

6. 海洋の構造

6-1 水圏

地球上に存在する水

地球は表層の約7割が液体の水で覆われている。このような惑星は今のところ他に知られていない。

地球表層に存在する水（氷も含む）の総量はおよそ 1.4×10^{21} kg である。このうち陸地に存在するものを陸水、海洋に存在するものを海水と呼ぶ。陸水は水の総量のうち3%ほどを占めるに過ぎない。大気中の水分はさらに少なく約0.001%しかない。一方で海洋と陸地の間では、蒸発や降水を介して水の交換が起きている。地球表層の水が作っている系を水圏と総称する。

なお、含水鉱物や鉱物中の不純物として地球内部にも水分子が存在している。濃度は低いですが、総量は海洋の質量の5~10倍に達するという見積もりもある。プレート運動を介して、水圏と地球内部の間で水の循環が起きている、数億年以上の時間スケールでは地球表層の水量が変動した可能性がある。

6-2 塩分

陸水と海水

陸水の大部分は雨水に起源をもち、組成的には純粋な水に近い。このような塩分の低い水を淡水と呼ぶ。ただし岩石の成分の一部や大気成分が溶解することによって、淡水にも微量ながらさまざまな成分が含まれる。

海水は平均して3.5質量%の塩分を含んでいる。塩分の中でもっとも大きな重量比を占めるのが Cl^- イオン(55重量%)と Na^+ イオン(31重量%)であり、 SO_4^{2-} (7.6重量%)、 Mg^{2+} (3.8重量%)と続く。

陸水に含まれる塩分は単純に海水を薄めたものになっているかというところではない。陸水の塩分には重炭酸イオンとカルシウムイオンの占める割合が高い。海水には陸水が運んだ塩分が蓄積していると考えると一見不思議に感じられる。実は海水中では、塩分の一部が飽和し、固体となって取り除かれる。その代表例が炭酸カルシウムの沈殿である。これにより淡水と海水の塩分は成分の割合が異なる。海洋における炭酸カルシウムの生成は地球の大気から CO_2 を除去したもっとも重要なメカニズムと考えられる。

海洋の塩分分布

海水の塩分は一様ではなく、海域や深さによって± 2%程度の変化がある。まず表層海水についてみると、雨が少なく蒸発が卓越する海域や、海氷が生じる海域で塩分が濃縮し、逆に多雨な海域や、陸水が流入する海域では塩分が希釈される。

鉛直方向の塩分の変化には、海水の密度が水温と塩分の両者に依ることが影響する。まず海洋表層から約 10m~100m の深さ (季節や海域による) まで、水温や塩分がほぼ一定の層が存在する。これは大気の運動によって生じた波浪や渦によってよくかき混ぜられている層であり、混合層と呼ぶ。混合層の水温や塩分は海域によって大きく異なる。

一方、約 1500m 以深の海水は、多くの海域でより浅い層に比べて塩分が低く、水温も約 0~4℃の間であまり変化しない。これは極域の一部で生成した冷たい高密度の海水 (北大西洋深層水、南極深層水) が沈み込み、全海洋に行き渡っていることによる。この深層水の地球規模の循環を、海洋深層循環あるいは熱塩循環という。

低緯度や中緯度域では混合層のほうが深層よりも水温が高い。したがって深層に向かって急激に水温が低下する層ができています。これを温度躍層 (水温躍層) と呼ぶ。

海洋ごとに塩分の子午線断面図を描くと、深さ方向に塩分が増減する海域が存在する。例えば塩分の極小が現れることがあるが、これは水温が低いことで密度の高まった海水が、周辺海域からもぐりこんだものとして理解できる。

6-3 海洋による熱の受け渡しと輸送

海は温まり (冷め) にくく、陸は温まり (冷め) やすい、と言われる。これは海面あるいは陸面が温度変化する際に、エネルギーを出し入れする層の厚みが海では大きく (=混合層の厚さ)、陸では小さい (=熱表皮の厚さ) ことに起因する。

海洋の運動は速度が遅く、大気運動の速度の数十分の 1 程度である。しかしながら大きな質量をもつため、ゆっくりとした流れでも大量の熱を水平方向に輸送することができる。海面温度は基本的に低緯度ほど高い。低緯度から高緯度に向かって暖流が流れ、高緯度から低緯度に向かって寒流が流れることによって、表層海水による高緯度方向への熱輸送が起こる。また高緯度で生成された低温で高密度の海水が深層に沈み込みまた浮上する過程でも、緯度方向の熱の輸送が起きている。これらの効果を合計すると、大気に匹敵する大きさの熱輸送が起きている。