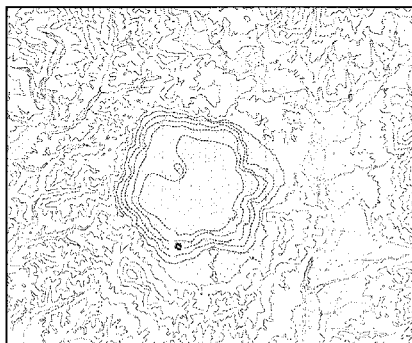


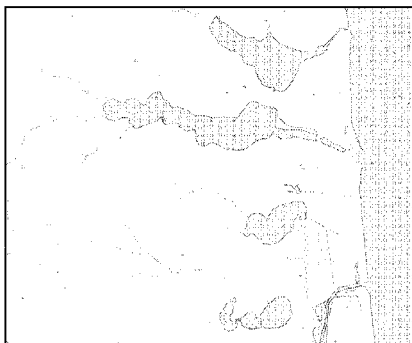
地形図を見渡すと、日本には多くの湖があることに気づきます。そして、湖によって特徴はさまざまで、また、季節によっても湖の表情は変わります。湖について、いくつかの観点から考えてみましょう。

I. 湖は陸地に囲まれた水たまりで、海とは直接つながっていないものをさします。そして、湖はでき方によって、断層湖、せき止め湖などに分けられます。下に地形図①～④で示した湖は、それぞれでき方が異なります。

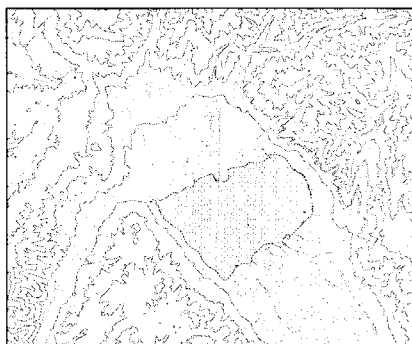
地形図①



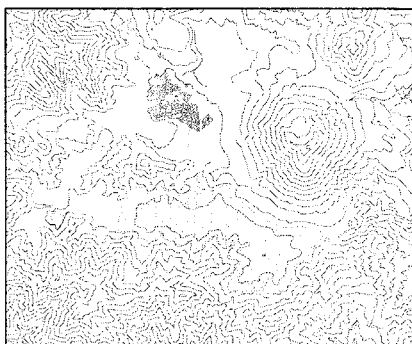
地形図②



地形図③



地形図④



※等高線——・等深線————は、いずれも100mごとです。なお等深線は同じ深さを結んだ線です。

(1) 次の説明ア～エは、湖のでき方を分類したものです。地形図①～④の湖は、どのでき方に当てはまりますか。それぞれア～エから選び、記号で答えなさい。

ア) 断層湖

- ・断層*ができたときにつくられた窪地^{くぼち}に、水がたまってできた。
- ・湖の輪郭^{りんかく}に直線的な部分が見られることが多い。

イ) せき止め湖

- ・山崩れ^{やまくず}や火山の噴出物^{ふんしゅつぶつ}などによって、川がせき止められてできた。
- ・谷間に沿った細長い形になりやすい。

ウ) カルデラ湖・火口湖

- ・火山の噴火によってつくられた窪地^{くぼち}に、水がたまってできた。
- ・火山の火口が湖になったのが火口湖。大規模な窪地（カルデラ）が湖になったのがカルデラ湖。
- ・水深の深い湖が多い。

