

飽和潜水における、加圧、減圧

横須賀地区病院 潜水医学実験部 ●伊藤 敦之, 田中 義郎, 森田 明紀.
 川北木 国明, 山本 昭治, 杉本 英雄, 大岩 弘典.

過去数年間、諸外国では多くの飽和潜水が行われ、特に環境ガス組成に関しては種々の検討が行なわれてきた。まず PO_2 の過は酸素中毒の防止という見地から約 0.3 ATA と
 いう値が多く用いられている。(図 1, 2) 次にガスの混合、均一な拡散をほかり、He の熱
 伝導度を低くするという目的で N_2 が混合され、例えば 30m の海底居住には、He 64.25% N_2
 28.25%, O_2 7.5% という混合比が考えられている。(図 3)

加圧は、1 ATA の空気が入っている Habitat の入口を閉鎖、予め混合しておいたガス
 を入れることにする。Habitat のガス組成を $O_2: x_2 = 7.5\%$, $N_2: y_2 = 28.25\%$, $He: z_2 = 64.25\%$
 にもってゆくには、1 ATA の空気では $O_2: x_1 = 21\%$, $N_2: y_1 = 79\%$ とすれば、図 4 の式より

$$x_2 = \frac{1}{30} \{ (30 + 10) \times 7.5 - 10 \times 21 \} = 3.00\% \dots O_2$$

$$y_2 = \frac{1}{30} \{ (30 + 10) \times 28.25 - 10 \times 79 \} = 11.60\% \dots N_2$$

$$z_2 = \frac{1}{30} \{ (30 + 10) \times 64.25 - 10 \times 0 \} = 85.40\% \dots He \text{ という組成のガスで加圧する必要がある。}$$

和圧中 Habitat 内のガスの組成および分圧は(図 5)の様になってゆく。

次に減圧に際したことは、体組織内に不活性気体が、各組織の半飽和時間に従って
 どの様に高積されて飽和し、飽和した後、浮上時減圧中過飽和度 (ΔP) がどの程度許
 容されるかということである。現在飽和潜水時の減圧には Uniformal - continuous deco
 mpression が行なわれているが、過飽和深度を $\Delta P = 6m$ 、 $PO_2 = 3m$ ($\therefore PO_2 = 0.3 ATA$) とし
 各組織中、半飽和時間の最長のものを 360 分とすると減圧速度 $\frac{d\pi}{dt}$ は次式の通りである。

$$P = \pi - \Delta P - PO_2, \Delta P + PO_2 = (P - \pi) = \text{const} \quad (\text{図 6})$$

$$\frac{d\pi}{dt} = K(\pi - \Delta P - PO_2 - \pi) = K(-\Delta P - PO_2), P \text{ は環境ガスの不活性気体分圧,}$$

π は体組織内の不活性気体の分圧とする。K は定数で $\frac{1}{\text{半飽和時間}}$ である。

この式に従って計算すると $\frac{d\pi}{dt} = 1m/55 \text{分}$ という値が出る。この減圧速度が安全な否
 か検討するため、動物実験を行ったが、求める深度での完全飽和に要する時間の短縮を
 ねらって、2 倍の圧力をかけ、速やかに飽和に至る様にした。減圧は、ヒトと動物と
 は減圧に対する感受性が異なるので、単位時間毎体重あたり酸素消費量から、減圧時間を
 短縮して実験を行う。家兎 6 羽を使用して行った実験の 1 例が(図 7, 8)に示す。

図 1 居住実験に依りた深度と酸素分圧

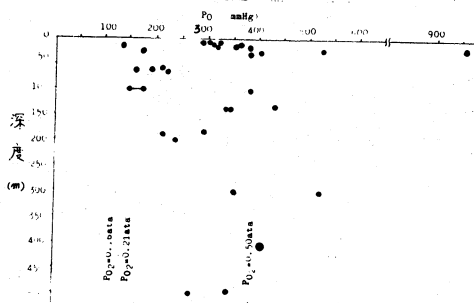
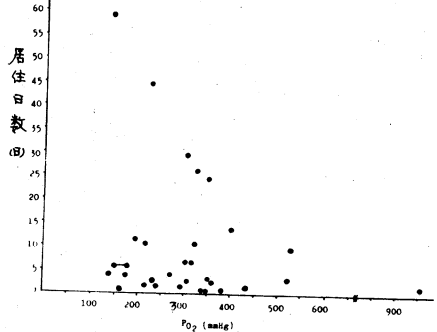


