

2

次の文章を読み、以下の問1、問2に答えなさい。

空気の組成は、およそ窒素：酸素＝4：1（体積比）である。地上の大気圧が 1000 hPa のとき、空気中での酸素の圧力（これを酸素の分圧という）は $1000 \text{ hPa} \times 1/5 = 200 \text{ hPa}$ になる。

ヒマラヤなどの高山へ登るときは、酸素ボンベを持っていくことが多い。これは、エベレスト山頂では大気圧が 300 hPa と小さいためである。酸素ボンベから 100 % の酸素を使えば、300 hPa の酸素が肺に入ることになり、日常、呼吸している空気中の酸素の分圧 200 hPa の 1.5 倍になり、十分な酸素を供給できるのである。

一方、水に潜るときは、空気をつめたボンベを使用する。このとき、酸素の分圧は考えず、空気の圧力や体積に着目する。水中では深度が大きいくほど、水圧が大きくなり、空気の体積は小さくなる。

上記の関係を確認するために、体積が自由に変化する容器に地上（海拔 0 m）で空気をつめ、それを海水に沈めていったときの、水深、容器内の圧力、容器中の空気の体積の関係を調べ、表1に示した。また、表1をもとに圧力と水深の関係を図1に表した。ただし、地上と水中の温度は常に同じかつ一定であるとする。

表1 水深と容器内の圧力、容器内の空気の体積の関係

水深 [m]	0	10	20	30	40
圧力 [$\times 1000 \text{ hPa}$]	1	2	3	4	5
空気の体積 [L]	15	7.5	5	3.75	3

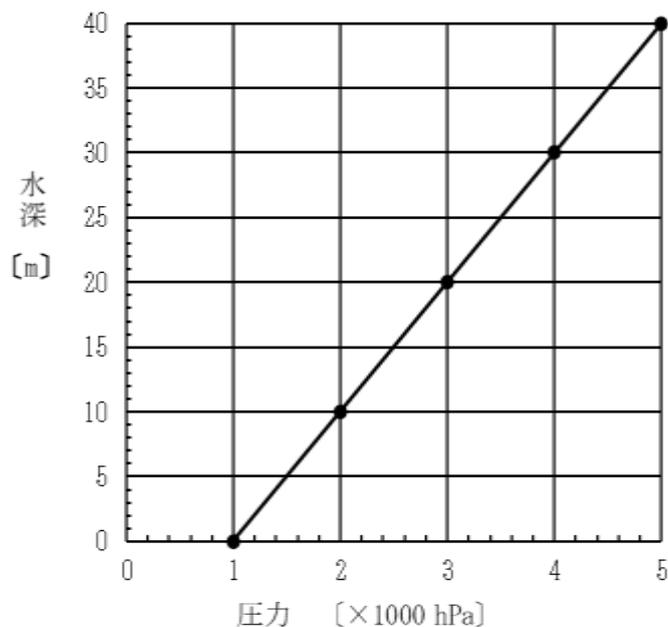


図1 容器内の圧力と水深の関係

問1 大気圧 300 hPa のエベレスト山頂では、空気中の酸素の分圧は何 hPa か。答えの数値のみ答えなさい。

問2 以下の設問に答えなさい。

(1) 表1をもとに圧力と空気の体積の関係を解答用紙の図2に記入しなさい。ただし、データの点や線は図1を参考にして表しなさい。

(2) 水中では地上より呼吸に多くの空気を必要とすることがわかっている。例えば、水深 40 m (5×1000 hPa) で 3 L の空気を呼吸に使ったとすると、表1より、地上(海拔 0 m)の大気圧 (1×1000 hPa) に換算して 5 倍の 15 L を使ったことになる。その理由は、水深 40 m の空気の体積が水圧によって、地上より $1/5$ に圧縮されたためである。

また、容積が変化しない容器内の圧力を、地上の大気圧に換算すると、気体の体積は、容器内の圧力に比例することがわかっている。例えば、容積が変化しない 10 L のタンクの中にある 3×1000 hPa の空気は、地上に放出すると 30 L となり、 50×1000 hPa の空気は、地上に放出すると 500 L となる。

地上において、10 L の空気で1分間呼吸できる人がスキューバダイビングのゲストとしてやってきた。現在、水深 10 m にクマノミ、水深 20 m にウミウシ、水深 30 m にミジンベニハゼがいる。ゲストは全ての生き物を観察するとともに、ミジンベニハゼをできるだけ長く観察することを希望している。

180×1000 hPa の空気をつめた 10 L のタンクを使用し、ちょうど 80×1000 hPa の空気を残すようにして、水深 10 m、20 m、30 m の生き物を 5 分単位ですべて見られる計画を立てることにした。ゲストの希望を尊重してミジンベニハゼを最も長く見られる計画を立てると、それぞれの深さで何分ずつ観察することになるか答えなさい。また、その時間配分に至った理由を水深、圧力、空気の体積の関係を踏まえて説明しなさい。

なお、地上と水中の温度は同じかつ一定で、移動での空気の消費や上下する時の水深、見る順序などは考えなくてよく、各水深における観察時間とその時間配分に至った理由のみ答えればよい。