

4. 31ATA下(He-N₂-O₂, 34日間, テストダイバー3名)の ヒトの終夜睡眠相の変動について

関 邦博* 中山英明*

意識が覚醒, NREM 睡眠, REM睡眠の3つの状態からなっていることが Aserinsky & Kleitman (1953) によって報告された後, 睡眠の正常状態を把握することができるようになった(鳥居1979)。この3つの意識状態は, 電気生理学的, 生化学的にも定義づけられるようになった。同時に生理学的に覚醒, 睡眠機構も明快になろうとしている。以上のような背景をふまえ, 高压環境下でのダイバーの疲労因子について Seki (1976) は10回にわたる潜水シミュレーション実験(31ATAから62ATA)から睡眠不足が最も大きく関与することを見出した。本研究は海洋科学技術センターで実施された31ATAの潜

水シミュレーション実験においてダイバーの終夜睡眠中の意識状態を電気生理学的手法を用いて実験中毎日記録したもので, その結果新しい知見を得たので報告する。

方 法

31ATAの飽和潜水シミュレーション実験は, 1ATA(Air)に4日間, 加圧に10時間(1ATAから26ATA), 26ATA下に7日間, 31ATAに7日間, 減圧に12日間, 事後観察に4日間の計34日間の実験を実施した。また26ATA下の保圧下では, 2回にわたるエクスカッション潜水を実施した。この間のダイブプロファイルは図1に示

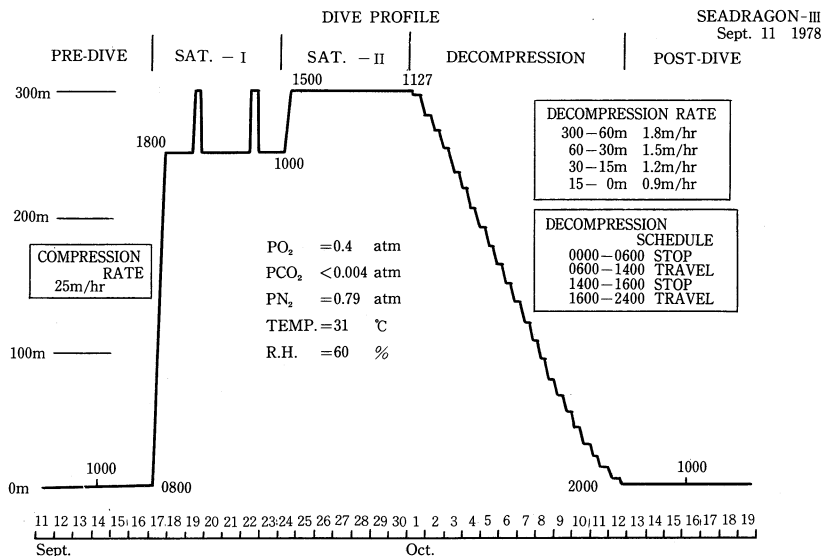


図1 実験期間と加減圧パターン

した。表1にはダイバーの日課表、表2に身体的特徴を示した。終夜睡眠の記録は、23:00消燈、就寝から翌朝07:00の点燈起床までとし、EEG, EOG, EMG, ECG, 呼吸曲線、直腸温などの電極及びセンサー類を所定の場所に装着し、これらの生体情報はチェンバー内の入力箱および端子箱を介して、チェンバー外に導出し万能タイプの脳波計で連続記録した。同時に磁気記録も併用した。終夜睡眠のポリグラフ解析は視察判定で行い、睡眠段階は Rechtschaffen & Kales の方法で分類した。なお評定単位は1 min. とした。

表1 実験期間中の日課表

Daily Activity Schedule Inside The Chamber	
Seadragon-III	
Sept. 1978	
Hours	Activity
0700	B.M.R.; Rise out of bed; *First biorhythmic measurement; Oxygen consumption; Draw venous blood sample (10ml); Bag feces; Subjective symptoms test of fatigue.
0800	Breakfast
0900	Underwater activity or physical exercise.
1130	Second biorhythmic measurement.
1230	Lunch
1330	Underwater activity or physical exercise.
1600	Third biorhythmic measurement.
1700	Tapping test; Manual Dexterity test; Choice reaction time test; Spirometry.
1800	Supper; Subjective symptoms test of fatigue.
1900	Bath
2030	Fourth biorhythmic measurement.
2130	Noise test; Diver communication test.
2300	Retire to bed; Overnight electrophysiological recording for sleep.
	*Biorhythmic measurement: EEG; ECG; Tremor; Respiratory rate; Rectal temperature; Measurement of body weight; Blood pressure; Empty urinary bladder; C.F.F. (Flicker).