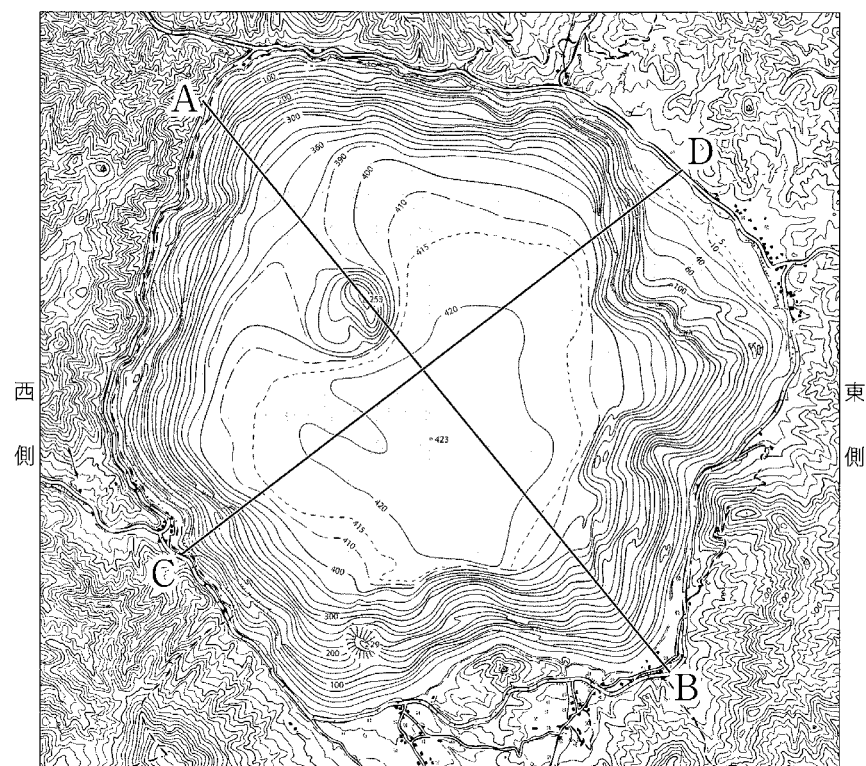
エ) 海跡湖^{かいせまこ}

- ・かつて海だったところに、砂丘^{さきゅう}や砂州^{さしゅう}などが発達することによってできた。
- ・海水が混ざるので、湖水は塩分をふくむ。
- ・水深が浅い。

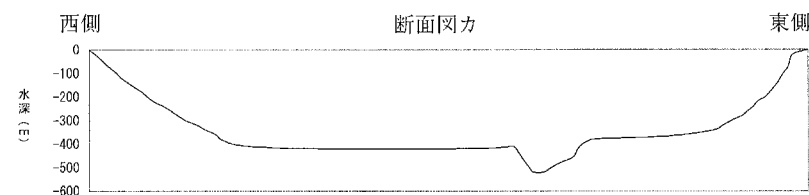
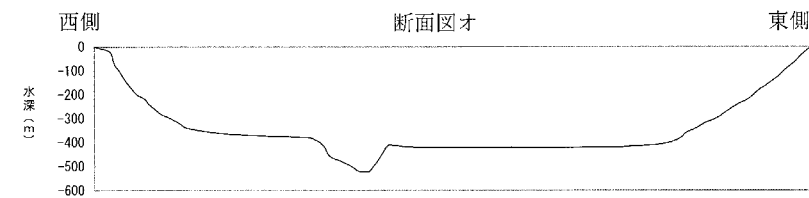
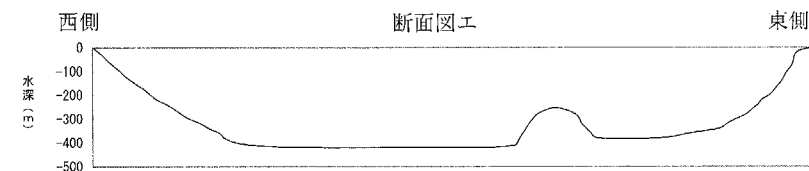
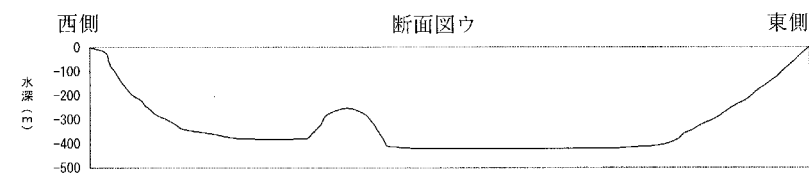
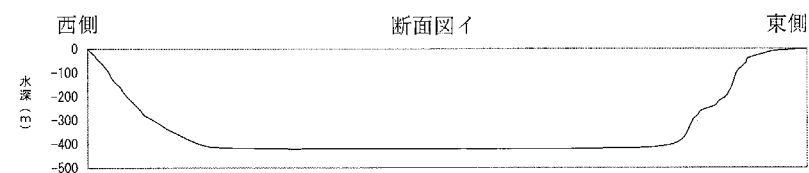
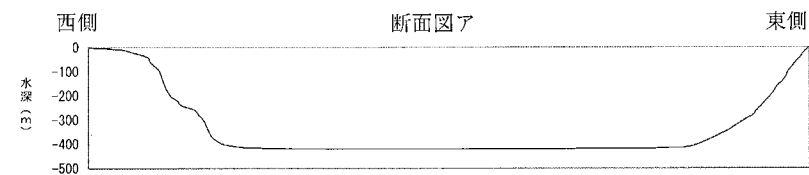
*断層とは、力が岩石や地層に加わり、ずれができてしまったものをいう。ずれには、上下方向のずれと水平方向のずれがある。

