



第3節 海水の循環 (配当時間 2 時間)

中学校 海洋や海水の運動については学習していない。

学びの視点 海洋は、地球の表面の約 70% を占めており、世界の気候や気象に大きな影響を与えている。また、海洋も熱輸送の一端を担っている。海洋は、どのようにして熱を輸送しているのだろうか。

30 時限目 p.106～109

理解させること

- A 塩類の組成比は、海域や季節によらずほぼ一様である。
- B 海洋も大気のように、水温変化の様子で層構造に区分される。
- C 大気の大循環の風の向きと対応して、海流が見られる。
- C 海流は、低緯度から高緯度へ熱を輸送している。

授業の流れ

先生の言葉 ・ 説明すること

第2節で、大気と海洋により熱輸送されていることを学習しました。第3節では、海洋による熱輸送について学習します。

・ 学びの視点

第1章で大気圏の組成や構造について学習したように、まずは海洋の組成や構造について学習します。

- ・ A 海水の組成／図 14 塩化ナトリウムが最も多く、次いでマグネシウムが多いことを確認させる。
- ※ TOPIC「海水にはなぜ塩類が含まれているのか」第3部 3章「地球の歴史」と関連させた話題として紹介してもよい。

第1章で大気圏は高度と気温の関係から層構造が見られることを学習しました。海洋の深さと水温の関係はどのようなになっているのでしょうか。

- ・ B 海洋の層構造／図 15／図を check！ 海洋は深さによって水温が異なること、3種類の層構造に分かれることを説明し、図 15 で確認させる。

海洋の鉛直方向の様子について学習しました。次は、海洋の表層で水平方向に海水の流れが見られることを学習します。

- ・ C 表層の循環／図 16 海流は海洋上を吹く風の影響を受けて流れていることを説明する。図 16 で北太平洋に着目させ、大気の大循環の風の向きと海流の向きが合っていることを確認させる。



海流がどのように熱輸送を担っているかを学習します。

- ・ 環流／図 16 北太平洋の亜熱帯に着目させ、海流が時計回りに流れていることを確認させる。このような海流の循環を環流といい、この海流の循環によって、低緯度で受け取った熱が高緯度へ輸送されていることを説明する。

教科書 p.106

30 時限目

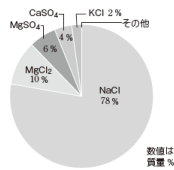
※ 3B 海水の循環

学びの視点 海洋は、地球の表面の約 70% を占めており、世界の気候や気象に大きな影響を与えている。また、海洋も熱輸送の一端を担っている。海洋は、どのようにして熱を輸送しているのだろうか。

A 海水の組成

海水に溶けている塩類の組成比は、塩化ナトリウム (NaCl) が最も多く、次いで塩化マグネシウム (MgCl₂) が多い(図 14)。この組成比は、世界中どここの海でもほぼ一定である。これは海水が長い間によく混合された結果である。

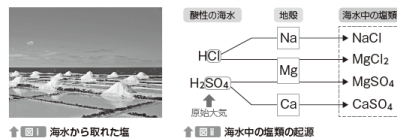
海水中の塩類の濃度を塩分といい、海水 1 kg 中の塩類の質量 (g) を千分率 (‰) で表す。海水の塩分は、平均するとおよそ 35 ‰ である。これは海水 1 kg に約 35 g の塩類が含まれることを意味する。塩分は、海洋の場所や深さ、季節によって変化する。



参考 海水にはなぜ塩類が含まれているのか

海水中の塩類の起源は、地球の誕生直後までさかのぼる (→ p.184～185)。地球の原始大気には、火山活動により放出された塩化水素 (HCl) や二酸化硫黄 (SO₂) などが含まれていた。海洋が形成されると、これらが水に溶けて塩酸 (HCl) や硫酸 (H₂SO₄) となり、初期の海水は酸性の状態となった。

一方で、海底にある地殻の岩石は、ナトリウム (Na)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca) などを含んでいた。酸性の海水が地殻の岩石に含まれる Na などと反応することで、海水は塩類 (NaCl など) を含むようになり、酸性の状態から中和されていった。



- ① 塩分は、主に酸と塩類の中和反応によって生じる、陰イオンと陽イオンが結合した物質である。
- ② 千分率は、全体を 1000 としたときの値。例えば 35 ‰ = 3.5 % である。

