

# 呼吸システムから考える意識と身体性

## Studying the awareness and embodiment in the respiratory systems

廣瀬 昇<sup>\*1</sup>  
Noboru Hirose

田中 和哉<sup>\*1</sup>  
Kazuya Tanaka

跡見 友章<sup>\*1</sup>  
Tomoaki Atomi

<sup>\*1</sup> 帝京科学大学

Teikyo University of Science

長谷川 克也<sup>\*2</sup>  
Katsuya Hasegawa

清水 美穂<sup>\*3</sup>  
Miho Shimizu

跡見 順子<sup>\*3</sup>  
Yoriko Atomi

<sup>\*2</sup> JAXA 宇宙研究開発機構

<sup>\*3</sup> 東京農工大学

Japan Aerospace Exploration Agency

Tokyo University of Agriculture and Technology

The respiratory function is an unconscious and automatically controlled system. However, human breathing can be intentionally adjusted like a deep breath or utterance. Therefore, human breathing is not the automated control systems because it was adapted for external environment. This research investigated about the difference in an autonomous and intentional breathing pattern, and considered the relation between awareness and embodiment.

### 1. 生体に生じる呼吸調整システム(中枢性, 末梢性の呼吸調節)

本稿では生物的に捉える“ヒト”と意識・生活・自己から捉える“ひと”を区分して使うことにする。ヒトの呼吸システムは中枢性・末梢性の制御系の階層性を以て調節され、速度、リズム、深さが自律的に決定される。特に、運動時の呼吸応答は、身体に加わるストレスに対して、その環境適応しようとする骨格筋での酸素利用から呼吸数や換気量などの速やかに自律調整され同調に至る。従って、生体反応としての呼吸機能は無意識下で自動的に制御されるシステムとして捉えられる。しかし、ひと特有の呼吸では、深呼吸や発声など自己意識により意図的な調節が可能であり、必ずしも環境適応に適した自律性調節だけではないと思われる。従って、今回は、呼吸の自動的及び意識的な呼吸パターンの差異から、意識と身体の関係性について考える。生理的には、ヒトの呼吸は下記の3つの基本的な要素に区分することが出来る。

- 1) 橋、延髄、大脳などから形成される中枢調節器
- 2) 中枢部と末梢部に存在する化学受容器, 肺, その他に存在する受容器
- 3) 横隔膜, 肋間筋, 腹筋群を代表とした呼吸筋を示す効果器

上記の要素において、まず、様々な外部環境下に適応する換気条件を補償するために必要な情報を多種感覚モダリティにより受動的に収集し、各種の受容器より中枢調節器に向かってフィードバックとして情報を一方的に inputs する。次いで、集められた身体内部情報を中枢調節器となる部分が統合し、末梢部に向かって効率化を図ったインパルスを送る。そのインパルスを横隔膜、肋間筋、腹筋群を代表とした呼吸筋として機能する効果器が受け取るが、それだけではなく胸鎖乳突筋などの呼吸を

補助する筋群の効果器も受け取り、換気機能を司る効果器として呼吸としての協調された機能性を成立させる(図1)。

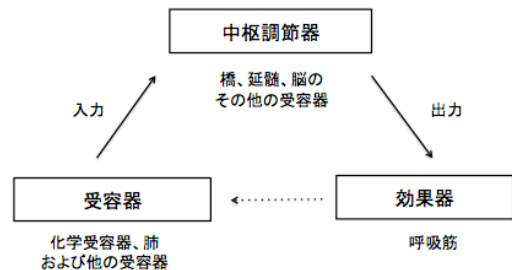


図1 呼吸調整系の基本的要素 (J.B. West 2008)

従って、この全ての要素の協調的作用が重要となり、生体のホメオスタシスが成立する。しかしながら、この外部環境に適応する優れた自動化された呼吸調節は、体験し得ない外部環境や身体環境においては適応外となり得ると考えられる。つまり、すでに経験済みの運動にしか効率化できない不適応が起こることが予測される。

