

## 高所での不眠と動脈血酸素飽和度

出水 明

大阪警察病院麻酔科

高所での行動中の眠気、夜間の不眠と、覚醒安静時と終夜睡眠時の動脈血酸素飽和度(SpO<sub>2</sub>)の関係を調べた。高度とともにSpO<sub>2</sub>は低下し、それにつれ不眠の発生率、重症度の上昇を見た。超高所での行動中の眠気は低い高度に比べて、前夜の不眠より低酸素血症そのものの影響が考えられた。不眠の原因は低い高度では頭痛、動悸などのAMS症状であり、超高所では息苦しさ、寒さであった。酸素投与によって、不眠の発生率、重症度は軽減したが、SpO<sub>2</sub>値の改善が著明なのに比し十分ではなく、より優れた酸素投与方法の研究が必要と考えられた。

### 1. はじめに

高所では登山行動中にしばしば耐えがたい眠気におそわれることがある。細心の注意が要求されるような危険なルート上ですら、この眠気はおそってくる。昼間行動中の眠気の予防は、ヒマラヤの高所で安全に登山を行うために重要なテーマである。高所で行動中の眠気をもたらす原因としては、低酸素血症と夜間の不眠が考えられるが、この実態についての報告はあまりなされていない。京都大学ヒマラヤ医学学術研究計画、第三次シシヤパンマ登山隊 (Kyoto University Medical Research Expedition to Xixabangma 1990 = KUMREX90) の遠征期間中、行動中の眠気、夜間の不眠について質問表を用いて調査するとともに、パルスオキシメーターによって、覚醒時ならびに終夜の動脈血酸素飽和度を記録してその関連を調べ、また睡眠時の酸素投与の影響についても検討した。

### 2. 対象と方法

KUMREX90に参加した隊員23名(21-59歳、平均年齢36歳)を対象とした。各人に登山健康日誌(図1)を渡し、毎朝、前夜の睡眠障害の程度、その原因、睡眠剤使用の有無、酸素使用の有無を

記録し、毎夜、その日の行動中に眠気を感じたかどうかを記録した。睡眠障害の程度は、0:良く眠れた、1:まずまず眠れた、2:しばしば目がさめた、3:あまり眠れなかった、4:ほとんど眠れなかった、の5段階スコアとし主観的評価をした。スコア2以上を不眠と定義し、各地点での平均スコア(不眠スコア)を不眠の重症度を表す指標とした。睡眠障害の原因については、体が寒い、動悸、頭痛、咳・喉の痛み、息苦しさ、吐き気、何となく、その他、として当該する項目を選び、その他の場合には、理由を併記することにした。動脈血酸素飽和度(SpO<sub>2</sub>)はパルスオキシメーター(ミノルタ PULSOX7™)のfinger probeを用いて測定した。覚醒時SpO<sub>2</sub>は、毎日起床時と睡眠前の安静時に測定記録した。終夜記録は充電式外部Ni-Cd電池で駆動させ、内部記憶装置に蓄えられた5秒毎のSpO<sub>2</sub>、脈拍数のデータを、翌朝RS232Cポートを通してノート型コンピューター(NEC PC9801n)のフロッピディスクに保存し分析した。

### 3. 結果

各図中の時点の略号、地図上高度、大気圧は表1に示す。

図1 登山健康日誌

DAILY CHECK SHEET		名前		夜 地点		高度		m		体調自己評価VAS
月 日				天候		移動高度+		m-		
朝 地点		高度		m		行動概要				10 0
起床時刻	:	睡眠時間	時間	時刻		0 1 2 3				
睡眠障害の程度	0.よくねむれた 3.あまりねむれなかった 1.まずまずねむれた 4.ほとんどねむれなかった 2.しばしば目がさめた			頭痛	不眠	食欲	嘔吐	下痢	発熱	
障害の原因	●体がさむい ●頭痛 ●動悸 ●息苦しさ ●喉・のどの痛み ●吐気 ●何となく ●その他( )			脈拍	bpm	浮腫	呼吸回数	回/分	体温	
眼剤の使用	●なし ●あり( )			安静時呼吸回数	回/分	浮腫	呼吸	咳	痰	
O <sub>2</sub> 使用	●なし ●あり( )/分 時刻: ~ :			体重	kg	スコア	/30	使用薬品		
項目	時刻			頭痛	不眠	食欲	嘔吐	下痢	発熱	
血圧	mmHg			脈拍	bpm	安静時呼吸回数	回/分	体温	℃	
SpO <sub>2</sub>	%			息こらえ時間	秒	記入時間	時刻	スコア	/30	
安静時呼吸回数	回/分			排泄回数	回	1日尿量	ml	排泄回数	回	
体温	℃			検尿	回	pH		糖		
息こらえ時間	秒			タンパク		潜血		ケトン		
				行動中のむけ	- + #	寝覚の異常	- + #	手指のよそ	- + #	
				コメント						