湖の水深の測り方にはいくつかあり、その1つが音響測定です。この方法は、船をまっすぐに一定の速さで走らせ、湖底に音波探知機を向けて、音波の反射を調べるといものです。そして、測った水深をつなぐことで、その直線下での湖の断面図を描くことができます。

(2) 次の地形図には、ある湖の湖底の等深線が示してあります。

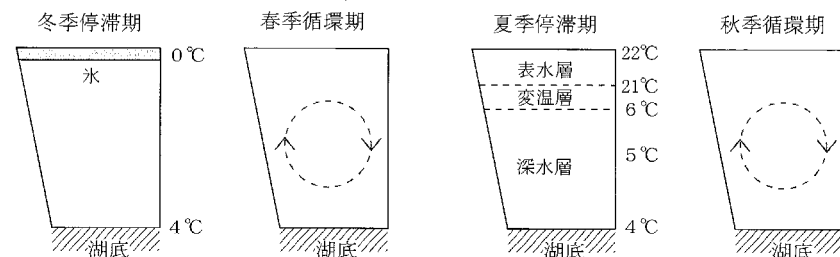


図中の直線AB, CDでの断面図として適切なものを、ア～カからそれぞれ選び、記号で答えなさい。



Ⅱ. 長野県の木崎湖は、面積 1.41km²、最大水深29.5 mと小さいけれど深い断層湖です。図 1 は、木崎湖における水温の水深に対する分布（水温垂直分布）の一部を示したものです

図 1



木崎湖では、冬季には表層は氷でおおわれて、湖底近くでは4℃くらいとなります。春になって、暖かくなると、強い日射しで水が融けて表面水温はしだいに上昇し、水の循環が始まります。その結果、春風の影響も受けて湖水全体がよく混合され、水温がほとんど等しくなります。この時期を**春季循環期**といいます。

夏になると、表面の水はますます暖められ、暖かくなった水は冷たい水の上に表水層をつくります。一方、湖の深いところは深水層と呼ばれ、水温は冷たいままです。したがって、表水層と深水層の間では水温が大きく異なり、この部分を**変温層**といいます。変温層は、太陽からの熱が伝わる限界を示すことになります。木崎湖では、およそ、水深5mまでが表水層で、水深10m以上が深水層です。この時期を**夏季停滞期**といいます。

夏が過ぎると、日射しが減少するため、水面近くの水温が下がり始め、晩秋の頃には湖水全体の水温が等しくなります。この時期を**秋季循環期**といいます。

冬にかけて湖水はいつそう冷やされ、いずれ湖面に氷が張ると循環は停滞します。この時期を**冬季停滞期**といいます。

(1) 日常生活の中でも、夏季停滞期のような水温の異なる層ができる場合があります。身近な例を1つあげ、説明しなさい。

湖の示す様子には、水の性質も影響を与えています。ほとんどの液体は、温度が下がるにつれて体積が小さくなっていき、固体になると体積がさらに小さくなりますが、水の場合は少し異なります。表1は、大気の下での水1cm³あたりの水の重さを、温度ごとに示したものです。