### 2. 換気のマカニクス

#### 2.1 呼吸筋の重要性

呼吸に関する運動機能を維持する上で重要な呼吸筋は吸気筋となる横隔膜である。横隔膜とは、薄いドーム上の横紋筋層から成り、下部肋骨に付着する。横隔膜が収縮すると、腹部臓器が下方に、そして前方に移動し、横隔膜の運動方向は鉛直下方方向に移動し、横隔膜の運動により、筋収縮による力学的作用とそれに伴う腹圧により内臓臓器を圧迫する。直立座位時での横隔膜呼吸はスムーズに行われやすいことが示されている。一方、睡眠時などの背臥位での横隔膜呼吸はより腹部臓器が圧迫されるので効率的ではないが、より横隔膜の動きが知覚しやすく、背臥位は呼吸への意識化が高まりやすい姿勢とされている。

## 2.2 肺の弾性力による機能特性

呼吸は安静換気時には受動的な行われる。肺も胸壁弾性力に富んでいるため、吸気筋により拡張した胸郭は吸気前の平衡状態を保つ段階まで戻ろうとする力が働く。しかし、運動時や意識的に過換気を行う場合には呼吸も能動的となる。内肋間筋などに代表される吸気筋の作用により、胸郭容量を減少させ、時には急激に働かせることより、喀痰や嘔吐などにも作用する。

肺の弾性力による機能特性を考えると、肺は驚くほど伸びやすく、弾性に富んだ組織である。肺実質の圧量曲線は吸気と呼気の間には非線形モデルで表すことができる。高肺気量で硬くなる。すなわち、吸気と呼気でヒステリシスを呈し、その曲線形状は構造タンパク質(コラーゲンやエラスチン)と表面張力に依存する。従って、運動時や意識的に過換気状態を頻回に起こすことが重要である。

## 3. 外部環境によって変動する換気応答

ヒトの呼吸機能は運動時、低圧および高圧環境下によって大きく変化をする。例えば、高圧酸素下の模擬的な実験モデルとして、高気圧エアチェンバーシステムを利用が、この系では動脈血酸素含量が 1.3 気圧空気加圧で 0.75%増加され、溶解型酸素量が効率よく供給されると報告されている。我々は以前高気圧エアチェンバーシステム導入後に酸素負債を補う呼吸循環応答で定常状態までの回復過程が早期に起こったことから、このシステムは、骨格筋の好氣的代謝能力の改善に繋げる軽度呼吸障害者に対する運動介助の一手段と成り得る可能性を示唆した。つまり、ヒトの呼吸はストレスのかかる外部環境下に順応しながら、最善な代償システムが発動され、生理学的な恒常性を維持することを最優先にしている。しかしながら、呼吸は生命維持に必要な酸素を運搬することから自動化され、ある一定量の危機的状況にならないと意識化で認知されることが少ない。呼吸のなかで最もからだと環境の認知が起りやすいのは運動であると考えられる。特に最大下運動と考えられる。個人間に差は認められるものの、運動に対する要求される呼吸機能は、環境からの知覚と環境に働きかける呼吸変化として特化するストレス応答系として、ことば化し表現することが可能であると仮定した。

## 4. 意識化する呼吸(呼吸パターンの差違による認知される呼吸運動)に関する検討

### 4.1 目的

ひとの認知は、考えること(心や意識のレベル)、身体運動・行為(モノとしての身体レベル)、環境からの知覚の相互カップリングと提唱されている[諏訪 2004]。また、身体動作を基盤とした認知過程において、知覚(perception)、身体動作(body movement)、言語化(thought)による相互関係性から、身体動作(姿勢保持/存在自体)と自己受容感覚を言葉にすることの重要性について述べている[諏訪 2008]。