表1 図中の各時点の略号説明、地図上高度、大気圧

BEIJIN	43m	755Torr
LHASA(LHA):	3650m	478Torr
LHASA1=1st 2 days	LHASA2=2nd 2days:	
SHIGATSE(SHIG):	3900m	468Torr
BASE CAMP(BC):	5020m	410Torr
BC1=period before the ascent		
BC2=after the ascent and 35days stay above 5000m		
DEPOSIT CAMP(DPC)	5600m	384Torr
ADVANCED BC(ABC)	5640m	382Torr
ABC1=period after 1st arrival		
ABC2=intermediate period after reached to C4		
ABC3=after the ascent to the summit		
CAMP1(C1):	5850m	372Torr
CAMP2(C2):	6340m	346Torr
CAMP3(C3):	6920m	328Torr
above 3camps had 2 periods(ex C2-2,C3-1)		
CAMP4(C4):	7430m	309Torr
CAMP5(C5):	7700m	302Torr

1) 行動中の眠気の発生率、前夜の不眠

図2に行動中の眠気の発生と前夜の不眠との関連を示す。上段は行動中の眠気の発生率(0-1)で、下段はそのうち行動前夜に不眠を訴えていたものの割合(0-1)である。発生率は、延べ行動日数を分母としており、3000-5000m(ラサー-BC)では0.053(7/133)、5000-6000m(BC=C1)では0.027(12/499)であるが、それ以上の高度ではそれまでより有意に(P<0.01)増加し6000-7000m(C1-C3)で0.120(29/242)、7000-7500m(C3-C4)で0.094(10/106)、7500-8027m(C4-Summit)では0.276(8/29)となった。前夜に不眠がみられたものの割合は3000-5000mで0.14(1/7)、もっとも割合の高かった6000-7000mで0.48(14/29)であったが、統計学的有意差はなかった。

2) 不眠の発生率、重症度

図3は各地点別の不眠の発生率(○0-1)と重症度(△0-4)=不眠スコアである。発生率と重症度はよく平行している。発生率は平地(<500m=北京、成都)で0.12であったが、高所でもその高度で

図2 高所行動中の眠気の発生率（上段）と前夜の不眠の割合（下段）

\* $p < 0.01$  VS 3000-5000m

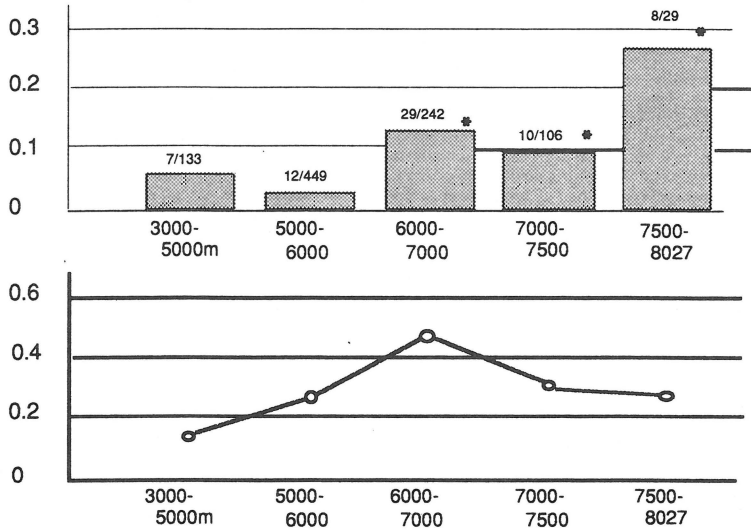
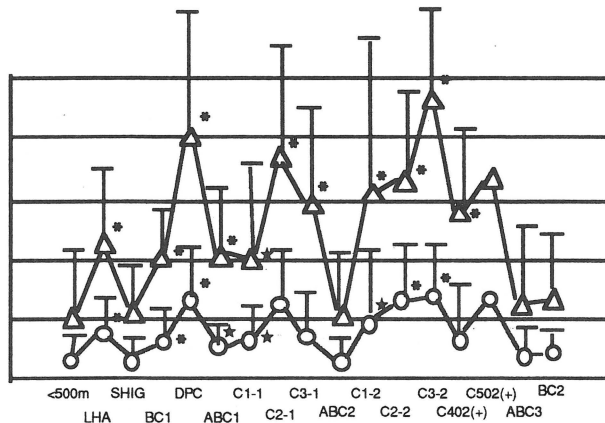


