傳つて、鳥の口ばしのような砂州ができる。三保の松原^{みほのまつはら}や天の橋立^{あまのはしだて}などがその例である。

次の図によって、海岸の変形するようすを考えてみよう。



海の底にはどんなものがあるだろうか

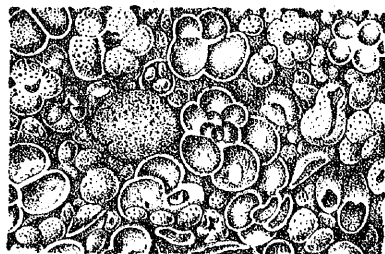
河によって運ばれる粘土や砂や どもろ は海に達すると、流れが急にゆるくなるのと、海水中の塩類の作用とによって、大部分は河口附近の浅海に沈積し、粒子のこまかいものは更に海流に運ばれて、遠くの海底に積もって行く。

氷山によって運ばれる岩石や砂は、寒流に乗って海の比較的廣い面積にばらまかれる。

また比較的浅い海にはいろいろの生物が繁殖し、これが死ぬと、その石灰質の貝がらや骨格を海底に積み重ねる。

海底火山の爆発によって生ずる火山灰や、大陸から飛んで来るこまかい ちり が海底のあらゆる部分に降下して、海底土は次第に厚さを増して行く。

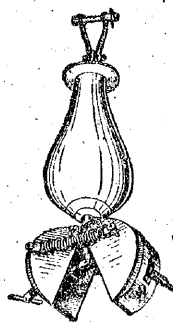
この海底土を浅海から深海に向かって順次に採集してみると、陸地に近い所からは砂とどろとが取れ、深さが2000-



3000 m になると、青灰色からいくぶるかっ色をおびたどろが取れる。

4000 m 附近では、おもに小さな生物の石灰質の残

がいが集積してできた少しかさ色をおびた白色のやわらかいどろが取れる。更に深くなると河のどろも生物の骨格もなくなり、こまかいちりばかりから成る赤かさ色の粘土となっ



ている。太平洋底はその面積の半ば以上がこのかさ色の粘土でおおわれている。

これらのどろは図のようなどろ取り器で取って調べることができる。しかし、この方法では海底のごく表面のものだけしか取れないので、近ごろでは、長さ数メートルの金属の筒を大砲につめて海底におろし、そこで、下向きに発射して筒を海底に打ちこみ、ある厚さのどろを

取って海底のようすを調べている。深海の底1 mの層は、地球の歴史の何万年を語るか、興味の多い資料である。

4. 海水の成分

1. 海水の中にはどんなものが溶けているか

〔近くの海についての研究〕

100 g の海水を煮つめて残った物の重さを測ってみよ。また、その形と味とを調べよ。

- (1) 流れこむ川があればその附近の水についても試みよ。
- (2) 海水の比重も調べてみよ。
- (3) 水分が蒸発した時に残った物の重さを、次の表から計算し、上の実験の結果と比べてみよ。

海水にはいろいろな物が溶けている。上の実験で、残った物は一つの化合物ではなく、いろいろな化合物のまじったものである。

海水に溶けている塩分の量は、所によって違うけれども、平均してみると、次のような割合になり、海水1 lの中に35 gの塩分がある

海 水 100 g 中 の 量	
水	96.50 g
食 塩	2.72
塩化マグネシウム	0.38
硫酸マグネシウム	0.16
硫酸カルシウム	0.13
硫酸カリウム	0.09
炭酸カルシウム	0.01
臭化マグネシウム	0.01

* このように、海水にはいろいろな塩分を含んでいるため、金属を海水中につけておくと、ま水の中におくよりもおかしなやうになる。アルミニウム・ジュラルミンなどは、食塩によっていちじるしい害を受ける。それで、船などはその表面にペンキを塗って、さびるのを防いである。

ことになる。これは溶液としては非常にうすいものであるが、全体の海水の量が極めて多いから、その中の塩分はおびただしい量になる。海水が塩からいのはおもに食塩のためであるが、苦味があるのはマグネシウム化合物があるからである。粗製の食塩が空気中で水分を吸って溶けて来るのは、このものためである。このように、固体が大気中で水分をとって溶ける現象を潮解という。

問 海水でぬれた衣類が乾きにくく、また汗のついた衣類が、しめった日にじとじとするのはなぜか。

2. 海水の塩分はどうしてできたか

わが国のような島國にあつては、雨水や雪の水の大部分は、海水から蒸発した水蒸気が凝結して降下したものと見える。その水の一部分はそのまま蒸発するか、または地土・地下にしばらく留まるけれども、大部分は河水となって再び海へ帰る。この大規模な水の循環は、一日として休むことはない。

しかし、雨水は決して純粋な蒸溜水ではない。水蒸気から雲になる場合には、普通空気中の小さな粒が中心となって、その水滴ができるのである。その中心となる粒が、海上では波や風に吹き飛ばされて空中高く舞い上がった塩の粒であることが多い。なお、雨が地上に落ちるまでには、空気中にあ

るいろいろなものが雨に溶けこむ。これは、おもにアンモニ-

ヤ・硫酸・亜硫酸・硝酸などの化合物で、都会地の雨ほどまざりものが多い。地上に落ちた雨水は、土の中の可溶性成分を溶かし出し、河水となって海に注ぐ。この結果、河口に近い海水中の生物は、貴重な栄養をとることができるのである。

駿河湾の漁獲高の多いのは、湾内に流れこむ河が特に、りん酸塩を多量に含むからであるとさえいわれている。

このように、河水はいろいろなものを溶かしているけれども、溶解物の全量は、1l 中1g にも満たない極めてうすい溶液である。河水に比べると、海水は非常に多量の塩分を含んでいることになる。

どうして、このように多量の塩分を含む水が、これほど多量に地球表面にたまったのであろうか。

河水によって運ばれた塩分が、だんだんたまって濃さを増したのではないかと説く人もある。しかし、これだけでは十分説明できない点がある。

おそらく、海洋がはじめて地表にできた時代に、はげしく起った火山の作用によるものであろう。その後、河水によって塩分が注入され、また、その後の火山作用によって成分の変化が起ったであろうけれども、だいたい、原始海の時代から今日まで、あまり大きな変化はなかったであろうと考えられている。

海水が河水と違う点は、塩分の量以外に塩分の組成がだいぶ違っていることである。河水では、炭酸カルシウム・硫酸

マグネシウム・食塩の順に少なくなっているが、海水ではこれと反対である。炭酸カルシウムは、海中にすむ生物がその骨格や貝殻を作るのにたくさん消費し、また、これらの生物が死ぬと、その骨格や貝殻は大部分海底にたいせきするから、海水中の炭酸カルシウムの減り方が大きい。