表2 テスト・ダイバーの身体的特徴

Physical characteristics of subjects
Seadragon-III 1978

Subject	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Surface Area (m ²)
B	36	161.6	62.4	1.68
C	31	167.7	60.2	1.70
D	24	181.0	74.2	1.96

結 果

実験期間中の睡眠相を被検者別にB, C, Dをそれぞれ図2, 3, 4に示した。いずれの図も、横軸に日付とダイブプロファイルを取り、縦軸に終夜睡眠相の中で各睡眠段階がしめる合計時間を示した。各被検者によって終夜睡眠中にしめる総睡眠時間は、若干異なる。3名の平均は、事前観察(1 ATA, Air)で432min., 26ATAのHe-N₂-O₂下では410min., 31ATA下で411min., 減圧期411min., 事後観察期(1 ATA, Air)で376min.であった(表3)。また表4に各睡眠段階における各期間別の平均値の有意差検定の結果を示した。事前観察では、各被検者とも常圧では、正常な睡眠相がみられた(図5)。1ATAから26ATAへの加圧直後の第1夜は、極端なREM睡眠時間の減少がみられた(図6)。以上の結果をまとめてみると次のことが明らかとなった。①3名の被検者に共通して1ATAから26ATAの加圧直後終夜睡眠相に占める総REM時間は減少、NREMの段階(I+II)の総時間は増加がみられた。②26ATAから31ATAへの加圧にさいして終夜睡眠相には顕著な変化はみられなかった。③減圧終了直後の終夜睡眠相に著しい覚醒時間の増加がみられた。④実験期日の経過にともなって終夜睡眠相に占める総覚醒時間とNREMの段階(I+II)の総睡眠時間が増加し、NREMの段階(III+IV)の総睡眠時間の減少が認められた。⑤1ATAと31ATA下では、終夜睡眠相に占める総REM時間に若干ではあるが1ATAの対照値と比較して有意な増加が認められた。

31ATA下のHe-N₂-O₂環境下のヒトの睡眠相に変化がみられたが、本実験では日中の作業に支障をきたすことはなかった。しかし、ダイバーは、相変わらず毎日のように睡眠不足を訴え、しかも作業動機の減退がみられる行動が記録された。ダイバーを高圧環境に適応させる手法の今後の研究開発からは、高圧He-N₂-O₂下でヒトの最良睡眠相を得ることははなはだ困難である。今後は、高圧He-N₂-O₂環境がヒトに対して最適な意識状態を保持できるような環境作りの研究開発を進めて行かねばならないだろう。