図3 不眠の発生率 (○) と不眠スコア (△) = 重症度

★ $P < 0.05$  \* $P < 0.01$  VS <500m



の高所順応が達成されたと考えられる時点、すなわちシガツェ、ABC2、ABC3、BC2でも平地と有意差はなく、0.2未満であった。一方、はじめて到達した高度、あるいは6000m以上の高度では平地に比べて有意に不眠の発生率が高く、0.25以上を示し、特にDPC（デポキャンプ）、C2-1（Camp2の1期を示す、以下同様）、C2-2、C3-2などでは0.6から0.7に及んだ。（睡眠時の酸素投与は、C3以上で行われているが、O2(+)を付していないものは酸素を使用していないものの平均である。）

### 3) 不眠の原因

図4に各地点での不眠の原因別比率を示す（不眠の原因としてあげられたものの百分比、複数記載を含む）。睡眠環境は3000-5000mではホテルあるいは招待所のベッド、BC以上ではテント内で断熱シートを敷いて羽毛寝袋で寝ており、BC-ABCは地面上、C2以上は雪面上にテントが張られた。頭痛、動悸などの軽度の急性高山病（AMS）症状が、比較的低い高度（3000-5600m ラサール-DPC）で、不眠の大きな原因となっているのに対して、高所

図4 各地点での不眠の原因

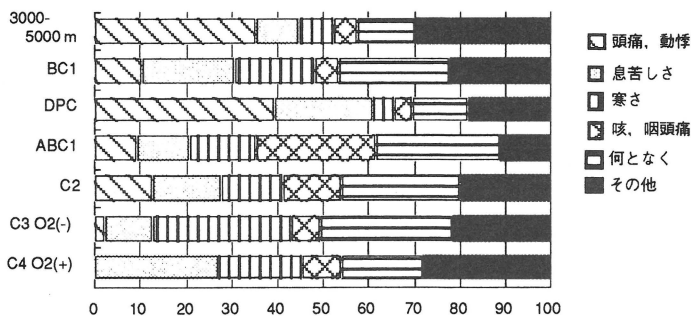


図5 覚醒安静時のSpO<sub>2</sub>(%)

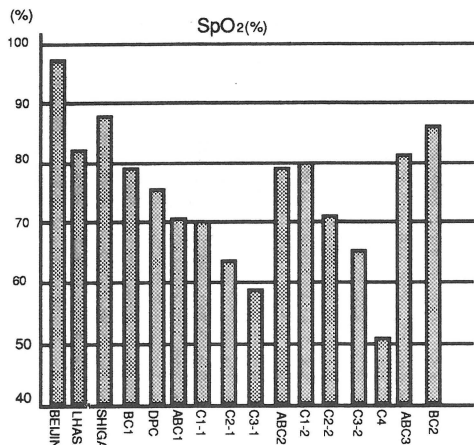
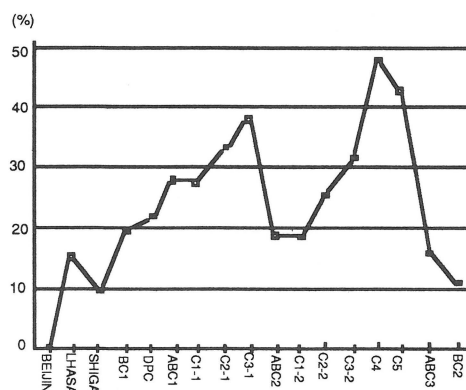


図6 各時点でのSpO<sub>2</sub>と平地でのSpO<sub>2</sub>の差(%)