前にかかげた表のほかに、海水の中には微量ではあるがいろいろな物質が含まれている。海水はほとんど無限といつてよいほど存在するのであるから、これらの物質を取り出す良い方法が発見されれば、ほとんど無盡蔵の宝庫として役立つわけである。現在では、食塩その他比較的多く含まれている塩類だけを利用しているに過ぎない。四面を海でかこまれているわが国としては、これらの有用物をどのように利用するかは重要な問題である。

3. 食塩はどのようにして作るか

〔近くの海についての研究〕

どのようにして海水から食塩をとっているか。

- (1) 海岸のようすはどうか。
- (2) 気候の状態はどうか。
- (3) 一年にどのくらいとれるか。

食塩は、天然に非常に広く分布されている。土・河水・井水に多少の食塩が含まれていないものはほとんどないであろうし、生物のからだの中にも少量は

存在する。しかし、食塩の原料として重要なのは岩塩・塩湖・海水である。

岩塩はまれに地表あるいは地表から数メートルぐらいの浅い所にあることがあるが、普通はもっと深い所に層をなしている。純粋な食塩の一つの結晶は無色透明であるけれども、岩塩は白色、または微量の不純物のため多少着色しているのが普通である。

岩塩は中国の四川・雲南・蒙古とか、ペルシア・トルキスタン・アラビア、または南米のアンデス山地方などに存在するけれども、実際に探掘して利用しているのは欧米である。ウィーリッカ(ポーランド)の岩塩は、11世紀から知られ、質が純粋なので有名であり、岩塩坑の内部には塩の宮殿が作られている。ドイツの中部の地下には広い範囲にわたって岩塩があるようである。その中でもスタスフルト附近のものが古くから有名で、地下300-400mの所に厚さ数百メートルの層をなしている。アメリカではオンタリオ湖南岸のレトソフ及びテキサス・ミシガン・カンザス等から産出する。

塩湖は、雨量が少なく蒸発が早い地方に存在し、ソーダ・カリウム塩等を含む場合もあるが、食塩をおもな成分とすることが多い。塩湖は世界各地に散在しているけれども、その中で最も恵まれているのは、アメリカのグレートソルトレイクであろう。湖水の中に溶けている全塩分の量は15-23%、そのうちの約85%は食塩で、硫酸カルシウムや塩化マグネシウムを伴なうことが少ないから、製塩が非常に楽である。しかも、湖の広さはわが琵琶湖の9倍もあり、雨は年に10日ぐらいしか降らないという製塩につごうのよい条件を具えている。

製塩法については、各民族とも古くから苦心して來たが、一塊の岩塩も産出しないわが国では、海水から優良な食塩をいかに安く多量に製造するかということが重要な問題である。海は地球上最大の食塩の貯蔵庫といえることができる。

問1. 海水中に含まれている食塩の量は、わずかに2.7%内外である。これから食塩をとるには、どんな困難と不利とが伴うであろうか。

問2. 海水から食塩をとる場合、最も有効にまた経済的にするには、どんな条件が必要であろうか。

・アフリカ・アラビア(遠海塩)・台湾・関東州・満州・朝鮮(近海塩)などで行われている天日製塩法は、太陽熱と風とを利用して最も理想的に水分を蒸発させている。

わが國のように雨量が多く、しかも降雨がひんばんな所では、この方法は行われない。

海水の塩分の量は、特別の場所を除いて大差はないから、わが國の製塩には、海水中の塩分の多少よりも次のことが重要である。

なるべく雨量が少なく、風があって蒸発量の多いこと。

海岸が遠浅で、潮の満ち干が巧みに利用できること。

風波の被害の比較的少ないこと。



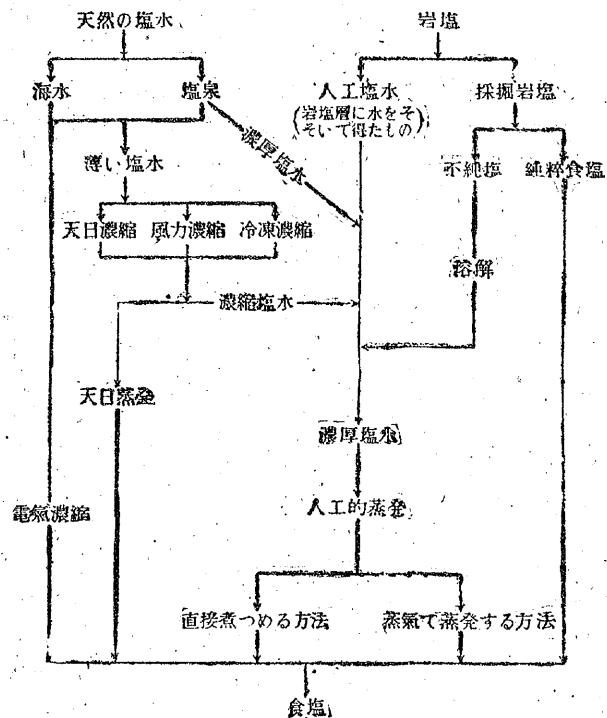
瀬戸内海沿岸はこれらの条件を具えているので、古くから製塩業が発達したのである。

わが國で行っている塩田法は、

海水を砂にかけ、水分を蒸発させてから、再び海水に溶かし

て濃い食塩水を作り、かまで煮つめて食塩を結晶させるのである。かまの中に残る母液は、にがり といって、この中には多量の塩化マグネシウムを含んでいる。にがり は豆腐の製造に用い、またマグネシウムをとる原料となる。

おもな製塩法



4. 食塩はどんな元素からできているか

実験 和紙に水と食塩水とを別々にしみこませて、ほのおの中に入れ、食塩水ではほのおが黄色に輝くことに注意せよ。

海水についても試みよ。

この実験でほのおがいちじるしく黄色になったのは、食塩の中にナトリウムが含まれているためである。

炭酸ソーダ・かせいソーダ等もナトリウムの化合物である。これらの水溶液についても上と同様にして、ほのおが黄色になるのを確かめてみよ。

実験 食塩水に硝酸銀の溶液を滴下して、液が白く濁ることに注意せよ。

塩化カルシウム・塩化アンモニウム・塩酸などの水溶液についても試みよ。これは、食塩の中に塩素が含まれているためである。

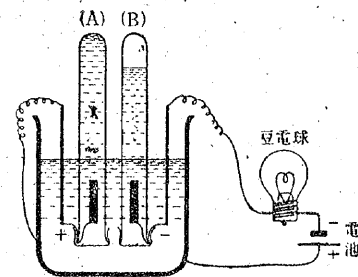
これらの実験から、食塩はナトリウムと塩素との化合物の

* このように、無色のほのおに色をつけるものは、ナトリウムのほかに次のようなものがある。そのほのおの色によって、その中に含まれている元素の種類を知ることができる。カリウム……赤紫、カルシウム……赤、ストロンチウム……深紅、バリウム……緑、銅……青。

