

健太さんと花子さんは、寒い日が続いたことから気象に興味をもち、冬の寒さの原因や、冬の天気の特徴について考察した。次の(1)～(6)に答えなさい。

**海と陸の冷え方のちがいについて**

健太さん：今朝は本当に寒かったね。

花子さん：そうね。今朝も寒かったけど、先々週は徳島でもかなり雪が降った日があったわ。それから、東京で大雪になったり、北海道で氷点下31℃以下を記録したり、さいたま市で最低気温記録を更新したり、というニュースを見たわ。今年の冬は全国的に寒いよね。

健太さん：今年1月の徳島の最低気温はどうだったのかな。気象庁のホームページ（「各種データ・資料」→「過去の気象データ検索」）で調べてみよう。

花子さん：徳島県内には、図1のように、徳島地方気象台以外に、アメダス観測所が7か所あるわね。特に寒かった日を選び、徳島（徳島地方気象台）で最低気温を記録した時刻を基準に、各地の気温を表にまとめて比べてみましょう。



健太さん：海に面した沿岸部に比べて、内陸部は気温が低めのように思うよ。

花子さん：私もそう思うわ。これは海と陸の冷えやすさの違いが関係しているのではないかしら。以前に「実験」で、砂と水の表面の温度変化を比較したわ。でも沿岸部のうち、海陽の気温だけが特に低いのはなぜか、考える必要があるわね。

表

日時	1月12日	1月15日	1月25日	1月26日	
場所	4時50分	7時00分	3時00分	4時40分	
徳島	-2.1℃	-1.0℃	-1.4℃	0.5℃	沿岸部
蒲生田	0.7℃	0.8℃	-0.5℃	1.3℃	
日和佐	-2.2℃	1.2℃	-2.2℃	1.5℃	
海陽	-3.6℃	-0.6℃	-4.6℃	-3.0℃	
穴吹	未計測	-1.7℃	-2.8℃	-0.3℃	内陸部
池田	-3.2℃	-3.2℃	-2.2℃	0.0℃	
京上	-4.7℃	-2.9℃	-5.1℃	-3.1℃	
木頭	-5.7℃	-4.3℃	-4.5℃	-4.8℃	

**実験**

①図2のように、ビーカーA 図2

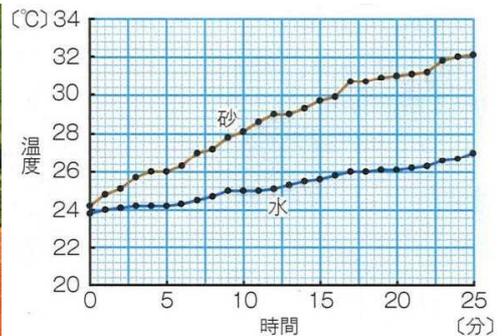
には乾いた砂を、Bには水を入れて、温度計を浅くさす。ビーカーBにさす温度計は、液だめをアルミニウムはくでおおっておく。



②ビーカーAとBに太陽光線を同じように当て、砂と水の温度を1分ごとに調べる。

図3は、実験の結果をグラフに表したものである。

図3



- (1) 花子さんと健太さんが **実験** で、ビーカー B にさした温度計の液だめをアルミニウムはくでおおったのはなぜか、その理由を書きなさい。

温度計の液だめをアルミニウムはくでおおうことにより、水の入ったビーカーで、温度計の液だめに太陽光線が直接当たって液だめをあたためてしまい、正確に水温が測れなくなることを防ぐため。

