

[地球科学基礎]

地球は水の惑星と言われるように、太陽系の惑星の中で唯一、その表面が大量の水で覆われている。水は固体・液体・気体と形態を変えながら地球表層付近を循環し、地球環境や生命にとってなくてはならない役割を果たしている。水に関する以下の設問（1）から（4）に答えよ。

- (1) 水 (H_2O) は酸素の水素化物とみなすことができる。図 1 は、元素周期表で酸素と同じ 16 族の硫黄、セレン、テルルを含めた 4 元素について、これらの水素化物の分子量と沸点・融点との関係を示している。分子量が小さいほど沸点・融点が高いという経験則から類推される値に比べ、水は遥かに大きい沸点・融点を示す。このような水の特異な性質は何に由来しているか。100 字程度で説明せよ。

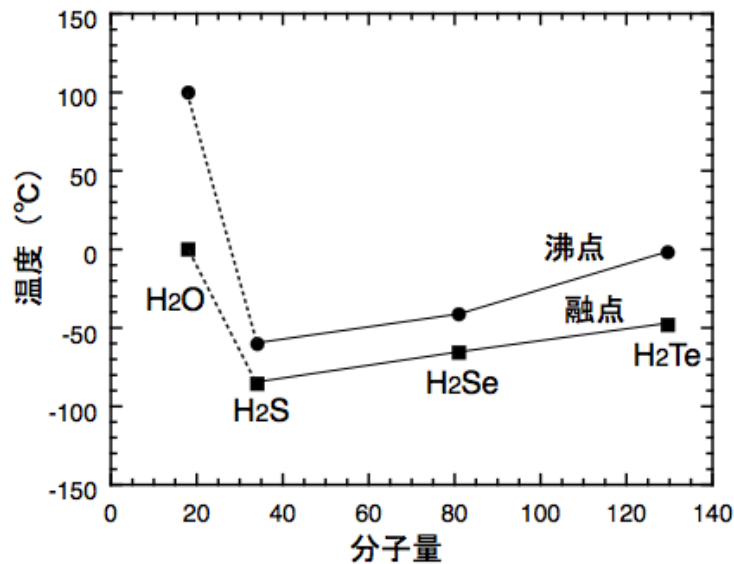


図 1. 16 族元素の水素化物における、分子量に対する沸点および融点の変化。

- (2) 河川を通じて海洋には膨大な淡水（年間約 $4.0 \times 10^4 \text{ km}^3$ ）が流れ込むが、そのことによって海水準が次第に上昇することはなく、現在の海洋の体積はほぼ定常（ $1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$ ）に保たれている。それはなぜか。一方、氷期には海水準が約 100 m 低下しているが、それはなぜか。これらの 2 点について合わせて 100 字程度で説明せよ。
- (3) 水の密度は、水の循環や上下混合を支配する重要因子のひとつである。純水は、温度 3.98°C のとき密度が最大 (0.999973 g/cm^3) となる。しかし、塩を溶かし込んだ海水では事情が異なる。図 2 は、塩の濃度がゼロ（純水の場合）から 40 g/kg まで変化したとき、「水の氷点」がどう変化するか（直線 B）、および「水の密度が最大になる温度」がどう変化するか（直線 A）を示したものである。ふたつの直線は、塩濃度 24.6 g/kg 、温度 -1.34°C 付近で交差する。これは塩濃度が 24.6 g/kg を超えた水は、氷点に至るまで密度が増加し続けることを意味する。ちなみに通常の海水の塩濃度は、 $34 \sim 36 \text{ g/kg}$ 程度である。

- (ア) 我が国のような温帯気候では，夏季には水遊びできるような池や湖（塩濃度ゼロの淡水で満たされている）でも，冬季の寒冷期には氷結することがある．その場合，氷になるのは池や湖の表面だけで，より下層の水は氷りにくい．その理由を，上述した純水の性質にもとづいて 150 字程度で説明せよ．
- (イ) 一方，海洋においては，その表面を氷点まで冷却してもなかなか氷結しない．その理由について 100 字程度で考察せよ．ただし海面は無風状態で波動はなく，表面海流も存在しないものとする．

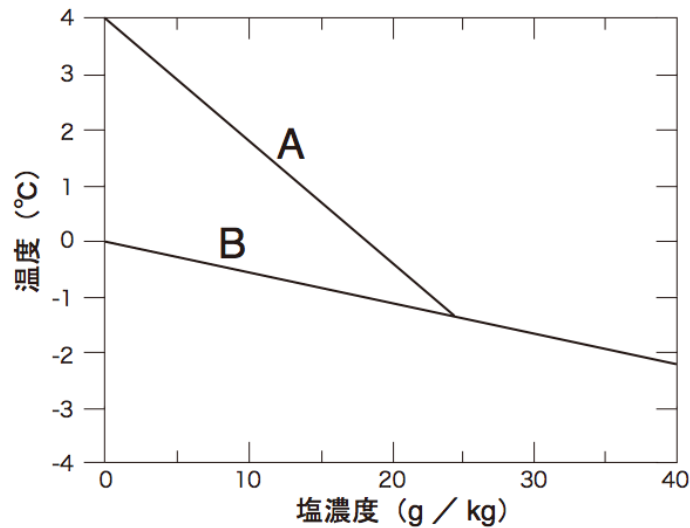


図 2. 塩濃度に対する，水の氷点の変化（直線 B），および水の密度が最大になる温度の変化（直線 A）．

- (4) 水蒸気を含む空気が山を越える際に気温が上昇する現象（フェーン現象）について考えよう．いま空気の塊が，周囲と熱のやり取りをすることなく，山の斜面に沿って山頂まで上昇し，反対側の斜面を下降するとする．上昇する空気塊は周囲の空気を押しのけて膨張する（仕事をする）ので，空気塊のもつ熱エネルギーが消費され温度が低下する．このような断熱膨張に伴う温度低下率（上昇距離に対する温度低下の度合い）は断熱減率と呼ばれ，空気塊の水蒸気圧に応じて値が異なる．すなわち，空気塊の水蒸気圧が飽和水蒸気圧より低い場合の「乾燥断熱減率」，および飽和水蒸気圧に到達（雲ができる）以後の「湿潤断熱減率」の二通りである．
- (ア) 乾燥断熱減率は $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ，湿潤断熱減率は $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ であることが知られている．後者が前者に比べて小さいのはなぜか． 50 字程度で説明せよ．
- (イ) 当初山麓（高度 0 m）で温度 20°C だった空気塊が，高度 2,200 m の山を越えるとすする．斜面を上昇途中の高度 1,000 m から雲を生じ，山頂を越えて高度 1,800 m まで下ったところで雲が消失した．空気塊はそのまま斜面を下り，高度 200 m の平地に至った．このときの空気塊の温度を求めよ．計算の過程も示せ．