ように考えられる。次の実験により更にこれを確かめてみよ。

実験 2本の炭素棒の端にそれぞれ銅線を巻きつけ、この銅線に溶けたパラフィンを塗って電極を作る。2本の試験管に食塩水を満たし、

図のように食塩水の中にさかさに立て、これに用意した電極を入れ、直流を通じてみよ。陽極のある試験管(A)及び陰極のある試験管(B)で



はそれぞれどんな変化が起るか。

しばらくして電池をはずし、試験管を取り出してみよ。試験管(A)の中の液体には特殊のにおいのあることに注意せよ。試験管(B)にたまった気体に点火してみよ。

(B)の中の液体の一部に、フェノールフタレンまたは赤色リトマス液を入れて反応を見よ。

食塩の分解の結果、陽極では塩素ができて水に溶ける。陰極ではナトリウムができ、すぐ水と反応して、水素とかせいソーダとができるのである。

このようにして、食塩は塩素とナトリウムとの化合物であ

ることがわかる。

食塩水の電気分解は、かせいソーダの製造に利用している。

5. 食塩はどんなに有用か

研究 家庭では食塩をどのように使っているか。一人一年間の使用量はどのくらいにあたるか。

私たちが健康を維持するためには、1年に10kg弱程度の食塩が必要である。食塩は働くのになくしてはならないものであって、ことに肉体労働をする者は、汗とともに失われるから余分にとる必要がある。日常、みそ・しょうゆ・つけ物として、また他の食品にまぜてとっている。

このように食塩は、食用として大切なばかりでなく、アルカリ工業の最大の基礎原料として極めて重要なものである。なお、家畜の飼料、魚肉・獣肉・獣皮の塩蔵にも用いられる。

研究 健康を保つために食塩が必要なことは、人も獣も変わりはない。獣類は自然界にあって、どのようにして食塩を補給しているだろうか。

アルカリ工業は、炭酸ソーダ・かせいソーダ・炭酸カリウム・かせいカリ等のアルカリ塩類を作る工業のことであって、

そのうち、炭酸ソーダ・かせいソーダの製造はこの工業の幹となっている。

各国とも昔から せんたく・製紙などにはアルカリを必要とし、それには通常、木の灰等から作った炭酸カリウムや天然ソーダを使ったものである。天然ソーダの有名な産地は、エジプト及びアメリカのカリフォルニアにある湖である。天然ソーダは運搬や精製等に経費がかかるので、アルカリ工業の原料としてはあまり重要でない。

18世紀になってイギリスの もめん工業が一大発展をし、せっけん及びアルカリの使用量が急増し、またガラス工業も盛んになったので、今までの原料では不足するようになった。

1791年フランスでは、食塩から炭酸ソーダを作る方法の懸賞募集をし、ルブランが当選したが、その方法はフランスよりもイギリスで発達し、その後約100年間行われた。

1865年ベルギーのソルベールが、食塩と石灰石をおもな原料として炭酸ソーダを作る工業的技術に成功し、ルブラン法より経済的なため、次第にこれを駆逐するようになった。

炭酸ソーダはガラスの製造及び かせいソーダの原料として多量に用いられ、硫酸とともに化学工業薬品の兩大関と考えられるものである。工業上多量に使用するには粗製のソーダ灰(主成分は炭酸ソーダ)を用いる。

炭酸ソーダの性質を調べよう。

実験 炭酸ソーダの結晶を調べよ。

これを少量の水に溶かして赤色リトマス紙で調べよ。次に溶液を二分して、一方には油数滴を加えてよく振ってみよ。

他方には毛糸と もめん糸とを入れて熱し、その結果を、かせいソーダの時と比べてみよ。

炭酸ソーダの結晶を試験管に取り、塩酸または硫酸を少量加え、発生する気体を石灰水中に導いて、白濁するのを確かめよ。この気体は炭酸ガスである。

炭酸ソーダは無色の結晶で、空気中に放置すると、その表面が風解^{*}して白色の粉末となる。水によく溶けてアルカリ性を呈する。

化学工業でアルカリを必要とする場合、石灰^{**}でまにあえば一番安いのであるが、石灰は溶けにくく、また、その化合物には水に溶けないものが多いから、いろいろ不便を起すことがある。このような場合には一般に炭酸ソーダが使われるが、アルカリの強さが足りない時は、かせいソーダが用いられる。

問 酸性の畑に石灰をまくと、どんな効果があるか。

かせいソーダは最も強いアルカリである。人造絹糸・スフの製造に極めて多量に使われ、また、せっけん・染料の製造や、その他化学工業薬品として廣く各種の方面に用いられている。

かせいソーダの性質を調べよう。

* 結晶がその中に含んでいる水分を失って粉末になる現象を風解という。

** 石灰は俣所・みぞ等の消毒に用いる。

実験 かせいソーダを試験管に取り、しばらくそのままにして、自然に溶けるようすを観察せよ。

少量の水を加えて溶かし、発熱することに注意せよ。

これを二分し、一方に数滴の油を落とし、よく振ってみよ。

他方に毛糸・もめん糸を入れて熱してみよ。

炭酸ソーダの時とどう違うか。

かせいソーダは通常棒状または塊状のもろい固体で、空気中に置くと、水分や炭酸ガスを吸収する性質がある。

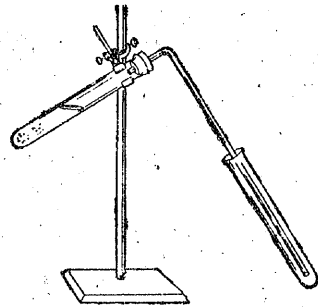
その溶液は皮膚や衣服をおかすから、取り扱いに注意しなければならない。

かせいソーダを作るには、炭酸ソーダからするものと食塩水の電解によるものとある。食塩水を電解して かせいソーダを作る時、副産物として水素・塩素が得られる。水素は硬化油などの製造に用い、塩素は多く さらし粉とする。また水素と塩素とを反応させると、はげしく化合して塩化水素ができるから、これを水に吸収させて純粋な塩酸を作る。塩酸はまだ食塩に硫酸を加えて熱してもできる。

実験 試験管に食塩を入れ、これに硫酸を静かに加えて

* 一般に水産動物の油(ニシンやイワシをしぼって得られる魚油及び鯨油など)は、環境が低温のため悪臭があり、変化しやすいので用途が非常に少ないのであるが、これに水素を化合させて硬化油にすると、白いかたまった油となり、悪臭がとれ、せっけん・グリセリン・ろうそくの原料または食用油となる。

徐々に熱する。空気中に出る気体の有様を見よ。この強い刺激性の気体を塩化水素という。図のように誘導管を乾いた試験管の下部まで入れて塩化水素を集めよ。これに堅く



せんをして水の中にさかさに入れ、水の中でせんをはずしてみよ。水が勢いよく試験管の中に昇って行くであろう。うまくいかぬ時は、この試験管の口をおさえ、水中より取り出してよく振り、再