(6900-7430m C3-C4) では息苦しさ、体の寒さなどが主因となっている。咳、咽頭痛など上気道症状も原因に占める割合が大きい。その他の原因としては、排尿、モニターそのもの、酸素投与によるもの(鼻腔カニューラ、水滴付着の不愉快さ)、テントの居住性(狭さ、床面の状態)、腹部症状(下痢、嘔気)、筋肉痛などがあげられていた。

4) 覚醒安静時動脈血酸素飽和度

図5に各時点での覚醒安静時SpO<sub>2</sub>を示す。同一高度では滞在時間とともに、高所順応によって上昇がみられ、ABCでは約1カ月間のそれ以上の高度での滞在で、70.4%から81.5%へと上昇した。各高度に到着後すぐの期間でのSpO<sub>2</sub>(%)は、3700-4000m付近で80%、5600-5800mで70%、6500-6700mで60%程度になり、7500mでは約50%にまで低下することがわかる。図6は平地でのSpO<sub>2</sub>値と各時点でのSpO<sub>2</sub>値の差をプロットしたものであるが、図3に

図7 大気圧(上段)と覚醒安静時(□)と就眠時終夜平均(△)のSpO<sub>2</sub>

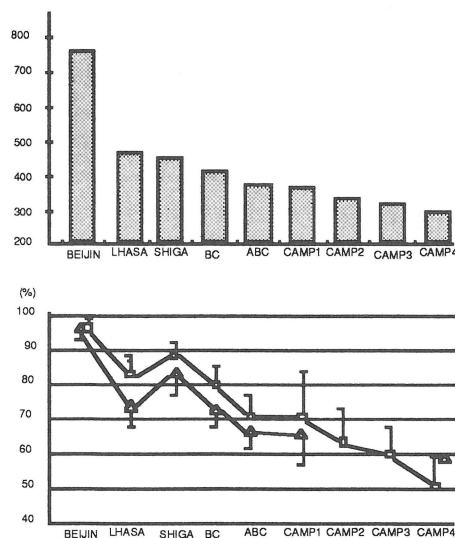


図8 終夜SpO<sub>2</sub>、脈拍トレンド (横軸1目盛り15分 縦軸1目盛り SpO<sub>2</sub> 25%、脈拍数 60bpm)

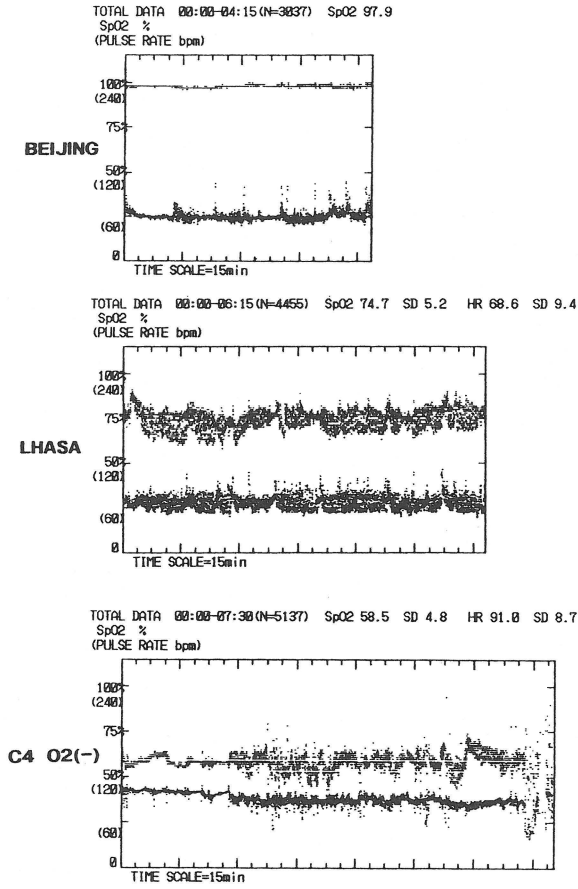
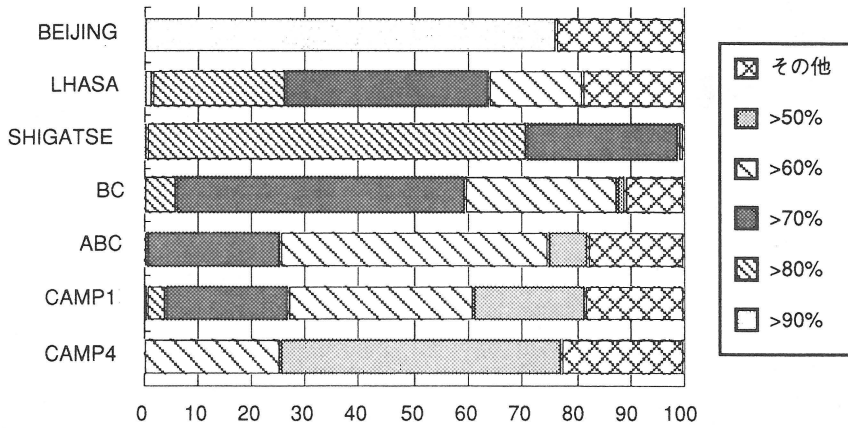