表1 水1cm³あたりの重さ

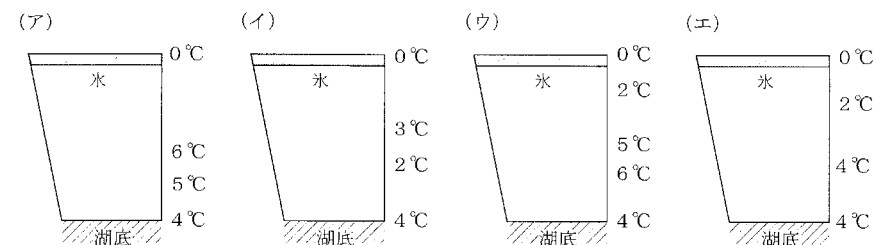
温度(℃)	重さ(g)	温度(℃)	重さ(g)	温度(℃)	重さ(g)
0	0.99984	10	0.99970	20	0.99820
1	0.99990	11	0.99961	21	0.99799
2	0.99994	12	0.99949	22	0.99777
3	0.99996	13	0.99938	23	0.99754
4	0.99997	14	0.99924	24	0.99730
5	0.99996	15	0.99910	25	0.99704
6	0.99994	16	0.99894	26	0.99678
7	0.99990	17	0.99877	27	0.99651
8	0.99985	18	0.99860	28	0.99623
9	0.99978	19	0.99841	29	0.99594

(2) 次の文は、水温と水の重さについてまとめたものです。空らん①～④に当てはまる言葉または数字を答えなさい。

表1を見ると、水1cm³は(①)℃で最も重くなります。そして、水温が(①)℃より高いときは、水温が高いほど水の重さは(②)になります。水温が(①)℃より低いときは、水温が低いほど水の1cm³の重さは(③)になります。さらに、氷が水に浮くことから、水は凍ると1cm³の重さが(④)とも言えます。このように、同じ体積の水も温度によって1cm³の重さが変わるので、水の対流が起こります。

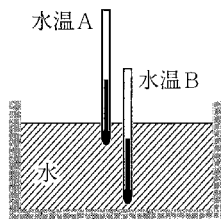
(3) 湖水全体の水温がほぼ等しくなる時期が春と秋にきます。その時期の木崎湖の水温は何℃になると考えられますか。それぞれ答えなさい。

(4) 次に示した水温垂直分布のうち、冬季停滞期ではあり得ないものはどれですか。すべて選び、記号で答えなさい。



夏から冬にかけての水の動き方について考えるため、簡単な実験を行ってみました。熱を伝えない発泡スチロールの容器に水を入れ、ふたをしないで冷凍庫に入れて、水面付近の水温Aと水底付近の水温Bを60分ごとに測りました。表2が測定結果です。なお、実験中の冷凍庫内の温度は -10°C でした。

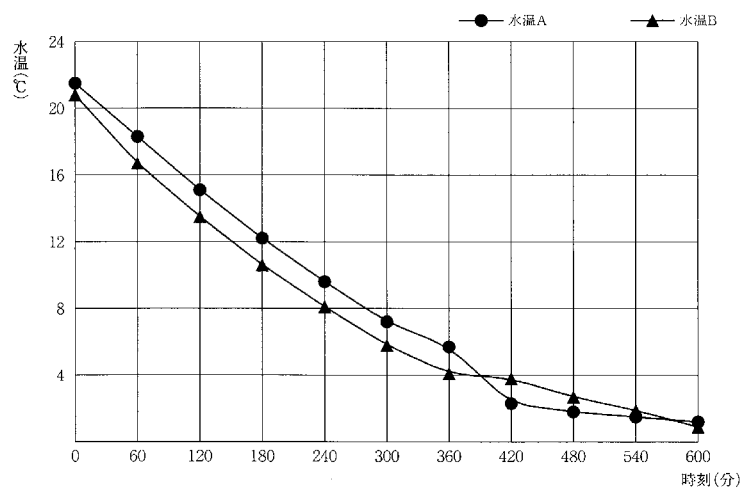
図2



このページは白紙です。

表2

時刻(分)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
水温A	21.5	18.3	15.1	12.2	9.6	7.2	5.7	2.3	1.8	1.5	1.2
水温B	20.8	16.7	13.5	10.6	8.1	5.8	4.1	3.8	2.7	1.9	0.9