び水中に倒立してみよ。

この試験管の液中に青色リトマス液を加えてその変化を見よ。

塩化水素は空気より重く水に溶けやすい。

研究 塩化水素が空気中で白煙を生ずるのはなぜか。

塩酸は水銀・銀・銅・鉛などを除くほかの金属を溶かして水素を発生する。いろいろな薬品・染料の製造、金属のさびとり等に用いる。

6. 海水の中には気体が溶けている。それは、どんな働きをしているだろうか

〔近くの世界についての研究〕

海水中の酸素が欠乏したために、生物が死滅した事実はないか調べてみよ。

池や河の水に空気が溶けているように、海水の中にも空気が溶けている。大気中の酸素が大部分の生物の生活に欠くことのできないものであったように、水中に溶けている酸素も水中生物にとって極めて大切なものである。

問 空気中の酸素と窒素との割合はどれだけか。

空気が水中に溶ける場合には、その組成のまま溶けないで、およそ酸素1に対し窒素2の割合であって、酸素は窒素に比べて割合に多く溶ける。

その溶ける割合は、水温が低く塩分が少ないほど大きい。また、風が強く吹いたりして、水面が動揺する時ほど、よく溶ける。

寒流には暖流よりも酸素が多い。生物が好んで寒流に集まる一つの原因はこれにもよるであろう。それで、海水中に溶けている酸素の状態を、水平的にも垂直的にも調べておくことが漁業上必要になる。

気体の水に対する溶解度 (各温度において1気圧の気体が水1ccに溶ける容積を、0°、1気圧の時の容積に改めた値、単位はcc)

気 体	0°	20°	40°	60°	80°	100°
アンモニア	1176	702	—	—	—	—
亜硫酸ガス	80	39	19	—	—	—
塩化水素	507	442	386	339	—	—
空 気	0.029	0.019	0.014	0.012	0.011	0.011
酸 素	0.049	0.031	0.023	0.019	0.018	0.017
炭酸ガス	1.71	0.88	0.53	0.36	—	—
窒 素	0.024	0.015	0.012	0.010	0.0096	0.0095

炭酸ガスは酸素よりも、もっと水に溶けやすい。海面に近い所では、大気中の炭酸ガスと海水中の炭酸ガスとよくつりあいを保っている。大気中の炭酸ガスの量が増せば海水中によけいに溶けこみ、反対に、大気中の炭酸ガスの量が減れば、海水の中から大気中に炭酸ガスを出して補うようになる。動物が多い所では、酸素が消費され炭酸ガスが増し、植物の多い所ではこれと逆になることは、陸上と同じである。

問1. サイダーのせんをあけるとあわが出るのはなぜか。

問2. キンギョを飼う時、水草を入ると、どんな効果があるか。

研究 航跡に残る白いあわはどうしてできるか。また、プランクトンがいる所では、海水の温度が上がると、あわがでやすいのはなぜだろうか。

海水の温度・塩分・溶解性酸素量の垂直分布(大西洋の赤道及びその両側)

緯度 緯度 深さ	水 温			塩 分 (千分率)			溶解性酸素 (%)		
	27°W	30°W	34°W	27°W	30°W	34°W	27°W	30°W	34°W
	27°N	3°S	17°S	27°N	3°S	17°S	27°N	3°S	17°S
0	22.9	25.5	23.9	37.2	35.9	37.0	100	97	103
50	20.6	25.3	23.9	37.1	35.9	37.0	99	96	97
100	19.9	18.8	23.8	37.1	35.7	37.0	99	96	98
150	—	13.0	21.5	—	35.2	36.6	86	49	96
200	17.6	12.3	18.7	36.6	35.2	36.1	85	43	77
400	14.5	9.8	11.3	36.0	34.7	34.9	76	45	61
600	11.7	5.4	6.1	35.7	34.4	34.5	66	55	60
800	9.9	4.3	3.8	35.6	34.5	34.4	56	50	60
1000	8.3	3.8	3.3	35.4	34.6	34.5	56	54	59
1500	5.9	3.9	3.9	35.3	34.9	34.9	66	72	71
2000	4.2	3.3	3.5	35.2	34.9	35.0	75	79	78
3000	2.8	2.8	2.8	35.0	—	34.9	74	74	78
4000	2.5	0.7	0.4	34.9	34.7	34.8	70	—	—

5. 海洋と生物

わが國のように海岸線が長く、しかも各種の海流が入りまじっている所では、海中の生物の種類も量も多い。食用・工業用その他に利用されて、私たちの生活を豊かにしている。

1. 海の生物は陸の生物とどんなに違うか

海は地球の $\frac{2}{3}$ 以上の廣さがあり、陸上よりたくさんの生物がすんでいる。またその種類も非常に多いが、私たちは陸上の生物を知っているほどには、海洋の生物を見ていない。

陸地の動植物が、隣りあった二つの島でもすっかりようすが変わっている場合があるのに反して、海はどこまでも続いていてしかもその状態がだいたい似ているので、場所によって種類が違ふということが、陸上の場合ほどはなはだしくない。水温・塩分・日光・海流及び水深などの影響がその分布を支配している。水温はだいたい緯度が高くなるにしたがってさがって行くけれども、海流のために緯度の高い所でも暖かい海もあり、また、緯度の低い所でも比較的つめたい海もある。その上、塩分の多少は海水の密度に変化をあたえるから、上層の水が暖かく下層の水がつめたいとは限らない場合がある。

また、日光が海中に達する深さには限度があるから、深海の魚類はとこやみ暮らしである。深さ 400 m ぐらいにすむ

魚は特別に大きな眼を持っているし、中には発光器を持っているものもある。深くなるにしたがって、もはや眼は役立たなくなる。このような所にすむ魚は、眼は小さく、または全然盲目のものばかりとなる。その代わり、ひげが発達し口の大きいものが多い。これらの魚を深海魚と呼んでいる。このような深海では日光がないので、植物は同化作用を営むことができず、植物をたべて生きている動物もすむことはできない。

海そうは陸上の植物のように、葉・莖・根のような部分を具えているものもあるが、これらの内部を調べてみると、みな一樣な構造からできている。根のように見えるものは、海中の岩石に附着するだけの用をして、水分・養分はからだの全面からとっている。

海そうの生活には日光が必要であるから、日光が十分でない深い所には繁茂しない。だいたい浅い所には緑色のそう類、やや深くなればかっ色のそう類、更に深い所には紅色のそう類が繁茂している。

実験 魚類について、

からだの形

運動の仕方

皮膚のようす

呼吸の仕方等

を調べてみよう。

水中は空中よりも動く時の抵抗が大きいから、魚類のからだは運動につごうのよいような形になっている。

陸上動物の歩行には、筋肉の伸び縮みのために大きな内抵抗がある。魚類では、推進のためだけで体重をほとんど支える必要がないから、筋肉の動かし方は少なく、したがって、体力の消費が少なくて大きな行動ができる。その生活範囲は多く立体的で、浮き沈みを自由に行う必要があり、また空気中よりも少ない酸素で呼吸作用を営んでいる。