**【解説】** 基礎的・基本的な知識・技能を活用して、観察・実験の条件を考え、観察・実験を計画することを問う問題。

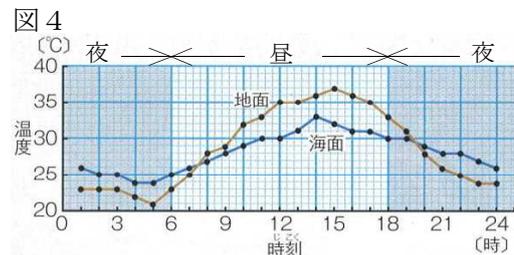
**実験** で、陸地と海洋を、乾いた砂の入ったビーカーと水の入ったビーカーで代用したモデル実験を通して、陸と海のあたためやすさを比較しようとしている。太陽光線に当てる時間（変化させた量）を横軸、上昇した温度（変化した量）を縦軸として砂と水の温度変化を比較し、温度上昇が大きいほどあたためやすいと考えるようにしている。なお、太陽光線に当てる時間が、加えた熱量に相当するので、実験では、2つのビーカーへの太陽光線の当たり方、置く場所（コンクリート上、石畳の上など）といった条件をそろえて、与えた熱量に差がないようにしなければならない。太陽光線が当たる表面積を等しくする必要があるため、砂と水の質量ではなく体積を等しくしている。実際の地球においても、太陽光線の当たる面積の違いが気象に影響しているためである。

この実験で砂は太陽光線を通さないが、水は太陽光線を通すため、水の入ったビーカーの温度計の液だめが、太陽光線で直接あたためられないように、アルミニウムはくを用いて太陽光線をさえぎる必要がある。「温度計の液だめには直接太陽光線が当たらない」という条件をそろえる必要があるためである。  
「活用」（構想）

**【補足】**

詳しくは、高等学校の物理基礎以降で学習する“熱容量”や“比熱”が関係しているが、中学校で気象分野を扱う際は、「海陸風」や「季節風」について、陸地に比べて海洋の方があたためにくく冷めにくいという具体的な事象から風がふく原因を理解し、日本付近の気象は大陸の影響は受けながらも海洋の影響を大きく受けていることを学ぶことになる。

- (2) 図4は、ある晴れた日の地面と海面の24時間の温度変化を示したものである。**実験** の図3と合わせて考えた場合、海と陸のあたためやすさや冷えやすさについて、どのようなことが考えられるか。ア～エから1つ選びなさい。



- ア 陸に比べて、海はあたためやすく、冷えやすい。
- イ 陸に比べて、海はあたためやすく、冷えにくい。
- ウ 陸に比べて、海はあたためにくく、冷えやすい。
- エ 陸に比べて、海はあたためにくく、冷えにくい。

エ

【解説】 もののあたたまり方の違いについて、モデル実験の結果と、地面と海面の温度変化の測定結果から、陸地と海洋のあたたまり方や冷え方の違いにあてはめて考える問題。

図2の「実験」から、図3は砂と水に太陽光線を当てた場合は、砂も水も時間とともにほぼ一定の割合で温度が上昇しているが、砂の方が温度上昇が早く、あたたまりやすいといえる。また、図4の観測結果からは、海面の昼夜での温度変化が、地面より小さいことが読み取れる。

以上のことから、「陸（大陸）はあたたまりやすく冷めやすい」「海（海洋）はあたたまりにくく冷めにくい」といえる。このような温度差は気圧の差を生じ、気圧の高い方から気圧の低い方に向かって風がふく。「海陸風」は昼と夜の陸地と海の温度差、「季節風」は夏と冬の大陸と海洋の温度差によるものである。

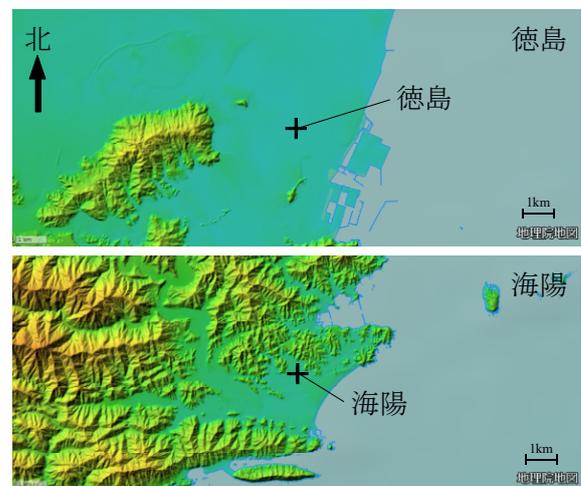
「活用」（適用）

(3) 花子さんと健太さんは、沿岸部4か所のうち、海陽の気温だけが特に低い理由について、考えることにした。図5は、ともに気象観測点が海岸線から1 km以上離れている徳島と海陽の地形について、国土地理院のホームページの地理院地図で比べたものである。なお、用いたのは、平野と山地の分布が見分けやすい色別標高図である。