106

よくある質問と回答 塩類

海水の塩類はどこからくるのですか。

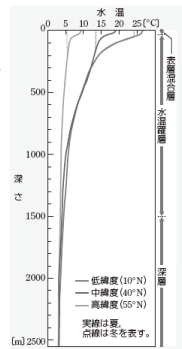
回答例 Cl⁻、SO₄²⁻ は火山ガスによって、Na⁺、Ca²⁺ は岩石の溶解によって、海洋中に供給される。

主に火山から供給される HCl や SO₂ は、水に溶解することで Cl⁻、SO₄²⁻ が生じるとともに H⁺ を放出し、強酸性の水溶液をつくる。火山のほか、様々な過程で放出される CO₂ も、水に溶解することで H⁺ を放出し、弱酸性の水溶液をつくる。酸性となった水は岩石を溶かすことで中和され、岩石から Na⁺、Ca²⁺、K⁺、Mg₂⁺ が放出される。造岩鉱物は、斜長石 (CaAl₂Si₂O₈、NaAlSi₃O₈)、カリ長石 (KAlSi₃O₈) のように Na⁺、Ca²⁺、K⁺ を、また、かんらん石 ((Mg,Fe)₂SiO₄) などの有色鉱物は Mg を組成としてもつためである。塩類には、除去過程も存在する。例えば、Na⁺ や Cl⁻、Ca²⁺ や SO₄²⁻ などは、海水の蒸発により、岩塩 (NaCl)、石膏 (CaSO₄・2H₂O) として析出する。さらに、Ca²⁺ は方解石 (CaCO₃) として沈殿したり、生物の骨格へ取り込まれたりする。供給と除去の過程によって、海水中の塩類はある濃度の範囲で平衡状態となっている。

教科書 p.107

B 海洋の層構造

海洋は、深さによって水温が異なる(図 15)。海面付近では、海水が太陽のエネルギーで暖められ、風や波によって混合されている。そのため、比較的水温が高く、深さによる温度変化が小さい層となっている。この層を表層混合層という。表層混合層の水温や深さは、季節や場所によって変化する。海洋の深部は、水温が 1～3℃ で、深さによる温度変化が小さい層となっている。この層を深層という。深層は、季節や場所によらず水温がほぼ一定で、ゆっくりと循環している (→ p.110)。表層混合層と深層の間は、深さとともに水温が急激に低下している。この層を水温躍層という。



図を check! 図 15 中緯度の夏のグラフで、次の部分を確認しよう。
☐ 表層混合層は深さによる温度変化が小さい。
☐ 深層は深さによる温度変化が小さい。
☐ 表層混合層と深層の間で、水温が大きく変化する。

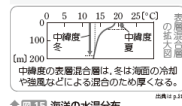
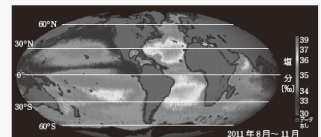


図 15 海洋の水温分布

発展 海水の塩分の分布

塩分は、場所や深さ、季節によって変化する。これは、蒸発量と降水量の差や、海水の運動の影響による。塩分が低くなる原因は、高緯度では水の融解、中緯度では温帯低気圧などによる降水、赤道付近では熱帯収束帯における降水などが考えられる。また、河川から淡水が流入する陸地付近も、塩分が低くなる。亜熱帯高圧帯(緯度 20°～30°)で塩分が高い原因は、降水量に対して蒸発量が多いためと考えられる。深層の塩分は、どの海域でもほぼ一定となっている。



第 2 章 太陽放射と大気・海水の運動 107

3 図 15 海洋の水温分布 海水の温度は、太陽放射によるところが大きい。海水は陸に比べて反射が少なく、太陽放射の大部分は吸収される。大気と異なり、対流が起こりにくいため、表層の水温が高くなる。下層との混合は風や波によって生じ、どの程度下層との混合が進むかは季節によって異なる。

参考資料 **海洋の鉛直温度分布の季節変化** (→ p.145)

話題 海洋温度差発電の研究

表層と深層の海水の温度差を利用して、発電することができる。1997 年に、佐賀大学がインド洋で実験を行った。この海域では表面の海水温は約 30℃ で、水深 1000m の海水温は 4～6℃ となっている。液体のアンモニアを比較的高温の海水で蒸発させて、発電用タービンを回して発電する。タービンを回した後のアンモニア蒸気を、深層からくみ上げた比較的低温の海水で冷やして液体に戻す。アンモニアを循環させて、これを連続で行う。火力発電よりコストがかからず、汚染物質や温室効果ガスも出さないとされる。