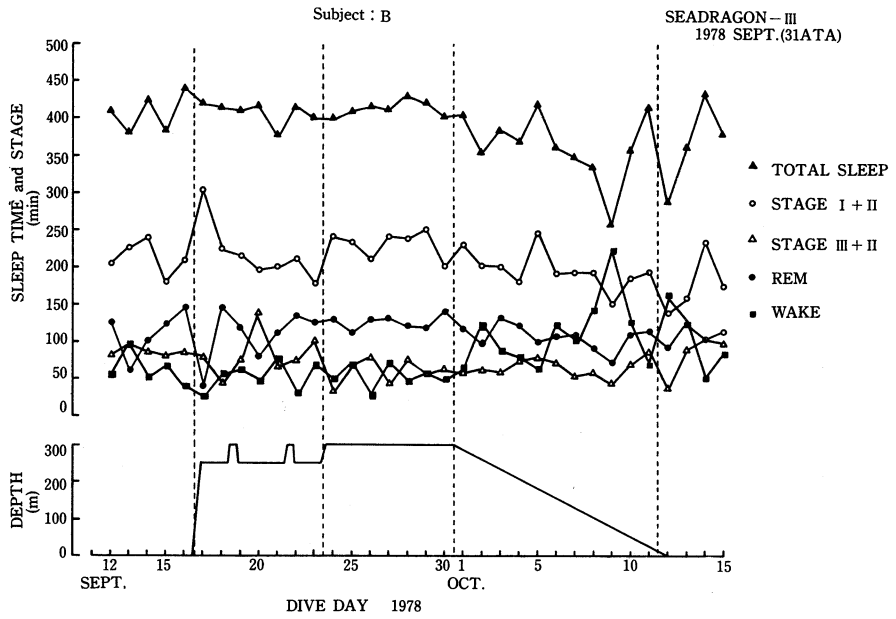


図2 被検者Bの実験期間中の睡眠相の変動

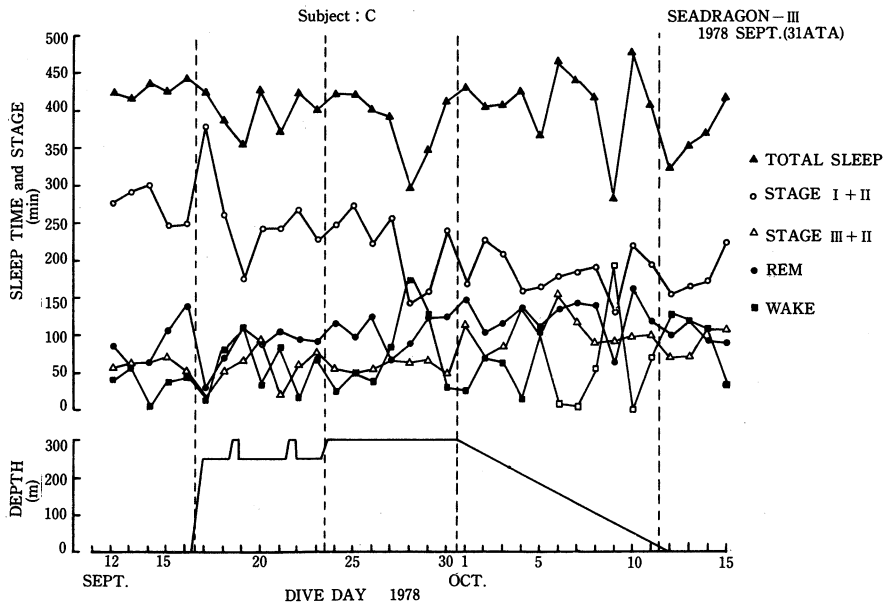


図3 被検者Cの実験期間中の終夜睡眠相の変動

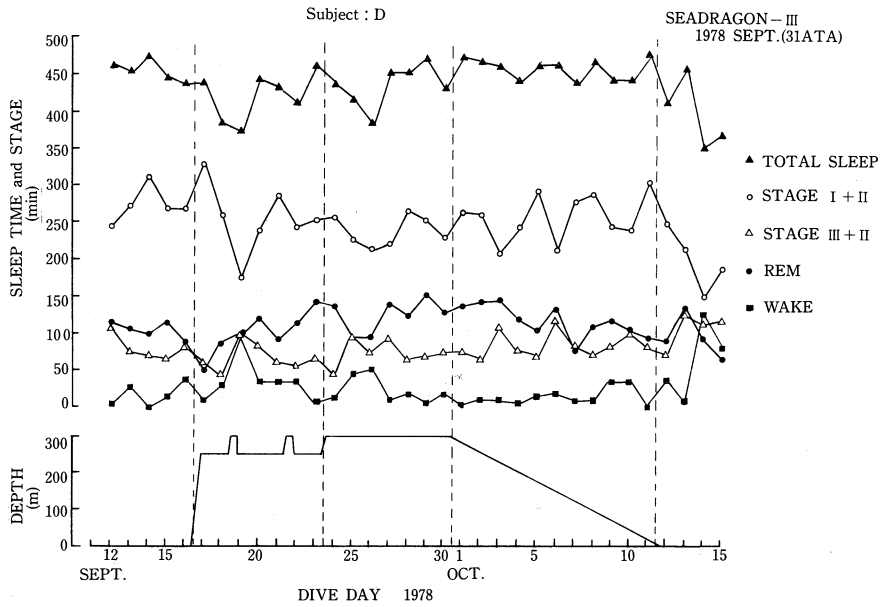


図4 被検者Dの実験期間中の終夜睡眠相の変動

表3 実験中の5期間別の3名の被検者平均における各睡眠段階とその睡眠時間

		Sleep Stages										Seadragon-III Sept. 1978				
		Pre dive			26 ATA			31 ATA			Decomp.			Post dive		
		N	Mean	S.D	N	Mean	S.D	N	Mean	S.D	N	Mean	S.D	N	Mean	S.D
Total Sleep Time		15	432	27	21	410	27	21	411	37	33	411	57	12	376	50
Wake		15	39	26	21	48	30	21	50	40	33	58	57	12	87	47
NREM	I + II	15	254	38	21	245	52	21	217	57	33	208	49	12	184	37
	III + IV	15	76	14	21	68	28	21	76	48	33	89	38	12	93	22
REM		15	102	27	21	98	31	21	119	20	33	115	23	12	100	18

表4 実験中の5期間別の3名の被検者平均における各睡眠段階の睡眠時間の有意水準
