

31ATA (He-N₂-O₂、22日間) 飽和潜水シミュレーション時の体験報告：ダイバーの自覚症状について

他谷 康* 関 邦博* 設楽文朗*
河野敬熙* 桑原信之** 岩崎麻理子***
中山英明****

飽和潜水においてダイバーがその環境にいかに対応し、またどの程度の作業が可能であるか等については多くの研究がなされており、1981年には米国のデューク大学で深度 686m 相当圧の有人潜水シミュレーションが実施されるに至った¹⁾。その間にあって、ダイバー（被験者）の高圧環境下への適応過程に個人差のある事が明らかとなり、HPNS（高圧神経症群）に対するダイバーの感受性に個人差のある事も報告されている²⁾³⁾。しかしながら、高圧環境暴露時における身体的異和感や平衡機能障害および HPNS 等に対するダイバー自身の自覚感についての報告は少ない。本報告は、昭和57年11月22日から12月13日にわたって当センターで実施された飽和潜水シミュレーション（実験名：SEADRAGON-V）時における入室者（ダイバー）4名の自覚症状について調査し、筆者自身の入室者としての体験を含め、高圧閉鎖環境に対するヒトの適応について考察を行ったものである。

実験実施方法

本実験に参加したダイバー4名は、表1に示した He-O₂ 混合ガスによる飽和潜水の経験者から成り、実験開始前、1カ月間の体力練成等を通じ、長期間の閉鎖環境下での共同生活における相互の協調性についても充分な配慮を行い実験にのぞんだ。

実験は、図1に示したように、1ATA、空気環境下で3日間の事前観察を行った後、25m/hrの加圧速度で31ATAに加圧（加圧所用時間：12時間）、以後、31ATA、He-N₂-O₂環境下（PO₂=0.3bar, PN₂=0.79bar）で83時間滞在、290時間45分（約12日間）を要して減圧、その後再び1ATA空気環境下で2日間の事後観察を行う22日間におわたる実験であった。

ダイバーの自覚症状についてはアンケート調査及び問診法により行った。

結 果

事前観察期間においては、各入室者とも種々の計測項目に対する最終チェック及び新しいチェンバー内環境での生活から2日目までは若干の精神的及び身体的疲労が訴えられた。その要因としては、皮膚温測定における行動の制限及び直腸温サーミスタに対する違和感、また睡眠ポリグラフの測定時における計20個におよぶ各種電極の装着による“ねつき”に対する悪さが挙げられた。

加圧時における自覚症状の訴えは図2に示した通りである。各入室者で個人差が認められたが、その主な訴えとしては、8~12ATAで4名中3名（被験者A, B, C）に、背部及び腰部に一次的な筋肉痛の発現。9ATA付近で被験者Dに一次的な関節痛（膝、肘）、また21~26ATAでも被験者B, Dに一次的な関節痛が認められた。11ATA付近からは被験者Cに前額部に重圧感があるとの訴えがあり、21ATAからは被験者A, Bに加圧感および頭がぼんやりしてきたとの訴えや平衡感覚が悪くなった（被験者A, C）との訴えが認められた。31ATA付近からは、頭がぼんやりする、耳がこも