表の4日間において、気温が記録された時刻前後の天気および風の傾向を調べたところ、徳島、海陽ともに天気はすべて快晴または晴れであり、徳島では風速4 m前後の西よりの風がふいており、海陽ではほぼ無風に近かった。

以上のことを踏まえて、海陽の最低気温がなぜ低かったのか、その理由を書きなさい。

図5



＋は徳島および海陽の気象観測点の位置

2か所とも晴天だったため、地面から熱が逃げて地表の温度が下がったが、徳島は周囲が平坦で風もあったため、冷気がたまりにくかったのに対し、海陽は周囲を半円形に山に囲まれた盆地状の地形で風も無風に近かったため、冷気がたまり、極端に気温が下がったから。

【解説】 冬季における沿岸部と内陸部の最低気温の傾向について、気象データを根拠とし、基礎的・基本的な知識・技能を活用し、多面的、総合的に考察する問題。

陸は海より冷めやすいため、沿岸部に比べて、内陸部の冷え込みが厳しいことが予想される。徳島県内でもそうした傾向が見られるが、実際には、内陸部ほど標高が高いため、より低温になる傾向があることや、観測点の地形がまちまちであるため、観測条件がそろっていないことに留意すべきである。それでも、海につき出した蒲生田岬の先端に観測点が位置する蒲生田は明らかに気温が高く、厳冬期でも海が冷めにくい影響を受けていることを示している。

一方、海陽は沿岸部に位置し、徳島県内で最も南にあるため気温が高いと推測されるが、しばしば予想外に低い気温を観測することがある。今回の問題には2018年1月のデータを用いた。海陽では2018年2月7日早朝に $-6.7^{\circ}\text{C}$ を観測し、海陽での最低気温の記録を更新した。この日の徳島の最低気温は $-3.1^{\circ}\text{C}$ であった。徳島と海陽は、ともに海岸線から少し離

れた平地に位置し、ほぼ同じ天気でありながら、同じ日の同じ時間に記録された最低気温は海陽が徳島より低かったことになる。

2年生の「霧のでき方」において、自然界では、風がない晴れた夜は地面から熱が逃げて、地表の気温が大きく下がることや、特に内陸部の盆地でその傾向が強いことなどが扱われている。徳島では、早朝に弱い西よりの風が観測されているが、陸と海の温度差による局地的な陸風であり、内陸部に生じた冷気を運ぶ効果は少ないと考えられる。一方、海陽は内陸側に低い山があり、陸風がさえぎられたと考えられる。さえぎるものが少なく風がふき抜けやすいため、冷やされて重くなった冷気がたまりにくい平野部にある徳島と、山に囲まれた盆地状の地形の中にあり、風がさえぎられ、冷気がたまりやすい海陽との違いが最低気温の差を生み出していると考えられることができるだろう。

「活用」(分析・解釈/検討・改善)

花子さん：先週はシベリア中央部のサハ共和国で $-67^{\circ}\text{C}$ を観測したらしいけど、その寒気が日本に流れ込んできているらしいわ。ちなみに、北半球での最低気温記録は、サハ共和国のオイミヤコンという村で観測された $-71.2^{\circ}\text{C}$ だそうよ。

健太さん：図6で見ると、オイミヤコンは北極点から3千km近く離れているけど、北極点はもっと寒いのかな。

花子さん：北極点は陸地ではなく、北極海の海面が厚い氷に覆われたところにあるので、北極点での常時観測は行われていないみたいね。でも北極点まで7百kmほどのグリーンランド北端の海岸部にある観測点で観測された最低気温の記録は $-51^{\circ}\text{C}$ だそうよ。

