

## 5. 21 ATA, 31 ATA (He-N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>) 下のヒトの基礎代謝量について

金 信次\* 山崎 昌廣\* 他谷 康\*  
設楽 文朗\* 竹内 久美\* 関 邦博\*  
中山 英明\*

### 〔序 文〕

近年、海洋開発は資源確保の面から種々の開発が進められている。海洋科学技術センターでは、豊富な資源のある大陸棚全域をカバーし得る水深 300 m を目標に、大深度潜水作業システムの開発を行っている。この計画の一環として、水深 200 m 相当、及び水深 300 m 相当の潜水シミュレーション実験を行った。

本稿では、高圧 He-O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> 混合ガス環境下におけるダイバーの適正作業量決定の指針を得るため基礎代謝量を測定し、その結果新しい知見を得たので報告する。

### 〔方 法〕

潜水シミュレーション実験は、常圧の空気環境下での事前観察を行い、その後、加圧を行った。加圧時、及び保圧期の環境ガスは He-O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> 混合ガスである。水深 200 m の実験では 16 ATA で 7 日間、及び 21 ATA で 3 日間、水深 300 m の実験では 26 ATA で 7 日間、及び 31 ATA で 7 日間高圧環境下で滞在した。その後、減圧を行い、減圧終了後、常圧の空気環境下で事後観察を行った。高圧環境ガスの組成は、 $P_{O_2}=0.4$  ATA,  $P_{CO_2}=9.004$  ATA 以下,  $P_{N_2}=0.79$  ATA とした。

ダイバーは、いずれも健康な成人男子であり、実験前に、十分な訓練を行った。

基礎代謝量の測定方法を Fig. 1 に示した。ダイバーの毎日の日課表は、18 時から 19 時の間に夕食を摂り、21 時 30 分以後は間食を与えず、23 時 00 分に就寝するものであった。基礎代謝

の測定は、翌朝 6 時 30 分または 7 時 00 分に点燈し、ダイバーを仰臥安静位で脳波などを測定しその終了後のままの状態です 5 分間呼吸を採気した。その一部をチャンバー外で採気し、質量分析計またはガスクロマトグラフィーにより定量分析を行った。ガス分析に使用した残りのガスを、湿式ガスメーターによりガス量を測定し、呼気量とした。また、この時点で、環境ガスを採取し、同様にこのガスの定量分析を行い、吸気ガスの組成とした。以上の結果から酸素消費量 ( $\dot{V}_{O_2}$ )、炭酸ガス排出量 ( $\dot{V}_{CO_2}$ ) を求めた。また、各ダイバーの尿を採取し、その成分を定量分析することにより、尿中窒素量 (Nur) を求めた。基礎代謝量は Fig. 1 の中の(1)式を用い計算した<sup>1)</sup>。尿中窒素量は、1 日当りの量で測定したので、基礎代謝量も 1 日当りのカロリーで計算した。

### 〔結果および考察〕

基礎代謝量は、各ダイバーとも高圧環境下では増加傾向を示し、減圧開始後、徐々に減少し、事後観察においては、大体事前観察の値に近くなる傾向を示した。

各ダイバーの摂取カロリーを食物の成分分析により求めた。この結果は、200 m の実験では、各ダイバーともに、日数の経過とともに減少したが、300 m の実験の高圧環境下では減少するものの、減圧開始後やや増加する傾向がみられた。

次に、事前観察期、保圧期、減圧期、事後観察期において、摂取カロリーと、基礎代謝量を比較するため、全被検者のこれらの平均値を計算した結果を Fig. 2, Fig. 3 に示した。Fig. 2

\* 海洋科学技術センター潜水技術部

は、200 m実験の結果である。これによると、事前観察期、事後観察期共に常圧の空気環境下では摂取カロリーは、消費カロリーの約2倍であった。また、高圧(He-N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>)混合ガス環境下でのこの値は、16ATAで1.5倍、21ATAで1.6倍、減圧期では1.6倍であった。また、Fig. 3は300 m実験の結果であるが常圧環境下ではこの値は1.8倍、26ATAでは1.5倍、31ATAでは1.3倍、減圧期では1.7倍であった。通常、1日当りの所要カロリーは、基礎代謝量の1.7~1.8倍であるといわれている<sup>2)</sup>、が本実験の常圧下でこの比が高い値を示したのは通常の生活内容と異なるためではないかと推察される。この値に比べて、高圧環境下で値が低いのは、吸気ガスの組成の変化、圧力、温度、湿度など、環境因子が変化することにより、生体内の恒常性に変化をきたしたのが起因ではないかと考えられる。また、摂取カロリーと基礎代謝量の比が200 mと300 mの実験で異った値を示したのは、200 mの実験では、4名のダイバーの内、2名が約1 kgの体重減少をみ、他の1名は体重の変化がほとんどなく、またもう1名はむしろ増加の傾向を示したのに対し、300 mの実験では、3名のダイバー全員が2~3 kgの体重減少をみたのが原因と思われる。