*海洋科学技術センター潜水技術部

**上智大学生命科学研究所

***岐阜大学医学部

****産業医科大学高気圧治療部

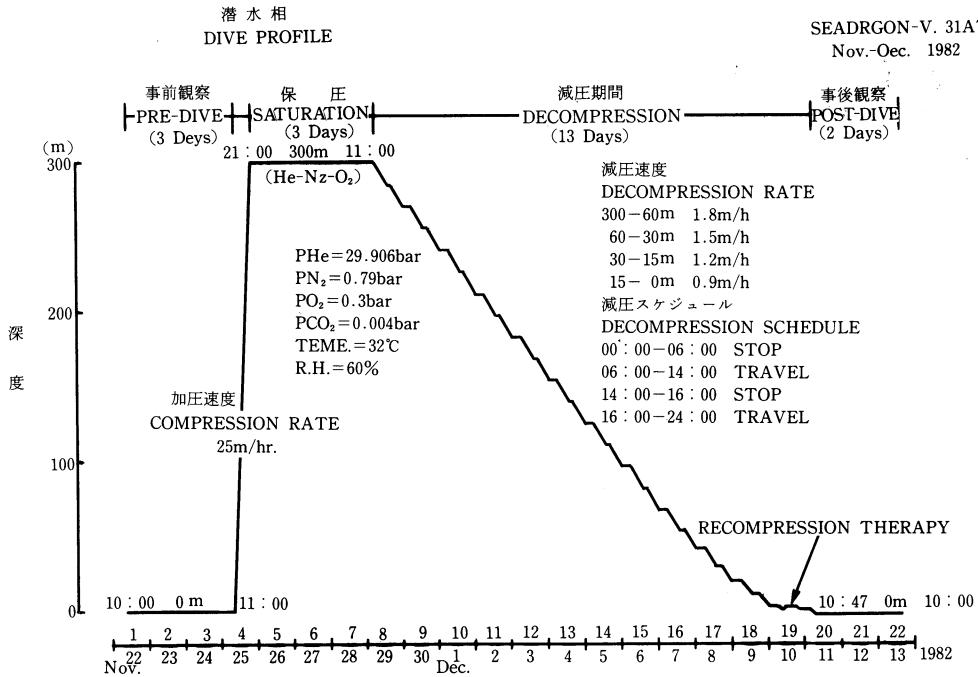


図 1

表 1 被験者 (4 名) の飽和潜水歴

被験者 (年齢)	飽 和 潜 水 の 参 加 歴		
	年 月 日	潜 水 深 度	実 験 名 称
A (38)	1976年11月	140m(シミュレーション)	シードラゴン-I
	1977年11月	200m(シミュレーション)	シードラゴン-II
	1982年 9 月	60m(シミュレーション)	ニューシートピア-I
B (31)	1972年 7 月	30m(シミュレーション)	シートピア 計画
	1972年 8 月	30m(実 海 域)	シートピア 計画
	1973年 7 月	60m(シミュレーション)	シートピア 計画
	1973年 9 月	60m(実 海 域)	シートピア 計画
	1975年 2 月	80m(シミュレーション)	シートピア 計画
	1975年 7 月	120m(シミュレーション)	シートピア 計画
	1975年 9 月	100m(シミュレーション)	シートピア 計画
	1975年10月	100m(実 海 域)	シートピア 計画
	1979年 7 月	300m(シミュレーション)	シードラゴン-IV
C (30)	1980年 8 月	30m(シミュレーション)	シーメッカー-I
D (41)	1981年12月	30m(シミュレーション)	シーメッカー-II
	1982年 9 月	60m(シミュレーション)	ニューシートピア-I

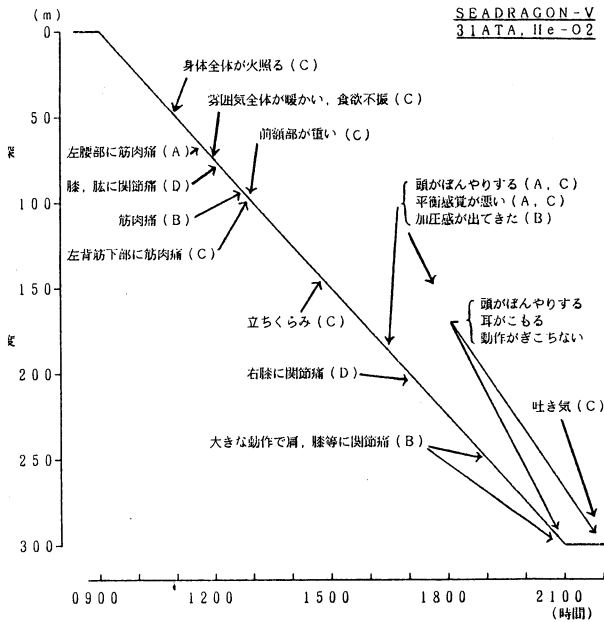


図2 加圧時における被験者の自覚症状 (問診より)
()内は被験者名

る、動作がぎこちないといった訴えが被験者4名に共通して認められた。31ATA到達後の問診では、各被験者に関節痛、筋肉痛の訴えは認められなかった。しかし被験者Cは、一時的に悪心(吐き気)を生じたと訴えた。またこの期間における振戦に対する自覚感については、各被験者とも今回実施された姿勢振戦測定時には自覚しなかったと報告している。しかし採血時(28ATA附近)には手が震えた(企図振戦)との訴えが被験者Cに認められた。目と手の協応に対する機能検査では、開眼、閉眼において著しい機能低下は各々の被験者にも認められなかった。