図9 終夜SpO<sub>2</sub>値分布



示した不眠の発生率、重症度と全体としてはよく一致している。

### 5) 睡眠時動脈血酸素飽和度

図7に各地点での大気圧(上段)と到着後すぐの期間での覚醒安静時SpO<sub>2</sub>(□)、就眠時終夜平均SpO<sub>2</sub>(△)を示した。終夜平均のSpO<sub>2</sub>は北京で97.5%(N=5)、ラサで73.6%(N=8)、シガツェで82.7%(N=11)、BCで72.9%(N=12)、ABCで66.5%(N=8)、C1で66.2%(N=5)となり、C4では58.5%(N=1)であった。覚醒安静時SpO<sub>2</sub>との差はラサからC1の間で約4.5%である。終夜のSpO<sub>2</sub>ならびに脈拍数のトレンドを図8に示す。いずれも横軸は時間で1目盛りが15分、縦軸は1目盛りがSpO<sub>2</sub>25%、脈拍数60bpmである。高所ではSpO<sub>2</sub>の低下、脈拍数の増加とともに、それらの変動幅も大きくなっている。この終夜のSpO<sub>2</sub>値がどのような分布をしているのかを示したものが図9である。終夜睡眠時間の内、北京ではSpO<sub>2</sub>が90%以上の時間が100%を占めているのに対して、BCでは80%台が10%、70%台が57%、60%台が30%を占め、C4のケースではSpO<sub>2</sub>が50%台の時間が終夜の64%に達している。ここでも、図10にみるように同一高度では時間の経過とともに分布は高SpO<sub>2</sub>側にシフトしていることが明かで、不眠の発生率、重症度の低下の主要因になっていると考えられる。

図10 同一高度での終夜SpO<sub>2</sub>値分布変化

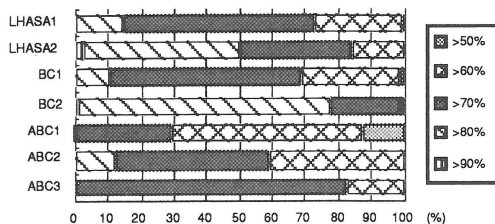
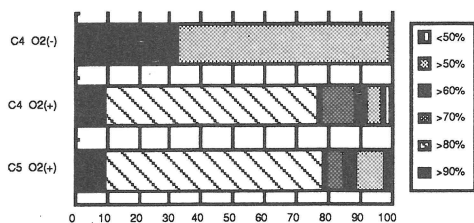


図12 終夜SpO<sub>2</sub>値分布にみる酸素吸入の効果



### 6) 酸素投与の効果

図11はC3において酸素吸入を行った時と、行わなかった時の不眠の発生率、重症度(○)を示している。酸素吸入(鼻腔カニューラにより0.5-0.67l/分の流量で投与)を行った方が発生率、重症度も有意に低い。また図12は終夜のSpO<sub>2</sub>分布をみたものである。C4、C5とも酸素投与によりSpO<sub>2</sub>>80%の時間が80%以上を占めており、終夜の平均値は約82%である。この平均値はほぼシガツェのそれと等しい値である。図13はC5で酸素投与(0.67l/分)下でのトレンドである。カニューラのはずれと思われる低下を除くと、高く変動幅の少ないSpO<sub>2</sub>値が保たれている。