健太さん：南のオイミヤコンの方がずっと寒いのはなぜなんだろう。

図6



(4) 上記の健太さんの疑問に対してどのように説明したらよいか、書きなさい。

北極点は海であるため冬季の気温低下が和らげられる。一方、オイミヤコンはシベリアの内陸部に位置しており、陸は海に比べて冬季に大きく冷え込む。このため北極点から離れているにも関わらず、オイミヤコンの方が気温が低くなる。

【解説】陸と海の冷えやすさに関する基礎的・基本的な知識・技能を活用して、観測結果について考察する問題。

太陽の南中高度が低くなり、太陽光線の入射が弱くなるため、北極や南極に近い高緯度ほど気温が低下する。南半球における最低気温記録は、南極大陸中央部のポストーク基地で観測された $-89.2^{\circ}\text{C}$ である。また日本では、いずれの季節でも、都道府県庁所在地の中で最も高緯度にある札幌の平均気温が低い。

一方、北半球における最低気温記録は、北極点からかなり離れたサハ共和国で観測されている。これは、北極海とシベリア大陸の、冬季における冷えやすさの違いを反映している。北極海は冬季になっても冷えにくいのにに対して、シベリア内陸部は猛烈に冷えるため、北極点からずっと南にあるにも関わらずサハ共和国の最低気温の方がより低くなる。また、サハ共和国のオイミヤコンは標高741mであり、高度の影響を考える必要があるが、高度差を考慮しても、海岸部のグリーンランド北端よりオイミヤコンの方が気温が低いといえる。

「活用」(分析・解釈/検討・改善)

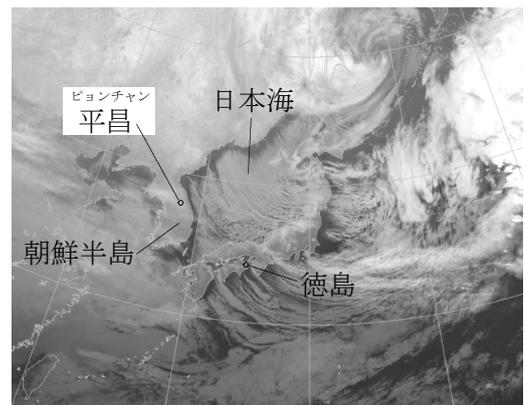
## 日本の冬の天気の特徴について

花子さん：図7は1月25日3時00分の気象衛星の赤外線による雲画像よ。日本海一面にすじ状の雲が広がり、日本海側に広く雪を降らせ、一部は太平洋にも見えているわね。でも徳島は乾燥した晴天だったみたいよ。

健太さん：徳島の1月の降水量の平年値は38.9mmで、これは日本海側で雪の多いところの4分の1から10分の1ぐらいだね。

花子さん：ちなみにシベリアのオイミヤコンの1月の降水量の平年値はわずか6.6mmだから、冬の季節風のもとになるシベリア気団が乾燥していることが想像できるわ。でも、大陸からやってくる季節風が、冬の日本海側にたくさんの雪をもたらし、豊かな水資源となってくれるのね。

図7



- (5) シベリア気団からふき出す冷たく乾燥した大気は、どのようにして雪をもたらす大気に変化するのか、そのしくみについて書きなさい。

シベリア気団からふき出す冷たく乾燥した大気は、南からのあたたかい海流が流れる日本海の上を通過する際に、多量の水蒸気を海から吸収して湿った大気へと変わり、日本海一面に風の流れに沿ってすじ状の雲を生じさせる。そしてこの雲が日本列島の山脈にぶつかって上昇すると、雲がさらに発達して日本海側の各地に雪を降らせる。

