

# 肺に損傷を与えずにどこまで潜れるのか 見積りたいですかそうですか

draft ver 0.0

最終更新：2013年7月14日

著：川井 敦

# 目次

1	本文書の概要	3
2	目的	3
3	肺に損傷を与えずに潜れる深さ	3
4	測定方法	4
4.1	肺活量 $V_{vit}$ の測定方法	4
4.2	残気量 $V_{res}$ の測定方法	4
5	まとめ	5

# 1 本文書の概要

自分の肺がどのくらいの深さまで耐えられるのか、実際にそこまで潜る危険を犯さずに見積れたらちょっといいですね。この文章ではそれを見積る方法を説明します。

## 2 目的

人間が水に潜れる深さはさまざまな要因で制限されます。ひとによってはある深さまでいくと耳抜きが出来なくなったり、息が苦しくなったり、胸のあたりが締め付けられたりします。この文書では胸のあたりが締め付けられる場合について考えます。それ以外の原因で行き詰まっている人はこの文章を読んでも道は開けません。さようなら。

やあこんにちは、胸のあたりが締め付けられる人! で、そもそも原因は水圧なんでしょうか。海の暗さや冷たさで不安になって、そういう気がしているだけなんじゃないでしょうか。あるいは単に、恋の病だったりしないでしょうか。しませんか、そうですか。

では仮に原因が水圧だったとして、胸のあたりが締め付けられるのって、本当にヤバいんでしょうか。肺の柔軟性的にはまだまだ小さく縮む余裕があるのに、普段感じることもない、慣れない感覚にビビってるだけ、ってことはないでしょうか。でも、ビビってるだけかも知れないからと言って「たぶん大丈夫だぜヒッハー」で特攻して肺を無理に押し縮めてしまって血へど吐くのは嫌ですよ。

肺がどのくらいの深さまで耐えられるのか、実際にそこまで潜らずに知りたいとは思いませんか。思いますよね、思うだろう? 私は思います。

この文書では、肺に損傷を与えること無く潜れる深さの最低値を見積もる方法を説明します。最低値、というのはつまり「その深さより深くにいったら必ず肺が損傷する」という深さではなく、「少なくともその深さまでは安全。でももっと深くいっても大丈夫かも知れないけどね」という深さです。

## 3 肺に損傷を与えずに潜れる深さ

「肺に損傷を与えること無く潜れる深さの最低値」と毎回書くのは面倒なので、この深さのことを  $D_{\text{safe}}$  と書くことにします。 $D_{\text{safe}}$  は肺活量  $V_{\text{vit}}$  と残気量  $V_{\text{res}}$  がわかれば、以下の式で求められます。

$$\begin{aligned} D_{\text{safe}} &= \left( \frac{V_{\text{vit}} + V_{\text{res}}}{V_{\text{res}}} - 1 \right) \times 10\text{m} \\ &= \frac{V_{\text{vit}}}{V_{\text{res}}} \times 10\text{m} \end{aligned} \quad (1)$$

式といっても掛け算と割り算だけだから大丈夫です。息止めすぎて脳細胞死にまくってる皆さんでも計算できます。なぜこの式から  $D_{\text{safe}}$  を求められるのかは、説明がダルいので自分で考えてください。中学生までの理科の知識だけで理解できるはずですよ。

ちなみに肺活量とは、空気を思いっきり吸った状態の肺の容積から、吐けるだけ吐ききった状態の肺の容積を引いた量のことです。残気量とは、吐けるだけ吐ききった状態の肺の容積のことです。

肺活量は風呂場で、ペットボトルとホースを使って測れます。残気量はダイビングプールか海で、ペットボトルとホースを使って測れます。次節では測定方法について説明します。

## 4 測定方法

### 4.1 肺活量 $V_{vit}$ の測定方法

1. できるだけ大きなペットボトルを用意する。大五郎 4 リットル 2 本ないし 3 本を推奨。
  2. ペットボトルを計量して底から 200ml 刻みくらいで目盛をふっておく。
  3. ペットボトルを水で満たし、浴槽内でさかさまにする。
  4. ペットボトルにホースをさし込む。
  5. 空気を吸えるだけ吸ってホース経由でペットボトルに吐き出す。ペットボトル 1 本めがいっぱいになったら 2 本め、2 本めがいっぱいになったら 3 本めにホースを差し替えて吐きつづける。
  6. ペットボトルに溜まった空気の量を測る。これが肺活量 ( $V_{vit}$ )。
- 1 回だと誤差が大きいかも知れないので、少なくとも 3 回くらいはやろう。
  - せっかくだから、吸うときに packing を行った場合、吐くときに reverse packing を行った場合も測定しよう。

測定例 (ぎゃわい (仮名) 2013/07/08):

呼吸の手法	$V_{vit}$ (ml)	説明
passive	5000	ふつーに吸ってふつーに吐く
active		
pack	6500	packing してふつーに吐く
reverse pack	6800	packing して reverse packing で吐く