- (5) 表2をグラフにしてみると、390分あたりまで、水温Aよりも水温Bの方が低くなっています。水底の水温の方が低くなるのはなぜだと考えられますか。簡単に説明しなさい。
- (6) 390分あたりを過ぎると、水温Bよりも水温Aの方が低くなっています。水面の水温の方が低くなるのはなぜだと考えられますか。簡単に説明しなさい。

Ⅲ. 環境が生物に影響を与えることを、環境の「作用」といいます。また、生物が環境に影響を与え、環境を変えてしまうこともあり、これを生物の「反作用」といいます。湖水中の作用と反作用を見てみましょう。

生物は、水分を除くと、でんぷんやタンパク質などの有機物でつくられています。有機物はおもに炭素でできていますが、その他に水素、酸素、ちっ素、リンなどを含みます。生物のなかでも植物は、色素によって太陽の光エネルギーを吸収し、無機物である二酸化炭素を材料として、でんぷんをつくることができます。このはたらきを（ ① ）といいます。また、植物は、水にとけているちっ素やリンを吸収して、でんぷんからでんぷん以外の有機物をつくることができます。ところが、動物は自分では無機物から有機物をつくることができません。そこで、動物はほかの生物を食べることで命をつないでいます。生物の世界は、植物を起点とした「食べる食べられる」の関係で支えられているのです。湖水の生物の世界にも、この関係があります。湖では、光の届く層で、2～20 μm *くらいの大きさのケイソウ、ラン藻、緑藻などの植物プランクトンが（ ① ）によって有機物をつくっています。植物プランクトンは動物プランクトンに食べられ、さらに動物プランクトンは魚に食べられます。ちっ素やリンは植物プランクトンが増えるために必要ですが、たいていは周りに充分にありません。そのため、植物プランクトンはなかなか増えることができません。これは、生物に対する環境の「作用」と考えられます。

植物プランクトンや動物プランクトンは、やがて湖水深くに沈み、死ぬとバクテリアによって分解され、ちっ素やリンが溶けだします。また、魚の死体やふんからも同じように、ちっ素やリンが溶けだします。このように湖の深いところや底には、ちっ素やリンが次第にたまっていきます。もし、湖底の豊富なちっ素やリンが、植物プランクトンのいる光の届く層に運ばれれば、ちっ素とリンの循環が成立します。

湖水のにごりは、一時的な泥やゴミの流入もありますが、おもに植物プランクトンが増えることが原因です。透明度に植物プランクトンが影響するということは、環境に対する生物の「反作用」と考えることができます。

*ミリメートルよりも小さな長さの単位。1 μm （マイクロメートル）は1000分の1 mmを示す。

(1) 文章中の空らん①にあてはまるはたらきを、漢字3文字で答えなさい。

(2) 湖水の深いところや湖底から、ちっ素やリンがうまくわき上がって、光の届く層に運ばれる場合を考えます。次の文章の空らんに、あてはまる言葉を下のア～スより選び、記号で答えなさい。

木崎湖のような深い湖では、（ あ ）と（ い ）の季節にちっ素やリンが光の届く層に運ばれます。このとき、湖水にすむ生物ではじめに増えるのは（ う ）です。次に（ え ）が増え、（ お ）が続きます。このように、ちっ素やリンが豊富にあれば、湖にすむ生物の全体量が一時的に増えます。しかし、ちっ素やリンがわき上がる時期は短いので、すぐに（ う ）は減ってしまいます。

一方、諏訪湖のような浅い湖では、夏に水温の低い深水層がつくられません。すると、簡単に（ か ）の影響で湖水全体がかきまぜられます。そのため、木崎湖に比べて、湖の底からちっ素やリンが光の届く層に届けられやすいので、（ う ）が多い湖となります。水に溶けているちっ素やリンの量が多い湖を富栄養湖といいます。このようにして、浅い湖は富栄養湖になりやすく、水が（ き ）傾向があります。