Sleep Stages of Significant Level

		t-Test
Total Sleep Time		Pre dive-26ATA* Pre dive-Post dive** 26ATA-Post dive*
Wake		Pre dive-Post dive** 26ATA-Post dive** 31ATA-Post dive*
Nrem	I + II	Pre dive-31ATA* Pre dive-Decomp** Pre dive-Post dive** 26ATA-Decomp* 26ATA-Post dive**
	III + IV	Pre dive-Post dive* 26ATA-Decomp* 26ATA-Post dive*
Rem		Pre dive-31ATA* 26ATA-31ATA* 26ATA-Decomp* 31ATA-Post dive* Decomp-Post dive*

{ * P < 0.05 }
{ ** P < 0.01 }

Seadragon-III
Sept. 1978

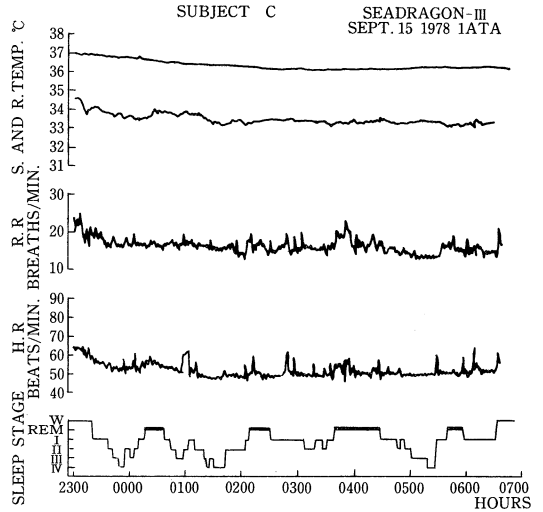


図5 1ATA下の被検者Cの終夜睡眠相
横軸：消燈から翌朝点燈起床までの時間
縦軸：下から各睡眠段階、心拍数、呼吸数、皮膚温、直腸温

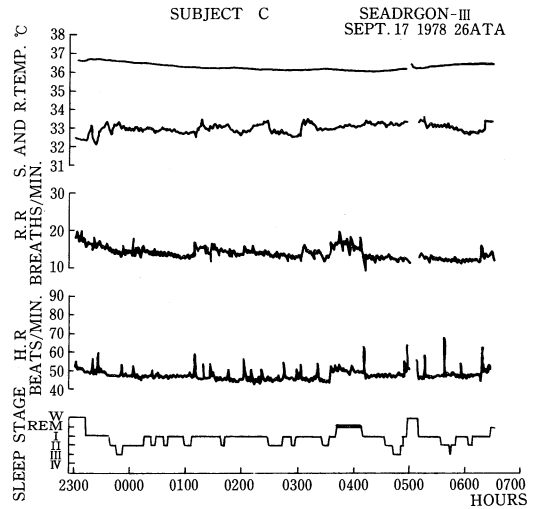


図6 26ATA下の被検者Cの終夜睡眠相
横軸：消燈から翌朝点燈起床までの時間
縦軸：下から各睡眠段階、心拍数、呼吸数、皮膚温、直腸温