これより、ひとの呼吸を考えると、意識され随意的に統制された呼吸であるといえる。例えば、エルゴメータを用いた端坐位サイクル運動では自らの意識的に運動中の腹式呼吸を誘導することがある。それは、体幹筋群の姿勢保持筋群の活躍や横隔膜運動の効率化から、身体運動・行為として動的安定性を得る運動の体幹制御と、一方では呼吸が深呼吸による効率化された全身性の酸素化(死腔換気量を軽減することから呼吸機能の効率性が増加できる)をアップし、より高いパフォーマンスを求めることができる。そこで、今回は、静的場面での呼吸パターンの差違について、検討をした。

## 4.2 方法

被験者は呼吸器疾患と腰痛のない健常男性1名とする。無意識化(自由呼吸)・意識化した呼吸(腹式呼吸)の差違が及ぼす呼吸機能変化を調査するため、椅子座位でそれぞれの呼吸パターンについて呼吸機能検査(電子スパイロメータ HI-801 CHEST 社)を実施した。また、呼吸パターンの同定のため、胸郭運動の変化量を調査するため、ダートフィッシュ・ソフトウェア(スイス・ダートフィッシュ社)を利用し、呼吸に適応する胸郭運動較差を確認した。マーカの貼付位置は胸骨運動の触診で使用される部位を目安とし、胸郭を上下方向で3つのレベルに分け、第3肋骨レベル、第7肋骨レベル、第10肋骨レベルとし、胸骨切痕と床への垂直線を正中線とし、正中線より10cm離れた体表に貼付したマーカの変化量から算出する。呼吸パターンは自由呼吸と腹式呼吸の2パターンを実施し、腹式呼吸は「吸気時に腹部を膨らませ、呼気時に腹部を凹ませる」ことを指示し、背臥位姿勢で体得した上で実施した。

## 4.3 結果

呼吸に適応する胸郭運動較差は、胸郭の可動性は第3肋骨レベル、第7肋骨レベルそれぞれに違いは認められなかったが、自由呼吸で下部胸郭での外方への拡張(第10肋骨レベル)が確認された。つまり、自由呼吸は胸式呼吸ということとなる。両呼吸法のフローボリューム曲線は一秒率(以下 FEV1.0%)と努力性肺活量(以下 FVC)において、腹式呼吸が自由呼吸に比べて増加していた。なお、腹式呼吸は、「呼吸が楽にでき、尾側の方向に空気の通り道ができた」とのことばも聴取された。

## 5. 考察

日常での呼吸は意識化されにくい身体行為のひとつとして捉えることができる。しかしながら、ひと特有の呼吸システムから意識と身体性を考えると、腹式呼吸という効率的で機能的な呼吸法をことば化として促すことで、「今までとは違うけど呼吸が楽である」のように事象を意識的焦点として当てることが出来た。このことは生体環境に対する再認識を促し、新しい呼吸法への気づきを促し、さらには身体と環境の関係性の再構築への繋がると思われる。律動的な呼吸パターンからの逸脱は、ひと呼吸の特異性であると考えられる。そのため、スポーツなどのパフォーマンス(運動フォームなど)の向上を目指すことと能動的な呼吸パターンに関するパフォーマンスを学習することは同じ位置づけとして捉えられる。呼吸生理に関する知識は保健体育領域で修学する機会があるが、自己を含めた呼吸の仕方(フォーム)は改めて習得する機会は少ない。しかしながら、音楽・演劇など文化的な営みのなかで呼吸法に関連する内容が多く見受けられる。つまり、呼吸をすることを無意識下に自動的に行うのではなく、呼吸することは意識的にことば化し、体験から自分のからだを対象に「呼吸スキル」を獲得することに繋げる重要であると考えられた。

## 参考文献

1. John B. West. Respiratory Physiology: The Essentials Eighth Edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2008
2. 諏訪正樹: 「こと」の創造: 行為・知覚・自己構築・メタ記述のカップリング, 認知科学, 11(1), 26-36, 2004.
3. 諏訪正樹: Embodied Meta-cognition の3つのフェーズ: 身体と言葉を繋ぐプロセス. 日本認知科学会第25回大会論文集, 2008.