【解説】 冬の日本海側で多量の雪が降るしくみについて、基礎的・基本的な知識と理解を問う問題。

大陸上に生じるシベリア気団は冷たく乾燥しており、そこからふき出す北西からの冬の季節風は、水蒸気に乏しい。ところが、黒潮から分岐した暖流である対馬海流が流れ込んでいる日本海の上を通過する際に、多量の水蒸気を海から吸収して湿った大気へと性質が変わり、日本海一面に風の流れに沿ってすじ状の雲を生じさせる。そしてこの雲が日本列島の山脈にぶつかって上昇すると、冷やされてさらに雲が発達する。雲の中では多量の氷晶（雪）が形成され、日本海側に雪をもたらす。なお、この雲は積乱雲で、日本海側では雷が発生する日数は冬の方が多。また、水蒸気（気体）が水滴（液体）や氷晶（固体）に変わって雲を形成する際、空気があたためられるため、大陸東岸より日本海側の方が気温が高い。そして、日本海側で雪を降らせた季節風は水蒸気を失い、山脈を越えて太平洋側にふき抜けるときは乾燥している。そのため、冬の太平洋側は乾燥した晴天になりやすい。

日本海側の豪雪は、さまざまな気象災害を引き起こす一方、雪は春から初夏まで山地に留まるため、天然のダムとして豊かな水資源として私たちに恩恵を与えてくれている。

なお、冬季の降水量については、雪を雨量計で溶かして降水量として観測している。

「知識」（知識）

- (6) 図7には、2018年冬季オリンピック・パラリンピック会場の平昌(ピョンチャン)の位置を示している。気象衛星の平昌付近の雲画像から、冬季オリンピック・パラリンピック競技のうち、スキーやスノーボードなどの屋外競技の実施にあたって心配されることは何か、書きなさい。

平昌の位置では、シベリア気団からふき出す冷たく乾燥した大気が、日本海からの十分な水蒸気を受け取っていないため、雪不足となって屋外競技に支障が出る恐れがある。

**【解説】** 日本海に面した大陸東岸の冬季の気象について、日本列島の冬季の気象現象に関する基礎的・基本的な知識を活用して考察する問題。

大陸上のシベリア気団から流れ込む季節風は冷たく乾燥しており、日本海で水蒸気の供給を受けないと、多量の雪を降らせることができない。季節風が朝鮮半島や中国東北部など、大陸東岸を通過するときは、まだ水蒸気の供給を受けていないため、あまり雪を降らせることができない。図7の気象衛星の画像で、朝鮮半島から大陸沿岸部にかけて、海岸線がくっきりと見えているのは、全く雲がかからず晴天であることを示している。このように、平昌はもともと雪が少ない地域といえる。

大陸東岸で大雪になるのは、まれに冬型の気圧配置が崩れて朝鮮半島付近を低気圧が通過し、水蒸気が供給された場合など限られた時期のみであり、日本列島の日本海側に比べて雪の量はかなり少ない。そのため平昌オリンピック・パラリンピックでは、多数の人工降雪機と十分な水源を準備することで、競技の円滑な実施に備えていた。一方、平昌は、冬季オリンピック・パラリンピック会場としては比較的低緯度であったが、冬季の平均気温がかなり低いため、いったん積もった雪は溶けにくいという利点があった。 「活用」(適用)

**【補足】**

平昌オリンピック・パラリンピック開催の2018年は、日本では厳しい寒さとなり、福井県など北陸の大雪災害や雪による首都圏の交通マヒなどが発生した。これは南米ペルー沖で起こったラニーニャ現象の影響で、日本付近で偏西風が蛇行して、強い冬型の気圧配置が継続するとともに、日本の上空に寒気が流れ込みやすくなったためであった。

長野オリンピック・パラリンピックが開催された1998年は、エルニーニョ現象が起こっており、2018年とは逆に日本は暖冬傾向となっていた。競技会場は深刻な雪不足に見舞われていたが、オリンピックの開会32日前に日本海を進む低気圧の影響で大雪となり、その後冬型の気圧配置が続いて気温が低かったため、無事に競技を実施することができた。