### 4.2 残気量 $V_{res}$ の測定方法

1. 2 リットルのペットボトルを 1 本用意する。
2. ペットボトルを計量して底から 200ml 刻みくらいで目盛りをふっておく。
3. 肺活量測定と同様にペットボトルを計量して底から 200ml 刻みくらいで目盛りをふり、海水で満たし、海面でさかさまにし、ホースをさしこんでバディに保持しておいてもらう。
4. 水深 10m まで潜る (CWT でも FIM でも良い)。
5. 水深 10m の地点で停止し、息を吐ききる。reverse packing も使って、可能な限り吐ききる。
6. 水面に浮上する。
7. バディに保持しておいてもらったペットボトルにホース経由で息を吐ききる (水深 10m で吐ききったはずだが肺の中に残っていた空気が水面では 2 倍にふくらむのでまた吐けるようになっているはず)。reverse packing も使って、可能な限り吐ききる。

8. ペットボトルに溜まった空気の量を測る。これが残気量 ( $V_{\text{res}}$ )。
9. ダイビングプールなど水深 10m を確保できない環境では、できるだけ深いところで同じ測定を行う (深いほうが測定の精度があがる)。深さを  $D_{\text{pool}}$ 、ペットボトルに溜まった空気の量を  $V_{\text{msrd}}$  とおくと、残気量  $V_{\text{res}}$  は下式で求められる。例えば水深 5m のプールならば、測定値  $V_{\text{msrd}}$  を 2 倍した値が残気量  $V_{\text{res}}$  となる。

$$V_{\text{res}} = V_{\text{msrd}} \times \frac{10\text{m}}{D_{\text{pool}}}$$

- 1 回だと誤差が大きいかも知れないので、少なくとも 3 回くらいはやろう。
- 吸うときに packing を行っても行わなくても結果には影響しない。

測定例 (2013/07/13):

被験者	$V_{\text{res}}$ (ml)	説明
後藤 (仮名)	800	
史郎 (仮名)	800	
かぐみ (仮名)	800	
ぎゃわい (仮名)	1400	なんでわしだけ多いの? シクシク...

## 5 まとめ

肺に損傷を与えること無く潜れる深さの最低値  $D_{\text{safe}}$  は、肺活量  $V_{\text{vit}}$  と残気量  $V_{\text{res}}$  から

$$D_{\text{safe}} = \frac{V_{\text{vit}}}{V_{\text{res}}} \times 10\text{m}$$

によって求められます。肺活量  $V_{\text{vit}}$  と残気量  $V_{\text{res}}$  は、ペットボトルとホースを使って、ダイビングプールや海で測定できます。

例えばぎゃわいの 2013 年 7 月時点における肺活量は  $V_{\text{vit}} = 6800\text{ml}$ 、残気量は  $V_{\text{res}} = 1400\text{ml}$  と測定できたので、

$$\begin{aligned} D_{\text{safe}} &= \frac{6800\text{ml}}{1400\text{ml}} \times 10\text{m} \\ &\approx 48.5\text{m} \end{aligned}$$

により  $D_{\text{safe}}$  は約 48.5 m と求まります。つまりこのままでは 50 m に達する前に肺がヤバくなるかも知れない、ということです (ちなみに CWT の personal best は 35 m です)。

$D_{\text{safe}}$  を増やすには肺活量  $V_{\text{vit}}$  を増やすか、残気量  $V_{\text{res}}$  を減らせば良いということが、上式からわかります。胸郭、横隔膜の柔軟性を高めて  $V_{\text{res}}$  を減らすのが現実的でしょう。あつし頑張ってください!

## 利用許諾

この文書の利用許諾は GNU General Public License version 3 (以下 GPLv3) に従います (ざっくりいうと、自由に配布、改変して構いませんが、配布物、改変物もまた GPLv3 に従って自由な配布や改変を許可しなくてはなりません)。GPLv3 の詳細については

<http://sourceforge.jp/magazine/07/09/02/130237>

<http://gplv3.fsf.org/>

等を参照してください。

## 参考文献

- [1] Federico Mana,  
*Equalization for Freediving*,  
(Addictions-Magenes Editoriale, 2011)

## 謝辞

川井 敦は以下の方々に感謝します: Federico Manna のテキスト [1] はこの文書を書くための沢山のヒントを与えてくれました。関谷陽介さんには肺活量測定を行うきっかけを与えてもらいました。また大五郎のペットボトル 2 本を提供頂きました。

## 更新履歴

version	date	description	author(s)
0.0	14-Jul-2013	心肺が心配なら見積ればいいのに。そして革命が起こった。	A. Kawai

お問い合わせおよびバグレポートは下記まで:

川井 敦 [kawai@kfcr.jp](mailto:kawai@kfcr.jp)