ア) 春	イ) 夏	ウ) 秋	エ) 冬
オ) 魚	カ) 動物プランクトン	キ) 植物プランクトン	
ク) 光	ケ) 水温の差	コ) 風	サ) 雨
シ) 澄んでいる	ス) にごっている		

(3) 動物プランクトンに比べて、植物プランクトンの増減は、湖水の透明度に大きく影響します。その理由を文章から考えて説明しなさい。

にごった湖の透明度を上げるにはどうしたらいいでしょうか。植物プランクトンの数を少なくすればいいはずです。湖の生物のつながり（図1）を見てみましょう。植物プランクトン

を食べているのは、動物プランクトンであるミジンコの仲間です。ダフニアとは大型ミジンコのグループの名前で、体長3mmを超えるオオミジンコや、オナガミジンコなどです。ゾウミジンコは体長0.5mmくらいの小型ミジンコです。ミジンコは、からの中にある5対の「胸脚」を常に上下に動かしています。

3・4番目の胸脚には、細かい毛のたば（ろ過肢毛）がついていて（図2）、これで水中の植物プランクトンや小さなバクテリアをこし集めて食べます。

食べることでできるエサのサイズには幅があります。どのくらい大きなエサを食べられるかは口の大きさと決まります。ダフニアは口も大きく、大きなエサを食べられます。植物プランクトンは、1mmくらいの大きなかたまりとなることもあり、ゾウミジンコにとっては食べにくくなります。一方、どのくらい小さなエサを食べられるかは、ろ過肢毛の間かくで決まります。ダフニアの毛の間かくは、オナガミジンコで $0.16 \sim 0.24 \mu\text{m}$ と比較的せまいのですが、ゾウミジンコは $0.68 \sim 1.6 \mu\text{m}$ と粗めです。つまり、ダフニアは小型のミジンコに比べて（②）。ダフニアは効率よく植物プランクトンを食べるので、湖にすむダフニアが多くなれば、より多くの植物プランクトンが食べられ、透明度が上がると考えられます。これも、水質という環境に対する生物の「反作用」でしょう。

このように、湖水にすむ生物と環境には密接な関係がみられます。湖の環境を良く知るためには、水温や水に溶けている成分、地形や生い立ちのほかに、そこにすんでいる生物どうしの関係もこまかく調べる必要があるのです。

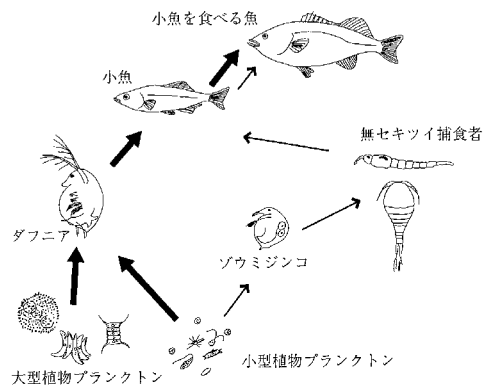


図1 湖の生物のつながり
矢印の向きで食べられる（太い矢印はダフニアの多い湖、細い矢印はゾウミジンコが多い湖での関係）

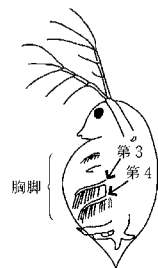


図2 オオミジンコの胸脚

(4) 文章中の空らん②に適切な文を入れなさい。

(5) 欧米では、にごった湖の透明度を上げるため、手を加え、湖にすむ生物の数を減らして、ダフニアを増やす実験が行われています。図1の生物のつながりでは、どの生物の数をどうすればダフニアは増えますか。方法を1つ説明しなさい。