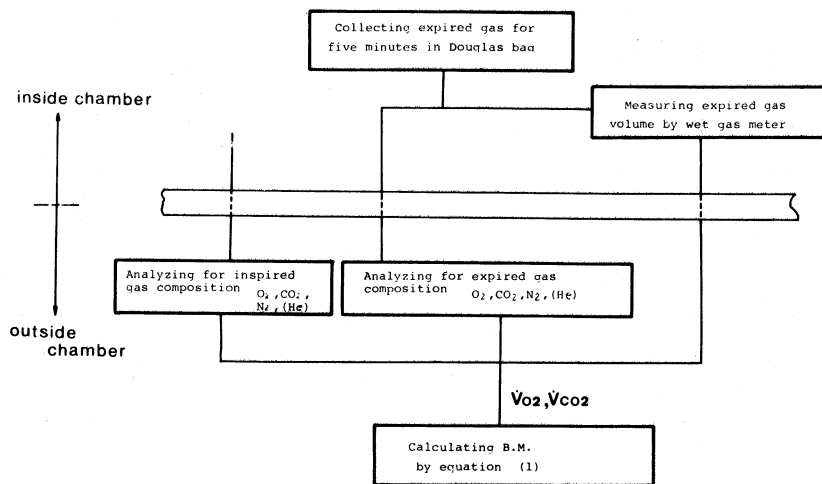
そこで、この関係を明確にするために、各期

間の平均摂取カロリーと平均基礎代謝量の比と、各期間における体重変動との相関関係をもとめた。この結果をFig. 4に示す。ここでは、ダイバー個人別の値を採用した。Fig. 4によると、この値は、ほぼ直線関係を持ち、 $Y=1.21x-2.12$ の回帰直線が得られた。この相関係数は $r=0.544(P<0.01)$ であった。このことから体重変動を起さないためには、基礎代謝量の1.7倍を摂取させれば良いことが見出された。したがってダイバーに、体重減少を起さないような、食事の内容を検討することが必要と思われる。

以上、高圧環境下では、基礎代謝量が増加の傾向を示し、それにみあったカロリーを摂取しないと体重の減少が見出された。しかし、体重減少は単に摂取カロリーの問題だけでなく、He環境のため体表面からの熱損失、その他心理的ストレスなどを充分考慮に入れた研究を行った後、体重減少の程度について明確になると思われる。今後さらにデータを蓄積し、さらに検討を加えることが必要である。

〔引用文献〕

- (1) Weir, J. B.: J. Physiol. 109:1, 1949.
- (2) 鈴木慎次郎、他: 栄養学雑誌、31:19, 1973.



$$B.M. = 1440 (3.941 Vo_2 + 1.106 Vco_2) - 2.17 Nur \dots \dots (1)$$

Fig.1 Block diagram of method for determining Vo<sub>2</sub>, Vco<sub>2</sub> and Basal Metabolism.

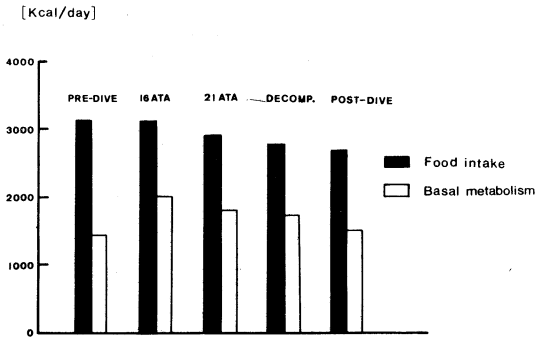


Fig.2 Average food intake and expenditure for 4men for various experiment period.

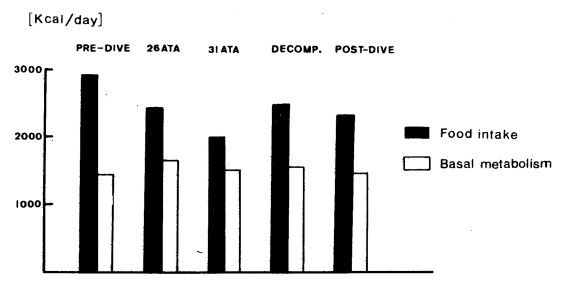


Fig.3 Average food intake and expenditure for 2men for various experiment period.

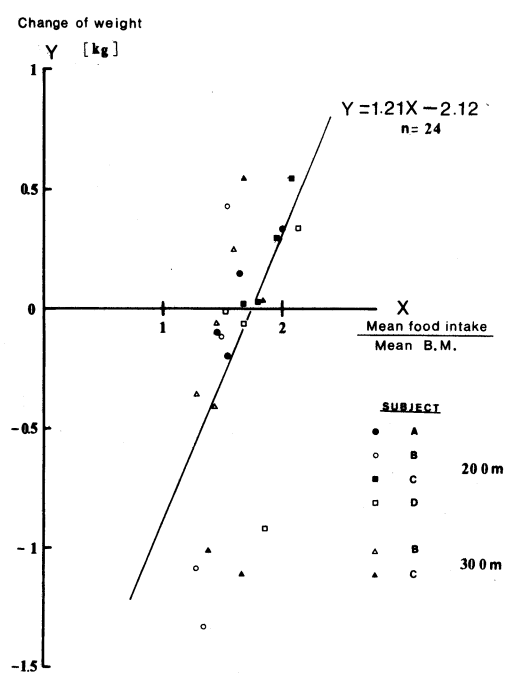


Fig.4 Relation of Change of weight and Mean Food intake/ Mean Basal Metabolism.