生物がその習性に便利な形を具えていることは、考えてみれば、おもしろいことではないか。なぜこのような関係があるのか、環境や習性が変われば形も変わるのか、また生物の種類が違えば、なぜその形が違うのかなど、考えて行けば、いろいろな疑問が限りなくわいて来ることであろう。

研究 海にはクジラのような巨大な動物がいる。陸には、これにひってきする動物がいないのはなぜだろうか。

2. 海そう はどんなに利用されているか

〔近くの海についての研究〕

海そう はどんな所にはえているか。

- (1) どんな種類の海そう がとれるか。深さによってどんなに違うか。

- (2) それはどんな方面に利用されているか。

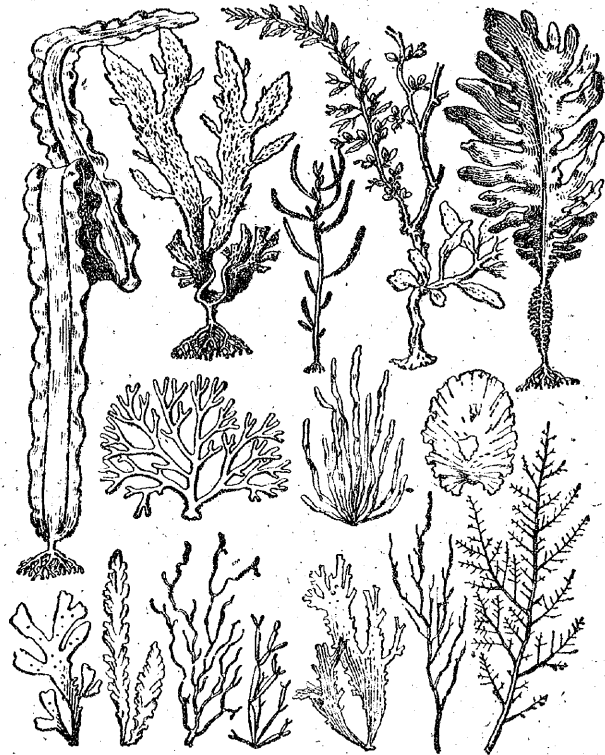
寒暖両流に洗われるわが國の沿岸は、海そう の種類に富み、その量も豊かである。これらは食用に、薬品製造の原料に、また肥料によく利用されている。

食用に供される海そう はワカメ・コンブ・アラメ・ヒジキ・アサクサノリ・テングサ・アオノリ等で、カリウム・よう素(沃素)・臭素などの元素の化合物の原料としては、大部分の海そう が役立つ。そのうち特に かっそう(褐藻)類が重要である。

カリウムやその他の元素の化合物をとるには、採取した原そう を海岸で天日で乾かした後、これを焼いて海そう灰(ケルプ)を作り、これを水で浸出して得た液から、それらの有用物を取り出す方法が行われている。

カリウム化合物は肥料その他に用い、よう素・臭素は医薬または写真用の薬を作る化合物の原料として用いる。

かっそう類は寒流流域によく繁茂し、わが國では北海道沿岸に多く産じ、カリ原そう の宝庫の感じがある。紅そう類のテングサは ところてん として食用にし、また、更にそれを寒気で凍らし日に乾かして寒天にする。寒天は菓子製造に用いるほか、細菌類の培養基としても重要なものである。それは、寒天には各種の細菌や酵素などによって分解しにくい性質があるからである。しかし、食用としては消化はよくない。フノリは織物の のり に、ツノマタは壁用の のり に用いる。



海そう

左→右 コンブ アラメ ヒジキ ホンダワラ リカメ
ミル アオノリ ボタンアサ
ツノマダ アサクサノリ モズク フノリ トサカノリ オゴノリ テングサ

3. プランクトンとはどんなものか

〔近くの海についての研究〕

水面近くをこまかい目の網を引いてみよ。

(1) 網の底にたまった ごみ を少量の水に浮かせて顕微鏡で調べよ。

(2) 池や湖についても調べてみよ。

夏の夜の海で波頭が青白く美しく輝いて見えることがある。朝になって波打ちぎわに行ってみると、うす赤い小さなつぶつぶのものが無数に波にただよっている。これを顕微鏡の下で見ると、円い袋のような微生物であることがわかる。これは夜光虫という単細胞動物である。これらの微生物は水面近くに浮かび、自分の力でも少しは泳ぐが、大部分は水の流れにつれて運ばれる。

このような生活をするものには、エビ・カニ・貝などの幼生もいる。東京湾の本牧沖あたりに、時に赤かっ色の潮が見られることがある。これを赤潮と呼んでいる。これはらんそう(藍藻)類というごく簡単なからだを持った植物の一種が、一時に繁殖したためである。このように、海中にただよって生活している小さな動物や植物をプランクトンと呼んでいる。

これらのプランクトンが魚類の食物として重要な役割をしていることはすでに学んだ通りである。

水面近くにいるプランクトンには色素のないものが多い。これらは光によってあまり影響を受けないものもあるが、大部分は、日中は少し深い所にはいて光の影響を避け、夜になると表面近くに出て来る

4. 波打ちぎわの生物はどんな生き方をしているか

〔近くの海についての研究〕

潮干狩りの時の調べ

(1) 潮干狩りに行くのは何日ごろがよいか。

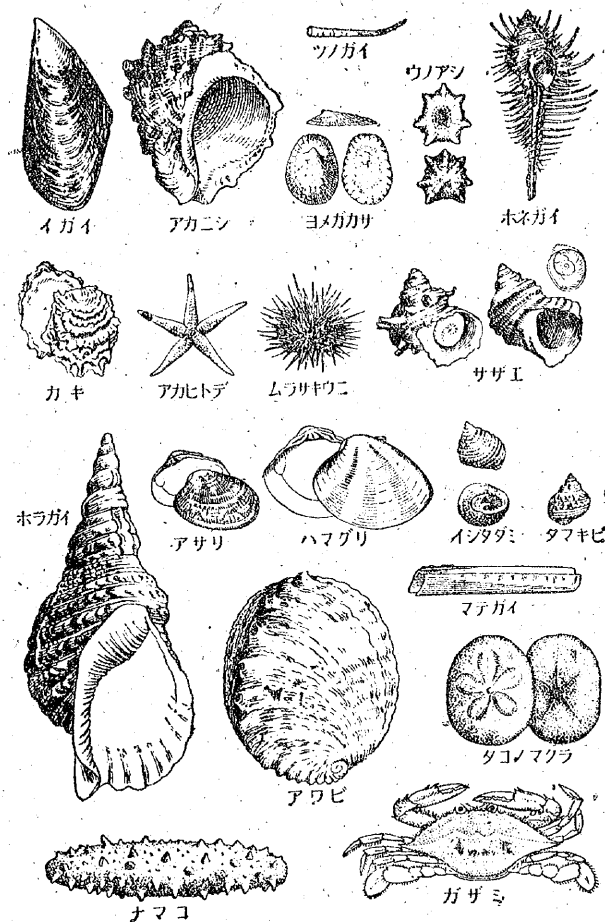
(2) どんな生物がいるか。

その種類・形・習性

潮の満ち干という大きな変化に対する動物の動作

波打ちぎわは、満潮の時には海中に沈み、干潮の時には空气中にさらされる所である。干潮の時に雨や雪が降れば、空气中に出た部分は淡水の影響を受けるし、太陽が照っていれば、日に照らされてすっかり乾いてしまうことさえある。河が注いでいる所であれば、海水の塩分は淡くなり、また、河水が濁っている時は附近の海水も濁る。このような場合は、運び出された だろ で海底は沼のようになっていることもあるし、小じゃりが運び出されていることもある。