(6) 次に示す現象を、環境の「作用」と生物の「反作用」にグループ分けし、それぞれ記号で答えなさい。

ア) 水は太陽の光を吸収するので、深い湖の底の方は暗く、植物プランクトンはすめない。

イ) 生物のふんや死体がバクテリアによって分解されると、湖の深い層には、ちっ素やリンが次第にたまっていく。

ウ) 植物プランクトンがたくさんいる湖の光の届く層では、水にとけている酸素の量はとても多い。

エ) 湖の深い層には、呼吸で酸素を使うバクテリアがたくさんすんでいるので、水にとけている酸素の量はとても少なくなる。

オ) 昼になると、湖の表水層の水温が上がり、太陽からの光が強くなるので、植物プランクトンのでんぷんをつくるはたらきが活発になる。

カ) 水にとけている酸素の量がとても少ない水の層には、魚がすめない。

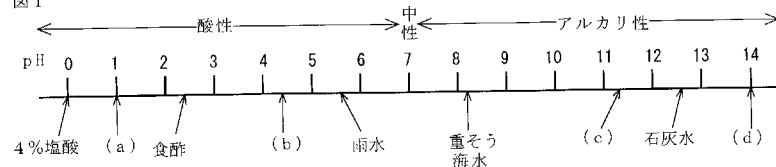
IV. 私たちが自然や日常生活の中で触れる水は、純粋な水ではなくて水溶液です。湖の水も、さまざまな成分を少しずつ溶かしているうすい水溶液です。

水溶液の性質のひとつとして、液性があります。液性とは酸性、中性、アルカリ性の区別です。酸性の水溶液は、リトマス紙を(①)色から(②)色に変え、なめてみると(③)味がします。アルカリ性の水溶液は、リトマス紙を(②)色から(①)色に変え、なめてみると(④)味がします。中性の水溶液は、リトマス紙の色を変化させません。

しかし、この調べ方ではうまくいかない場合もあります。たとえば、幕張中学校の水道水にBTB溶液を少量加えると(⑤)色になりますが、リトマス紙につけても色の変化はみられません。そこで、さらにくわしく液性を示す数値としてpHを用います。この水道水のpHを調べてみると7.6になりました。pHが7の時、その水溶液はちょうど中性です。酸性の水溶液はpHが7より小さく、酸性が強いほどその値は小さくなります。アルカリ性ではpHが7より大きく、アルカリ性が強いほどその値は大きくなります。

幕張中学校の水道水は、pHを調べてみると弱い(⑥)性であるのにもかかわらず、リトマス紙では微妙な差が現れず中性となったことが分かります。

図1



塩酸などの強い酸の水溶液では、その濃度が10倍になると、pHは1下がります。濃度が2倍になると0.3、濃度が5倍になると0.7下がります。逆に、水酸化ナトリウムや石灰水のような強いアルカリの水溶液では、その濃度が10倍になるとpHは1上がります。

- (1) 本文中の空らん①～⑥に当てはまる適当な語句を答えなさい。
- (2) 図1の数直線は、pHの数値を比べたものです。図中の(a)～(d)に当てはまるものを、下の水溶液ア～ケからそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 2%塩酸 (イ) 0.8%塩酸 (ウ) 0.4%塩酸
 (エ) 20倍に薄めた石灰水 (オ) 100倍に薄めた石灰水 (カ) 炭酸水
 (キ) 4%水酸化ナトリウム水溶液 (ク) 牛乳 (ケ) アルコール

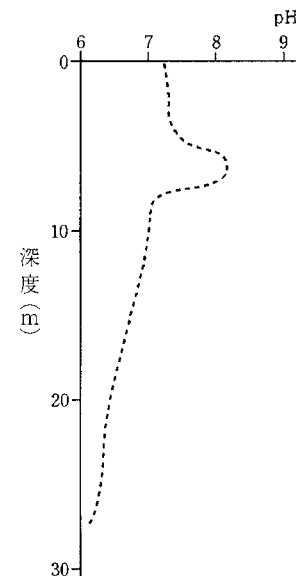
木崎湖は、小さいけれど深い湖です。その湖水のpHは、自然現象や生物の活動などの影響で7あたりを中心に変動しています。

湖水は、アルカリ性の炭酸水素ナトリウム(重曹)や炭酸水素カルシウムなども溶け込んでいるため、本来の液性は弱アルカリ性です。

しかし、酸性の二酸化炭素が溶け込むことで、湖水は中性や弱酸性にもなります。さらに、水中の二酸化炭素は、生物の呼吸によって常に供給される一方で、水面から大気中に逃げたり、植物に使われたりします。したがって、湖水のpHは、湖の中の位置によって異なり、1日のうち時間帯によっても変わっています。