### 4. 考察

行動中の眠気の発生は6000m-7500mの高度での行動延べ日数の内、約10%にみられ、さらに7500m以上では28%に達した。そのうち行動前夜に不眠が記録されていたものは6000-7000mで48%、7500m以上で25%であった。覚醒安静時SpO<sub>2</sub>の値から6000-7000mでのSpO<sub>2</sub>は65-60%程度、また7500m以上のSpO<sub>2</sub>は50%台である。有意な差ではなかったが超高所での行動時の眠気の発生はより低い高度でのそれに比べて、前夜の不眠より行動中の低酸素血症が重篤なことからもたらされている可能性

図11 C3での酸素吸入の効果 不眠発生率とスコア(○) ★P<0.05 VS O<sub>2</sub>(-)

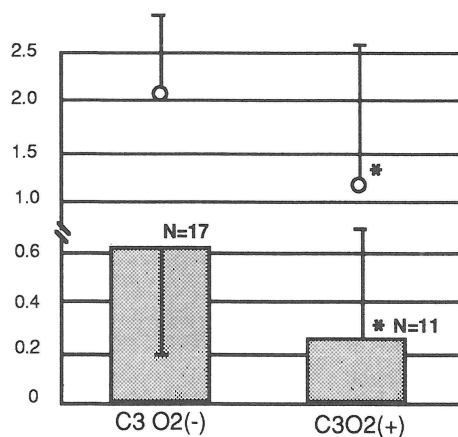


図13 C 5 (7700m 302torr) でのSpO<sub>2</sub>、脈拍数トレンド (O<sub>2</sub>0.67/min)

TOTAL DATA 00:00-09:15 (N=6292) SpO<sub>2</sub> 82.2 SD11.7 HR 55.9 SD10.1  
 SpO<sub>2</sub> %  
 (PULSE RATE bpm)

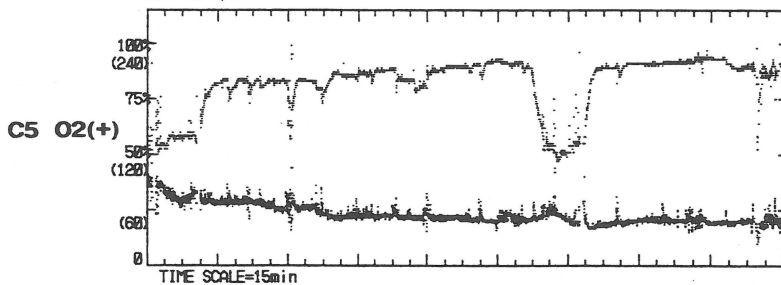
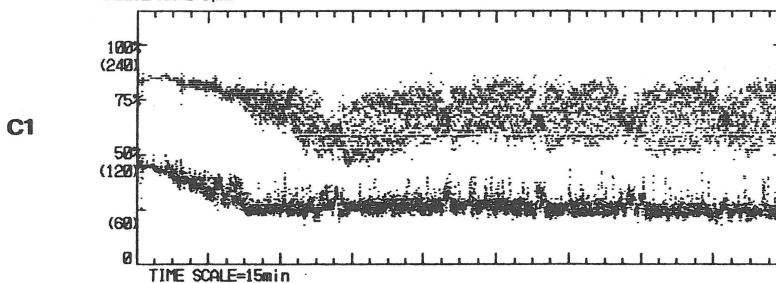


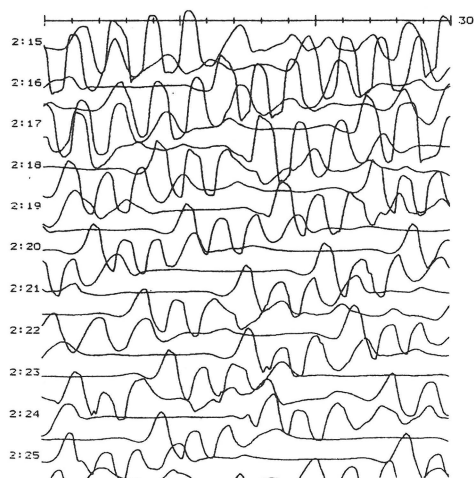
図14 変動幅の大きいC 1でのトレンド (上段SpO<sub>2</sub>, 下段脈拍数)

同時記録した周期性呼吸を示す呼吸パターン (呼吸は1目盛り2秒)