このように、波打ちぎわといっても、その海の様子は千



差万別であるが、温度の変わりやすいこと、雨・汚水・日光・空気などの影響が大きいことは変わりはない。

このような場所は、夏は暑い日光にさらされ、冬はつめたいう雪や雨にぬれるから、温度の大きな変化に耐え、また空気中に出て海水中にはいっても生きていられる生物でなければ生活していけない。したがって、そこにすむ生物はいきおい、その種類に限られ、いろいろな悪い条件にも適應して生きているのが見られる。

満潮線より上で、絶えず波のしぶきをあびている所にすむ動物は空気呼吸を営み、堅いからでからだを乾くことを防いでいる。

河口の岸では海水にすむものと淡水にすむものとが雑居している。このような所には栄養になるものが多く、カキなどの食物になるけいそう(珪藻)がふえるから、カキその他の養殖場が作られる。

堅い岩ばかりのいそには、ほかの場所とは違った生物が見られる。定着性をもった動物は、たいていこの岩の上に見出される。カイメン・イソギンチャクの類がその代表的なものである。その多くは植物のように芽を出してふえ、枝のようになったり、また、かたまりになったりして、岩を一面におおって、多くの個体が一つの共同体を作っている。

石灰石・凝灰岩などのやわらかい岩に孔をあけてすみ、そのからだを保護している生物は相当に多い。そのうちウニ類

はよう岩などのような堅い岩にさえ孔を掘ってすんでいる。また他の動物が掘って、からになった孔へ、はいりこんでいるものもなかなか多い。

岩の上にむき出しになっている動物の中には、外敵に備えて武器を持っているものがある。カイメンのとげはよく知られている。巻貝の類はからが厚くて堅く、また、たくさんのとげを持っているものもある。エビやカニの類はみな堅くてとげのある甲をかぶっている。ウニやヒトデの類も同様に身を守っている。

堅いからをかぶっているものは、他の動物の攻撃から身を守るばかりでなく、荒波にもたそざれる時身を守ることにもなる。

打ちよせる波の影響は砂浜より岩のいその方が大きい。岸が外海に面し、打ちよせる波が荒いほど、そこにすむ動物は特殊なものに限られる。

岩ばかりの海岸では、満潮の時も海面より上であるのに、海中の生物のすむ地帯がある。これは、いつもしぶきや大波によって岩のへこみに水がたまり、小さな池がたくさんできている所で、こんな所では日の照る時はどんどん水が蒸発して塩分が濃くなり、雨の時は雨水がたまって塩分が非常にうすくなる。それで、ここではフムシの類、甲かく類のプランクトン、小さな巻貝などのような、水温の変化にも塩分の変化にも耐えられるものだけがすむことになる。

5. 魚はどんな所に多くすむか

〔近くの海についての研究〕

1. 魚や貝はどんなものがとれるか。種類が違えば形や暮らし方も違って来る。
 - (1) 岩のある いそ ではどうか。
 - (2) 砂浜ではどうか。
 - (3) 沖でとれるものは、どんなものか。
 - (4) その種類は季節によって、どう変わるか。
 - (5) どんな つり場があるか。
 - (6) よくつれる時刻は、潮の満ち干と、どんな関係があるか。
2. 漁法・漁具はどのようなものが使われているか。
 - (1) それは魚類の習性とどんな関係があるか。
 - (2) 改良すべき点はないか。
3. 魚や貝はどのように加工しているか。
 - (1) どんな種類の魚や貝が使われるか。
 - (2) 加工上改良する点はないか。

漁業は、わが國でも農業と平行して古くから行われて來たけれども、海洋を漁業の立場から研究するようになったのは比較的新しいことである。

海洋は廣大なものであるけれども、そのどこにでも同じよ

うに生物がすんでいるのではない。漁場として経済的に有用な生物をとることができるのは、ある限られた範囲であって、陸地からおよそ 500 海里以内、深さ 600 m ぐらいまでである。遠洋漁業といわれるものも、その多くは根拠地から漁場までの距離が遠いだけであって、漁場は必ずしも陸地から遠く離れた沖合ではない。

なぜ、このように漁場が陸地に近い沿海または海の上層に限られるのであろうか。

生物が生きていくためには光・熱・栄養が必要である。沿海は光・熱に恵まれ、陸地から運ばれる栄養分も多いのでプランクトンの成育に適し、これを食物としている魚類の増殖にもよい。大洋の表層もこれらの点で浅海と似ている。

漁場は決して一定の場所に固定しているものではない。魚類は食物を求めため、また自分の子孫を残すため、それに適した場所を求めて移動する。一方、海洋中の海流・温度・塩分・氣體などは、場所により時にしたがっていろいろに変わり、その変化が、またプランクトンや魚貝類の増減に関係して來るから、これらの生物は絶えず移動することになる。

漁場を選ぶには、魚貝類の性質にしたがい、以上のことを考えに入れて決定する必要がある。

次に、海の深さ、海底の形、水温・塩分・海流・潮目と漁業との関係を調べよう。

1. 海の深さが生物の生活に密接な関係があることはすで

に学んだ。わが國の太平洋側のように海底の傾きが急で、陸地からわずかな距離で深海に達する所では、沿岸性の魚、すなわちタイ・ヒラメ・カレイ・ホオボオ・グチなどのすみ場所は非常に狭くなる。外洋性の魚、すなわちマグロ・カツオ・サバ・カジキ・トビウオ・サンマなどは広い範囲を泳ぎまわるから、それらの漁場は陸地からの距離とは関係があるけれども、深さとはあまり関係がない。

2. 海底の形はどんなに影響するだろうか。海底に盛り上がった所があると、海水はこれに突き当たって上向きの流れができ、植物の栄養になるりん酸や硝酸塩をたくさん含んだ下層の水が上層に運ばれる。プランクトンはこれを栄養として繁殖し、プランクトンを食物とする魚類が集まることになる。わが國の近海にはこのような漁場がたくさんある。

天然にこのような場所がない時は、ついきそといって、古い船などをそのまま、またはえさになるようなものをつめて適当な深さの海底に沈め、下等生物の増殖をはかり、これを求めて集まって来るサバ・アジなどのつり場にしている。