右の図は、夏、晴れた日の木崎湖の中央付近について、深さによるpHの違いを示したものです。

図2



- (3) 次の文の中から、正しいと思われるものをすべて選び、記号で答えなさい。

- ア) 水深が深いところのpHが小さいのは、バクテリアの活動で二酸化炭素ができたことが原因の1つと考えられる。
- イ) 水深が深いところのpHが小さいのは、バクテリアの活動によって酸素が使われたことが原因の1つと考えられる。
- ウ) 水深6～7mあたりのpHが大きいのは、植物の活動によって二酸化炭素ができたことが原因の1つと考えられる。
- エ) 水深6～7mあたりのpHが大きいのは、植物の活動によって酸素が使われたことが原因の1つと考えられる。
- オ) 水深6～7mあたりのpHが大きいのは、植物の活動によって酸素ができたことが原因の1つと考えられる。
- カ) 水深6～7mあたりのpHが大きいのは、植物の活動によって二酸化炭素が使われたことが原因の1つと考えられる。

このページは白紙です。

草津白根山の湯釜は温泉の湯がたまった火口湖で、その湖水は、溶けている硫酸などの影響で、pHが1を下回るほどの酸性です。この湖水を水源とする吾妻川という川の水は、かつてpHが2前後の強い酸性で、利用しにくい水でした。そこで、その上流に施設が作られ、石灰石の細かい粉を投入して、この川の水の酸性を弱める試みが行われました。石灰石は川の水の硫酸と反応すると、二酸化炭素と硫酸カルシウム（石こう）になります。この取り組みは成功して、やがて、下流の水のpHが5～6くらいになりました。現在では、この川の水は農業用水や工業用水としても利用されています。

- (4) 以下の文章の空らん①～③に適切な数値を入れなさい。①は整数で、②と③は小数第1位まで答えなさい。

ある川のある地点で水を調べたところ、pHは2.7でした。これは0.01%の硫酸のpHに相当します。その地点を流れる水の量を調べたところ、1分間に通過する水は800m³でした。川の流れとpHが一定だったとすると、1時間にこの地点を通過する水をすべて処理するためには、何トン*の石灰石が必要になるか考えてみましょう。

なお、この水の酸性の原因が硫酸だけであるとして、硫酸1gをすべて処理する（硫酸カルシウムと二酸化炭素に変える）ために、石灰石が1.1g必要であるとします。

この地点を1時間に流れる水の量は（ ① ）m³です。1cm³の水の重さは1g、川の水が含んでいる硫酸は0.01%なので、1時間に流れる水が含んでいる硫酸は（ ② ）トンになります。したがって、これを処理するのに必要な石灰石の重さは（ ③ ）トンになります。

※重さの単位。1トンは1000kg。

- V. 表は、日本にある2つの湖の特徴の一部を示したもので、一方は海跡湖、もう一方はせき止め湖です。問題Ⅰ～Ⅳの内容をふまえ、下の文ア～オのうち、正しいと思われるものをすべて選び、記号で答えなさい。

湖	面積	平均水深	湖水のpH (中央付近の表層)	生息する魚類の例
A	109km ²	51m	6.5	ウグイ、ギンブナ、ドジョウ
B	79km ²	4.5m	8.0	コイ、スズキ、ウナギ

- ア) 湖Aの湖底は、夏になっても水温が低いままである。
イ) 湖Aの水には海水が混ざっている。
ウ) 湖Aは、富栄養化が進みやすい。
エ) 湖の中央付近の表層では、湖Aの水は酸性で、湖Bの水はアルカリ性である。
オ) 湖Bは、湖Aよりも透明度が高い。

I

(1)	①	②	③	④
(2)	AB	CD		

※

II

(1)				
(2)	①	②	③	④
(3)	春	℃	秋	℃
(4)				
(5)				
(6)				

※

III

(1)					
(2)	あ	い	う	え	お
(3)					
(4)					
(5)					
(6)	作用	反作用			

※

IV

(1)	①	②	③	④
(1)	⑤	⑥		
(2)	(a)	(b)	(c)	(d)
(3)		(4) ①	②	③

※

V

受	験	番	号	氏	名

※