

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：32519

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500752

研究課題名(和文)サーフレスキューにおける救助力向上のためのボードパドリングに関する研究

研究課題名(英文) A study on board paddling for the improvement of rescue abilities during surf rescues

研究代表者

深山 元良 (Miyama, Motoyoshi)

城西国際大学・経営情報学部・准教授

研究者番号：60406759

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、サーフレスキューで用いられるボードパドリングの動作分析を行い、救助力や競技力を向上させるための知見を得ることを目的とした。被験者に、室内50mプールにおいて40mのニーリングパドルとストロークパドルを全力で行わせた。ビデオカメラの映像からボード速度、ストローク頻度、ストローク長、および関節・セグメントの角度・角速度を分析した。その結果、(1)熟練者におけるパドリング方法別および性別ストロークパラメータの特徴、(2)競技レベル別ストロークパラメータの特徴、(3)競技レベル別パドリング動作の特徴、および(4)競技用と救助用におけるボード種別ストロークパラメータの特徴が明らかとなった。

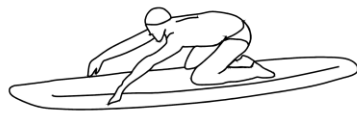
研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate kinematic characteristics during maximal board paddling, and to provide practical findings for improving abilities for surf rescue and lifesaving competitions. Subjects performed 40 m maximal board paddling in a 50 m indoor pool using two paddling techniques (paddling in kneeling and prone positions). Board velocity, stroke rate, stroke length, and angles and angular velocities of joints and body segments were analyzed by a motion analysis system. We clarified kinematic characteristics of (1) stroke parameters according to paddling techniques and gender in elite paddlers, (2) stroke parameters in elite and sub-elite paddlers, (3) paddling movements in elite and sub-elite paddlers, and (4) stroke parameters according to types of boards (racing and rescue boards).

研究分野：スポーツ科学

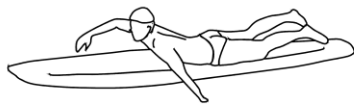
キーワード：ライフセービング サーフレスキュー ボードパドリング ニーリングパドル ストロークパドル ボード速度 ストローク頻度 ストローク長

1. 研究開始当初の背景

(1) ライフセービングとは、水辺の環境における溺水事故を未然に防ぐための活動という(深山ら、サーフライフセービング教本、2008)。海での救助の場合、種々ある救助方法のうち、レスキューボードを用いて救助が行われる割合は高い。また、国内外では、水辺の救助活動に必要な技能を競い合うためのライフセービング競技が行われている。現在、国際ライフセービング連盟が規定しているオーシャン競技 16 種目のうち、ボードを用いた種目は 5 種目ありボードの汎用性は高い。ボードの推進力を得るためのパドリング動作には、ニーリングパドル (Kneel Paddling: K-Pad) とストロークパドル (Stroke Paddling: S-Pad) の 2 種類の方法が用いられている (図 1)。K-Pad はボード上に両膝をつき両腕で同時にパドリングす



ニーリングパドル (Kneel Paddling: K-Pad)



ストロークパドル (Stroke Paddling: S-Pad)

図 1 2 種類のボードパドリングの方法

る方法であり、S-Pad はボードの上に腹臥位になり両腕をクロールのように交互にパドリングする方法である。これらのボードパドリング動作は、他のスポーツ競技では見られない独特の運動様式であり、効率的なパドリング動作を解明することには重要な意義がある。

(2) ボードパドリングに関する先行研究では、ボードパドリングの最大努力による最高速度や速度変化が明らかにされておらず、また熟練者と未熟練者の動作比較についての分析も行われていない。さらに、一般にボードは競技用と救助用の 2 つのタイプがあるが、それらのボードパドリングの比較についても研究がなされていない。

2. 研究の目的

本研究は、サーフレスキューで用いられるボードパドリングの動作分析を行い、救助力や競技力を向上させるための知見を得ることを目的とし、以下のことを明らかにした。

(1) 熟練者が K-Pad と S-Pad により全力パドリングを行ったときのボード速度 (Board Velocity: BV)、ストローク頻度 (Stroke Rate: SR)、およびストローク長 (Stroke