保圧期間における、各被験者の適応感については、被験者A, Bが31ATA到達後24時間で足元のふらつき、動作の違和感もなくなってきたと報告したが、被験者C, Dは36時間後から緊張感もとれ、また頭もスッキリしてきたと訴え個人差が認められた。また、被験者A, Dには水汲みや、10kgのバーベルを持ち上げた際、筋肉痛及び関節痛が生じ、筋肉労作には十分な配慮が必要であるとの訴えがなされた。またこの期間における共通した訴えとしては、呼吸ガス密度(約6g/l, BTPS)

が高く、He音声録音時に呼吸が続かず、スムーズな吹き込みができなかった事、Heボイスにより十分な会話ができなかった事、環境温度及び湿度の僅かな変化が裸体では暖かい、寒いとして感じられることであった。

また保圧期から減圧期間にかけての訴えとしては、夜間の覚醒回数増加、夜間排尿(高圧利尿)がある。Heガス環境下で16日間生活したが、夜間排尿のため起床した回数は被験者A, B, C, Dで各々15, 19, 6, 20回であった。またこの排尿の時間帯は午前5時~6時に集中して認められた。また減圧時における圧力変化に対しては各被験者とも26ATA以浅から呼吸が楽になり、21ATA以浅からはルームランナーやバーベル(10kg)での体力トレーニングを積極的に実施するようになった。また5ATA附近からは義歯が痛むとの訴え(被験者D)や、3.4ATA附近から両膝の上部が冷える感じがするとの訴えが認められ、1.3ATAでは減圧障害の徴候も1名に認められた。しかし再圧治療によりその痛みも消失し、1ATA、空気環境へは各被験者とも数時間で再適応できたとの訴えがなされた。

考 察

本実験での高圧環境下への各被験者の適応についても顕著な個人差が認められ、従来の報告と一致するものであった。特に筆者の31ATA保圧直後における吐き気の発現は他の3名の被験者と比較して圧力等に対する感受性が高い事を示唆するものと推察された。しかしこの症状は、姿勢振戦の測定や、脳波所見でのθ波及び覚醒時におけるα波の出現が認められなかった事から、HPNSの発現ではなく、一次的な平衡機能障害であったと推察された。また加圧時に訴えられた特徴的な自覚症状として高圧筋関節症候群⁴⁾の発現が認められた。この症状は、高圧環境曝露時において、ダイバーが大きな動作や運動をした時に発現し、肩、手首、膝と活動性の大きい関節ほど発現しやすいと報告されており、高圧環境曝露時におけるダイバーの作業や動作については、ゆっくりした動作による作業が必要であり、また作業内容についても高圧環境への適応までは十分な配慮が必要である事が示唆された。また、高圧Heガス環境下における各被験者の睡眠の自覚感については、不充分

という訴えが、本実験期間に訴えられた睡眠自覚評価での不充分という訴えの70%以上を占め、今後とも環境温度の制御に対する検討や、吸湿性、通気性を考慮した寝具について更に検討する必要性が示唆された。

最後に、この紙面をおかりして本実験の実施に当たり、入室者の一人として貴重な場を与えて下さった、本研究プロジェクトの関係各位に心より謝意を表する。

[参 考 文 献]

- 1) Bennett, P. B., R. Coggin, and M. Mcleod: Effect of compression rate on use of trimix to ameliorate HPNS in man to 686m (2250). Undersea Biomed. Res. 9(4):335—351, 1982
- 2) Rostain, J. C., M. C. Gardette-Chauffour, and R. Naquet: HPNS during rapid compressions of men breathing He-O₂ and He-N₂-O₂ at 300m and 180m. Undersea Biomed. Res. 7(2):77—99, 1980
- 3) Bennett, P. B., G. D. Blenkarn, J. Roby, and D. Yuongblood: Suppression of the high pressure nervous syndrome in human deep dives by He-N₂-O₂. Undersea Biomed. Res. 1(3):221—237, 1974
- 4) Berry, P., P. Gavarry, J. P. Hubert, J. Le Chuiton and J. Parc: La plongee et l'intervention sous la mer. Librairie Arthand press, 1977. 関邦博(訳): 潜水学, マリン企画, (1982)