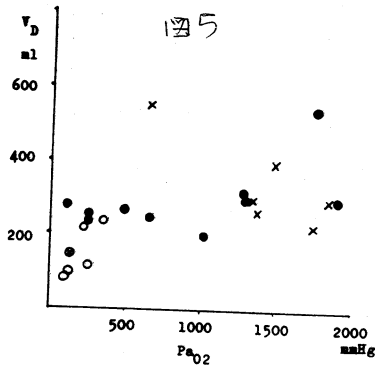
図 2 居住日数と酸素分圧



123

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DEPTH(ft)	0	6	6	60	35	30	30	30	30	5	0
INSPIR. GAS	air	O ₂	air	O ₂	O ₂	air	O ₂	air	O ₂	O ₂	air
EZAWA											
Pulse RATE	67	54	52	50	50	54	54	56	50	52	63
Resp RATE	14	9	14	14	18	17	14	18	18	20	14
V _E (l/m ² /min)	4.82	5.46	4.85	5.11	6.09	4.51	5.20	4.49	5.26	5.81	4.90
V _I (ml/m ² /min)	345	607	347	365	358	348	372	250	297	291	350
V _{O₂} (l/m ² /min)		0.551		0.416	0.482		0.394		0.416	0.527	
P aCO ₂ (mmHg)	34.0	40.0	42.5	39.0	38.0	38.0	37.0	39.0	35.0	40.0	39.0
V _A (l/m ² /min)	3.55	2.19	2.17	1.94	2.13	2.19	2.00	2.28	2.12	1.76	3.00
MATSUO											
Pulse RATE	64	56	54	49	50	52	50	56	52	56	60
Resp RATE	8	12	8	13	10	9	14	8	12	12	11
V _E (l/m ² /min)	3.21	4.05	3.58	4.35	4.35	3.65	4.91	3.83	4.78	6.19	3.58
V _I (ml/m ² /min)	401	338	448	335	435	406	351	480	399	516	326
V _{O₂} (l/m ² /min)		0.396		0.419	0.418		0.460		0.438	0.705	
P aCO ₂ (mmHg)	35.0	45.0	43.0	43.5	44.0	44.0	39.5	43.0	40.5	50.0	38.0
V _A (l/m ² /min)	1.33	1.71	1.94	1.92	1.43	1.75	1.98	2.20	2.00	1.69	2.08

123 Pulmonary Functions At Low Pressure Recompression Using Oxygen



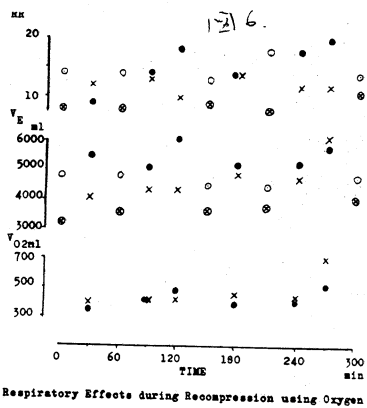
Relationship of Arterial P_{O₂} to Dead Space

124

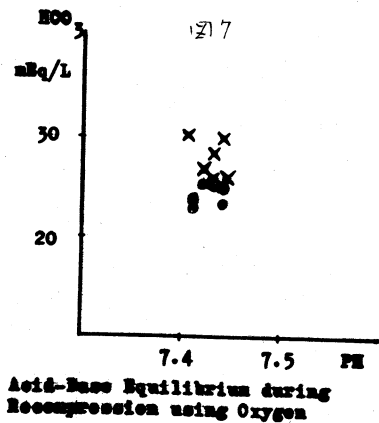
RESULTS OF ARTERIAL BLOOD GAS ANALYSIS

NO.	PO ₂	P CO ₂	PH	Total HCO ₃	BE	IMV			
U.D.	pred	obsr.		CO ₂	CO ₂	GAL			
1	0	149	100	14.0	7.411	21.0	21.9	-2.0	air
2	60	2481	1746	40.0	7.429	25.5	26.5	2.0	air
3	60	436	352	42.5	7.420	27.3	28.3	3.0	air
4	60	281	1885	39.0	7.410	24.0	25.0	4.0	air
5	35	3111	1271	38.0	7.437	25.2	26.1	2.0	air
6	30	31	231	38.0	7.390	23.8	23.7	-1.6	air
7	30	1439	1287	37.0	7.412	22.0	23.7	-4.5	air
8	30	301	257	39.0	7.377	21.7	22.8	-2.5	air
9	30	1439	1313	35.0	7.440	23.0	24.2	1.0	air
10	5	577	633	40.0	7.420	25.4	26.3	1.7	air
11	0	149	111	39.0	7.400	23.4	24.4	0.7	air
	ft	mmHg	mmHg	mmHg	mmHg	ml/L	ml/L	ml/L	ml/L

NO.	PO ₂	P CO ₂	PH	Total HCO ₃	BE	IMV			
MATSUO	pred	obsr.		CO ₂	CO ₂	GAL			
1	0	179	107	33.0	7.424	21.0	21.7	-1.5	air
2	60	2081	1833	45.0	7.443	30.0	31.0	5.2	O ₂
3	60	436	483	43.0	7.443	28.9	29.5	4.2	air
4	60	2081	1768	43.5	7.422	27.0	28.3	2.0	O ₂
5	35	1511	1470	44.0	7.430	28.5	29.6	4.0	O ₂
6	30	301	252	44.0	7.399	26.2	27.3	1.2	air
7	30	1439	1378	39.5	7.446	26.2	27.2	3.0	O ₂
8	30	301	277	43.0	7.404	26.0	27.0	1.3	air
9	30	1439	1313	40.5	7.428	26.0	27.3	2.5	O ₂
10	5	577	638	50.0	7.403	30.4	31.5	4.0	O ₂
11	0	149	127	38.0	7.417	23.8	24.7	0.4	air
	ft	mmHg	mmHg	mmHg	mmHg	ml/L	ml/L	ml/L	ml/L



Respiratory Effects during Recompression using Oxygen



Acid-Base Equilibrium during Recompression using Oxygen