3. 水温はどんなに関係するだろうか。暖海・寒海にはそれぞれに特有の生物がすんでいる。一般に外洋性の生物は、沿海性のものに比べると、温度の支配を受けることが多く、寒帯の生物もその影響を受けることが大きい。

このように、魚はその種類によって適温の範囲があるから、漁場を選ぶには温度計を使って水温を測るのがよい。

季節的に、氣象的に、また海流の変化のために、水温がいちじるしく変化すると、魚は適温を追って移動するものである。カツオ・マグロ・サバ・ブリなどは数百海里の範囲を南北に季節的に移動している。

4. 塩分の濃淡は、どんな影響をあたえるか。ハビ・キス・ボラ・コチ・クロダイ・コノシロ・スズキ・イワシなどの魚類、アサリ・ハマグリ・カキ・タイラギ・アゲマキなどの貝類、アサクサノリ・オゴノリなどの海藻類は、塩分のうすい内湾・内海、または外海でも淡水が流入する沿岸に近い場所に好んですむ。

温度の変化と同じように、降雨とか海流とかによって海水の塩分に急激な変化が起れば、これらの生物はその場所を変え、貝などは死に絶えることがある。

5. 海流はどんなに影響するか。北方の寒流流域では、四季の海洋の変化が少なく、生物の量は多いが種類は少ないので、あまり漁場の変化はない。

南方にむかうにしたがって、南下する寒流と北上する暖流とが入りまじって複雑な形を作り出すから、魚群の集まったり散ったりするようすもいろいろに変わって来る。

更に南方にくだって暖流流域にはいると、海洋の変化は再び単調になって、魚も少なくなる。

6. 温度の違う海水が相接すると、なかなかまじりあわないで、空気の場合のように不連続線ができる。この不連続線

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、また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、プランクトンが繁殖し、つめたい方にいる魚と暖かい方にいる魚とが停滞して大漁場となる。

6. 黒潮に乗る魚類

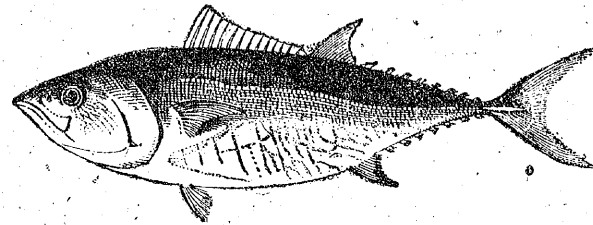
黒潮は大西洋の湾流に相当する大海流である。その流速は毎時2-7 km であって、この流れに運ばれて動く生物の量はおびただしいものである。この生物の量は黒潮系の暖水と親潮系の冷水とがまじる潮境で最大に達する。

親潮を北方からわが国への輸送路とすると、黒潮は、わが国と南洋とをつなぐ自然の大輸送路である。したがって、わが近海に來る魚群の行動は、この二大海流の勢力の消長に支配されることになる。

南洋から黒潮に乗って、はるばるわが国をおとずれる魚の大部分が目指す所は、食料の豊富な寒流と暖流の潮境であって、黒潮は、これらの魚にとっては進みやすい自然の道路である。

マグロ・カツオのような大洋型の魚の体形は流線型であって、泳ぐ力が非常に強い。からだの横断面は、ほとんど円形に近く、尾の方に行くにしたがって急に細くなっている。尾ひれは半月形で、板のように丈夫である。

これらの魚が黒潮に乗ってわが国の沿岸を北上するのは、



一つには食料を求めるためであり、また一つには、すむのに適する水温を追うためと考えられている。

南洋を故郷とするこれらの魚は、そこで生まれ、育ち、大きくなるにしたがって遠く北上し、春夏をわが国の近海で過ごし、豊富な食料を十分になべて、秋には南に帰って行く。

また、魚類は水温の影響を直接に身に受けるから、すむのに適する固有の水温が、それぞれぼさまっている。多くの魚は、だいたい15°から20°の間にすみ、これより高いものは暖水性、低いものは冷水性の魚と呼ばれる。

サケやマスは冷水性の魚であり、カツオやマグロは暖水性の魚であるが、同じマグロの類でも、種類により適温が違っている。伊豆近海では、12月初旬表面水温が17°ぐらいに下がると、マグロが来て翌年の4月まで漁が続き、その後水温が上がって18°を越えると、マグロに代わってメバチが來、20°を越えて、はじめてキハダがとれる。この関係からも、マグロが一番北まで分布し、キハダが南に多いわけがわかる。

カツオは太平洋岸に多く、日本海にはごくまれである。夏

季には北海道沖でもとれるが、南部の暖海では一年中とれる。

ウナギも、はるばる南方からわが國に來て一生の大部分を過ごし、また南方に去って行く。その産卵場所はまだわかっていないが、南方の深海で生まれ、黒潮に乗ってわが國に來て、河口に迷ふものと考えられている。このかわいいうなぎの幼魚が何千海里も移動し、しかも、10年近い淡水生活の後、再び深海の故郷へ産卵場所を求めて帰って行くその行動は、本能という以外には説明がないであらうか。

魚類ではないが、黒潮と関係の深いものにクジラがある。普通のクジラは、おもに冬季、黒潮流域に來て生殖をし、夏季には食料を求めて北太平洋方面に北上するものである。

しかし、マッコウクジラは、若い雄や老年の雄以外は、黒潮の流れを離れてつめたい水域に行かないものである。マッコウクジラは齒を持つクジラの一つで、雄は多くの家族をひきいて黒潮流域で生活している。金華山沖は、昔から有名なマッコウクジラの漁場である。

クジラにはこのほかナガスクジラのように、齒の代わりに、くし形の鯨ひげを持ったものがある。このなかまには大形のものが多く、夏季は極に近い寒い海洋に大群をなしてすんでいる。

クジラの肉は食用となり、ひげ・皮は工藝品に、脂肪は油脂工業の原料として重要なものであるから、わが國でもこの漁業に力を入れている。

むすび

原始時代には、人間はことごとくに自然にしたがい、これに順應することによって、その生活を安らかにしようと努力していたのに反し、現在私たちは、ある程度まで自然を征服することができたようにみえる。巨大な船は波をけて海洋を自由に航行し、航空機は昔の人の夢を実現して、大空を自由に飛ぶことができるようになった。

しかし、私たちが自然を征服するといっても、自然にそむいて勝手なことがらができるといふわけのものではない。現在私たちは、まだ多くの天災に対して完全な防備をつくすまで進んでいない。不意に大地震や火山の爆発におそわれて、悲惨な運命に会わなければならない場合もあり、また天候・気温のようなものも、その不順な時に、人の力で自由に調節することはまだできない状態である。いろいろな地理的環境なども、私たちに對して避けることのできない重大な影響を及ぼしている。

しかしこれらのすべては、たゞい現在において事実であっても、それが果たして將來でもそのままでなければならないかどうかについては、直ちにこの事実から結論することはできない。