TOTAL DATA 00:00-09:00 (N=6416) SpO<sub>2</sub> 70.4 SD 9.5 HR 69.1 SD14.2  
 SpO<sub>2</sub> %  
 (PULSE RATE bpm)



**NOSTRIL AIRFLOW RECORD  
 SHOWING TYPICAL PERIODIC BREATHING**



が強いといえる。

不眠の発生率と重症度は、全体としては平地に比べた $SpO_2$ の低下と一致して動いているが、DPC、C1-2などでの高度の睡眠障害は $SpO_2$ の値だけでは説明できない。それぞれの不眠の原因は、DPCではAMS症状が強く、C1-2では何となくが44%を占めていることから、DPCについては高所ではじめて行動らしい行動をしたことがAMS症状を悪化させたこと、C1-2に関しては登頂行動に向かう最終段階での精神的な高揚、しばらくABCで休んでいた後の行動であったこと等が影響したとも考えられる。

不眠には多くの要因が関係している。しかし今回の結果からは比較的低い高度ではAMS症状である頭痛、動悸が、また7000mを越えるような高度では息苦しさ、寒さが原因として目立つ。高所での寒さは気温が低いことだけではなく、低酸素症状の一つでもある。高所では酸素吸入によって、末梢の温感が得られることをしばしば経験する。原因と効率から考えると、不眠の対策として比較的低い高度ではアセタゾラミド(ダイアモックス)等によるAMS症状の軽減が有効であり、超高所ではやはり酸素投与がよいと思われる。C4で酸素投与を行ってもまだ不眠の原因として息苦しさがあげられているのは、図13のトレンドにみられるような投与ルートのはずれによると考えられる $SpO_2$ 低下によって、睡眠中に覚醒するからかもしれない。より確実に不快感のない投与方法を研究する必要があるだろう。酸素投与器具による不快感もまた不眠の原因となっている。

終夜の $SpO_2$ の平均値は同時点の覚醒安静時よりラサ-C1の範囲で45%低い値を示した。この主な理由は、高所での睡眠時の呼吸様式の異常(無呼吸を含む周期性呼吸)、1回換気量の減少などによる肺胞換気量の減少によると考えられる。この呼吸様式の異常は、 $SpO_2$ トレンドで変動幅の増大として表されている。図14に典型的な周期性呼吸を示したケースの $SpO_2$ 、脈拍数のトレンドと、同時

に鼻腔サーミスタによって記録された呼吸パターン(横軸は時間1目盛りが2秒)を示す。

鼻腔カニューラによる0.5-0.67l/分の酸素投与で、終夜の平均 $SpO_2$ 、 $SpO_2$ 値分布は著明に改善された。この結果C3では有意に不眠の発生率、重症度が酸素投与下では低くなった。またC4,C5での酸素投与下の $SpO_2$ はカニューラのはずれによるとと思われる一時的低下を除いては、安定した高値を示し、呼吸様式の異常が改善されていることがうかがわれた。

今回の遠征では眠剤の使用は隊員の自由にまかされた。ベンゾジアゼピン系の眠剤(ハルシオン、レンドルミン、セルシン等)が用いられたが、睡眠に関する主観的評価をみる限りではこれらの薬剤の少量の使用はC4を含めた高所で不眠の改善に有用であり、こうした薬剤の持つ呼吸抑制によると思われるような悪影響はみられなかった。

## 5. 結語

高所における行動中の眠気、夜間の不眠について調査するとともに、覚醒安静時および終夜睡眠時の動脈血酸素飽和度を測定した。高度とともに $SpO_2$ の低下がみられ、それにつれた不眠の発生率、重症度の上昇をみた。超高所での行動中の眠気はより低い高度でのそれに比べて、前夜の不眠との関係は少ない傾向がみられた。不眠の主要な原因は比較的低い高度では頭痛・動悸などのAMS症状であり、7000mをこえる高所では息苦しさ、寒さであった。0.5-0.67l/分の酸素投与によって、不眠の発生率、重症度も軽減したが、終夜の $SpO_2$ 平均値、分布の改善が著明なのに比べると十分なものではない。より確実に快適な酸素投与方法の研究が課題である。

## 文献

Nicholson A.N. et al.(1988)

Altitude Insomnia: Studies during an expedition to the Himalayas. Sleep 11(4):354-361