

【鶏肋：事例報告】

深度32mの訓練用機雷を回収するためにスクーバを用いて揚収バッグを膨らましたところフリーフローをきたし口腔凍傷に罹患した1例

Oral frostbite resulting from free-flow after diver used SCUBA gear to inflate lift bag for retrieving dummy mine from 32 m depth

池田知純¹⁾, 四ノ宮成祥²⁾東京慈恵会医科大学 環境保健医学講座¹⁾
防衛医科大学校 分子生体制御学講座²⁾Tomosumi Ikeda¹⁾, Nariyoshi Shinomiya²⁾1) Department of Public Health and Environmental
Medicine, The Jikei University School of Medicine2) Department of Integrative Physiology and Bio-
Nano Medicine, National Defense Medical College

キーワード 潜水, ダイビング, 事故,
潜水医学

keywords undersea, diving, accident, diving
medicine

潜水装備の一つとしてのレギュレータはスクーバ潜水にとって死活的に重要な機材で、その不具合は潜水作業の安全に大きな影響を及ぼす。今回そのような事例を取り扱ったので報告する。

【事例】

事例は32才男性の海上自衛隊潜水員。198x年4月2x日午前8時ころ、陸奥湾において訓練のために深度32mの海底に設置した重量20kgの訓練用機雷を回収するために空気を用いたスクーバ潜水で海底に潜った。水温は4℃であった（どの深度の温度かは不明）。海底で自らが使用していたレギュレータを口から外し、レギュレータのパーズボタンを押して揚収用のバッグに空気を放出していたところ、潜水開始から3分経過した時点でレギュレータがフリーフロー状態になった。その状態のレギュレータを口にくわえて余分の空気を外

に出しながらゆっくりと水面まで浮上し、水面到着時唇が非常に冷たく感じた。浮上後掃海母艦「はやせ」の医務室で治療を受けたが、浮上の2時間後、歯ぐきがしみるように痛み出すとともに唇周辺及び口腔内の感覚を消失したという。胸痛等肺圧外傷を疑わせる症状はなく神経学的異常も認めなかった。翌日、歯齦及び口内さらに唇の色が白色化し、23日には口内の粘膜が全面にわたって剥離して潰瘍性病変を呈し、痛みのため26日まで摂食不能であったが、その頃から粘膜が再生して痛みも軽減し、後遺症を認めなかった。

【考察】

レギュレータの第2ステージではごく僅かの陰圧によって呼吸ガスがダイバーに供給されるようになっており、陰圧でなくてもガスが供給される状態がフリーフローである¹⁾。フリーフローを避けるためには、この陰圧すなわち吸気圧力を大きくすればよいが、そうすると呼吸に要する力が大きくなるので、実用に供し得るレギュレータではその大きさに限界があり、結局のところ、フリーフローになりにくくかつ呼吸しやすい圧力に落ち着く。この圧力は第2ステージ内の膜構造物や中圧ホースからの開口部のバルブ、両者を繋ぐレバー等を適切な状態に保持することによってもたらされており、わが国では使用者が調整することは想定されていない。

このように第2ステージは精密な構造を有するので、清潔な状態で保管されなければならない。なぜなら異物が混入することによって構造に変化をきたし、容易にフリーフロー状態になるからである²⁻⁴⁾。問題なのは、水滴が氷結した場合も異物と同じ働きをすることである。特に極寒状態では、水温よりも大気中の温度が著しく低いことが往々にしてあることから呼気中の水分も危険であるとされ、潜る前の大気中でのレギュレータを介した呼吸は最小限にすべきとされている^{3,4)}。とまれ、ドライスーツの普及等によって厳寒地での潜水も稀ではなくなり、わが国に於ても流水下ダイビング中に発生した口腔凍傷が報告されている⁵⁾。

今回の例は、発生環境が冷水中ではあるものの、季節場所及び実測された温度から厳寒期の潜水とは

言えないが、問題はパージボタンを押してフリーフロー状態を意図的に起こした点にある。フリーフローを起こすとガスが断熱膨張を起こしたのと同じことになり、ガス温度が著明に下がって周囲を氷結させ、パージボタンを押さない状態にしてもフリーフロー状態が続くことになる。このことは重要で、一般向けのガイドにも揚収用のバッグを膨らませる目的で使用中のレギュレータを介して空気を送り込んではいない、と明記されている⁴⁾。然るに、このケースではこのような配慮がなされていなかった可能性が強い。というより、揚収目的で同様のことをするのが日常的に行われていた気配がある。心しておくべきであろう。

また、無視できないことは、凍傷を引き起こすほどの冷たい空気のフリーフローに遭遇すれば、パニックを起こして危険な空気塞栓症や圧外傷に繋がりがねない急浮上を起こす可能性があることである。幸いに、というか、さすがに当該ダイバーはその危険性を自覚して深い深度から極寒の空気を呼吸しながら浮上するという困難な状況にも拘わらず、時間をかけてゆっくりと上昇しているが、これは日頃の訓練の賜とみなしてよいだろう。

参考文献

- 1) 池田知純：レギュレーター。 In: 潜水医学入門。東京；大修館書店。1995;pp.32-35.
- 2) Farley MB, Royer C: Free-flowing regulator. In; SCUBA Equipment Care and Maintenance, revised ed.CA; Marcor Publishing. 1988; p.72.
- 3) Somers LH: The under ice dive. In; Lang MA, Mitchell CT, eds. Proceedings of Special Session on Coldwater Diving. Costa Mesa CA; American Academy of Underwater Sciences. 1988; pp.75-110.
- 4) Heine JN: Regulator freeze-up. In: Cold Water Diving, A Guide to Ice Diving. Flagstaff AZ; Best Publishing Co. 1996; pp.97-98.
- 5) 鳥谷部純行, 吉田将亜, 北進一：流氷下ダイビング事故により生じた口腔凍傷の1例。日本口腔外科学会雑誌。2000;46:805-807.