自然には、私たちがどうしても越えることができない限界が自然法則として存在する。すべての事実、この法則にし

たがって、私たちの世界に現われるのである。

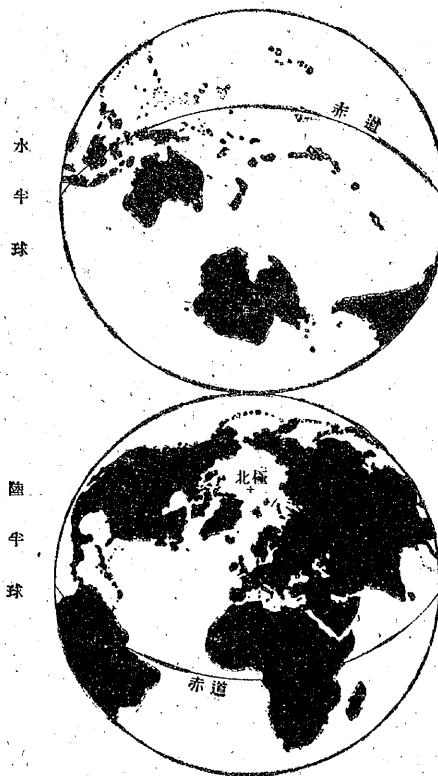
それであるから、私たちが自然を利用するにあたっては、まず自然法則がどんなものであるかを知らなければならない。自然を利用しようとするためには、ただこれに順應することによって、目的に達することができるのである。自然に最もよくしたがうものが、最もよくこれを利用することができるのである。

地球上に最も多量に存在する液体として、なぜ水が選ばれたのであろうか。氷の密度が他の多くの液体と違って、水の密度よりなぜ小さいのであろうか。水の比熱が他の液体よりも、なぜ特に大きいのであろうか。もし水がこのような特質をもたなかったならば、どうであらうか。きびしい寒さの時には、海水は現在よりもはるかに広い範囲にわたって、しかも急に凍るであらうし、氷塊は深く海底に沈んで、海中の動植物の生活を困難にしたであらう。

このようなことを考えると、自然は不思議なほど、実によく調和を保っている。

海を利用するためには海をよく知らなければならない。海は、どんなに私たちの生活に影響をあたえているか。海を理会することは、真に海を利用することのできる第一歩である。現在私たちは海の幸のほんの一部を利用しているに過ぎない。その利用の程度は低く、非常に不十分である。もっと海を研究し、海に親しみ、この大自然のふところに飛びこみ、とけ

こんで行くところ、海國日本の名にふさわしい私たちのとるべき態度ではなからうか。



おもな海洋

海洋名	面積	容積	最大の深さ	平均の深さ	全水深の平均水温	表面の平均塩分(千分率)
太平洋	$\times 10^6 km^2$ 1,657.2	$\times 10^6 km^3$ 6788.37	m 1,079.3	m 4097	°C 3.73	34.91
大西洋	8166	3148.22	8525	3850	4.02	35.37
インド洋	7344	2885.28	7480	3920	3.82	34.81
計	3,208.2	1,2821.86	1,079.3	3997	—	35.00
北極海	1435	167.94	>5440	1170	— 0.66	25.5?
オーストラリア海	813	88.48	7315	1089	6.90	33.87
アメリカ海(カリフォルニア湾)	458	95.79	6415	2090	6.60	35.95
地中海(ヨーロッパ)	297	42.49	4404	1431	13.35	34.85
バドソン湾	122	1.57	229	128	1.02	7.8
紅海	46	2.24	2211	488	22.69	38.8
バルト海	41	0.22	427	55	3.91	26.0?
ベルシア湾	23	0.06	91	25	24.0?	36.7
計	3235	398.80	7315	1232	—	30.7
ベーリング海	227	32.86	4091	1444	2.0	30.3
オホーツク海	151	18.95	3374	1270	1.50	30.9
東支那海	124	2.20	2681	177	9.29	32.1
日本海	104	15.97	3712	1530	0.90	34.1
フィリピン海	79	6.16	3641	779	10.09	31.5
イギリス海	57	0.54	680	94	9.77	34.2
カリフォルニア湾	22	0.28	2904	128	9.14	30.5
ローレンシア湾	21	0.13	572	62	2.18	34.8
北海	17	1.65	3667	987	7.72	35.5
タスマン海	8	0.06	91	72	12.50	35.5
計	811	78.80	4091	971	—	31.86
近海(地中海+沿海)	4046	477.59	7315	1180	—	30.38
海洋(大洋+近海)	3,612.8	1,3299.46	1,079.3	3681	3.83	34.49

風力階級	風速(毎秒m)	陸上の状態	海上の状態
0	0-0.5	煙がまっすぐ昇る	鏡のようになめらかである
1	0.6-1.7	煙が軽くなびく	ところどころに さざなみが現われる
2	1.8-3.3	顔に風を感じる, 葉がさやく	一面に さざなみ が現われる
3	3.4-5.2	葉や小枝がたえず動く	ところどころに白波が現われる
4	5.3-7.4	ゴミや紙片がまい上がる, 小枝が大きく揺れる	海面の半ば以上が白波におおわれる
5	7.5-9.8	葉の茂った小樹が揺れる	海面のほとんど全面が白波におおわれる
6	9.9-12.4	大枝が揺れる, 電線が鳴る, かさが持ちにくくなる	白波がやや盛んになる
7	12.5-15.2	樹木全体が揺れ出す, 風によって歩きにくくなる	波がそびえ立ち一面に白い波が現われる
8	15.3-18.2	小枝が折れる, 急いで歩けない	大波となり波頭がけわしくなる
9	18.3-21.5	煙突が倒れ, かわらが飛ぶ	波頭が逆巻き始める
10	21.6-25.1	樹木が根こそぎとなり建物に大損害が起る	波頭が逆巻き海面は大きな波でおおわれる
11	25.2-29.0	到る所に大損害が起る	波の山が吹きちぎれ海面は水煙にみたされる
12	29.1以上	損害が益々大きくなる	水と空との区別がわからなくなり船がくつがえるおそれがある

だいたいの風速	吹流しが鉛直線となす傾き
0 (m/秒)	0° (たれ下がっている)
2	30°
5	60°
10	80°
15	90° (水平となっている)

~~395-8~~ K250.4-3-9
~~395.3-7-9~~ K250.41-1-98

私たちの科学 9
海をどのように利用しているか
中学校第2学年用

昭和22年3月26日印刷 同日翻刻印刷
昭和22年3月30日発行 同日翻刻発行

(昭和22年3月30日 文部省検査済)

著作権所有

APPROVED BY MINISTRY
OF EDUCATION
(DATE Mar. 26, 1947)

著者 文 部 省

東京部中央区銀座一丁目五番地
翻刻者 大日本圖書株式會社
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 大日本印刷株式會社
代表者 佐久間長吉郎

発行所 大日本圖書株式會社

22 6 10