Length: SL) を比較し、それぞれのストロークパラメータの特徴を明らかにする。また、熟練者における男子と女子のストロークパラメータの相違を明らかにする。

(2) 競技レベルからみた熟練者と未熟練者が K-Pad と S-Pad により全力パドリングを行ったときの BV、SR、および SL を比較し、それぞれのストロークパラメータの特徴を明らかにする。

(3) 競技レベルからみた熟練者と未熟練者における全力での K-Pad を 2 次元動作分析により比較し、ボード速度を高めるためのストローク技術を明らかにする。

(4) 熟練者が競技用 (レーシング) と救助用 (レスキュー) ボードを用いて全力で K-Pad と S-Pad を行ったときの BV、SR、および SL を比較し、ボードの性能やストロークパラメータの特徴を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 熟練者におけるパドリング方法別および性別ストロークパラメータの比較

熟練者としての被験者は、全日本ライフセービング選手権ボードレース決勝進出者 10 名 (男女 5 名ずつ) とした。被験者に室内 50m プールにおいて、約 40m の直線コースにおける K-Pad と S-Pad の 2 種類の全力パドリングを行わせた。被験者はスタート側壁面に最後部を合わせたボードに乗り、静止した状態からパドリングを開始させ、全力ではば 45m 地点までパドリングを行わせた。本実験のボードは、競技用ボード (Dolphin 社製、全長 3.17m、全幅 0.45m、重量 7.9kg) を用いた。試技の撮影は、試技を行わせたコースから 20m 離れたプールサイドに 3 台のデジタルビデオカメラ (30fps) を設置して行った。3 台のカメラは、50m プールの直線コースのうち、それぞれ 5-20m、20-30m、および 30-45m 地点における被験者の試技をほぼ矢状面右側から撮影でき、同時にプールサイドの 5m 毎に置いたマーカーが撮影できるよう配置した。BV は、5m 毎の区間における距離をボードの先端部がマーカーを通過した所要時間 (sec) によって除して求めた。また、1 ストロークサイクル (左右同時、または交互による 1 回ずつのかき動作) に要する時間 (ストロークタイム: ST) を求めた。SR および SL については、次式に基づき算出した。

$$SR (\text{strokes/min}) = 60 \times 1 / ST (\text{strokes/sec})$$

$$SL (\text{m/stroke}) = BV (\text{m/sec}) \times ST (\text{sec/stroke})$$
 ただし、スタートから 5m 区間における BV、SR、および SL の値は、それぞれ 0 とした。

(2) 競技レベル別ストロークパラメータの比較

被験者は、熟練者 16 名 (全日本ライフセ

ービング選手権ボードレース決勝進出者、男女それぞれ8名)と未熟練者16名(大学生ライフセーバー、男女それぞれ8名)とした。被験者が前述の研究の方法(1)と同様の方法でK-PadとS-Padを行ったときのBV、SR、およびSLを求め、熟練者群と未熟練者群を比較した。

(3) K-Padにおける競技レベル別パドリング2次元動作の比較

被験者は、熟練者10名(全日本ライフセービング選手権ボードレース決勝進出者、男女それぞれ5名)と未熟練者8名(大学生ライフセーバー、男女それぞれ4名)とした。被験者が前述の研究の方法(1)と同様の方法でK-Padを行ったときの25-30m区間内の1ストロークを2次元動作分析した。分析のためのデジタイズは、動作解析ソフト(Frame-DIAS4, DHK社製)を用いて30fpsで行った。また、分析項目は、膝関節の移動速度(BV)、膝関節の水平移動量(SL)、1ストロークタイム(1ストロークに要した時間)、および図2に示した関節・身体セグメントの角度・角速度とした。また、K-Pad動作を図3のとおりに期分けした。

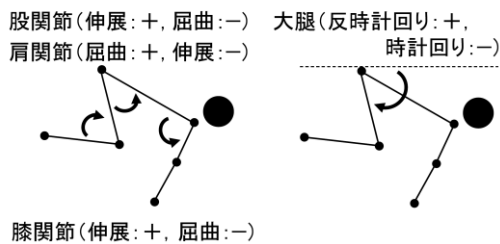


図2 関節・身体セグメント角度の定義

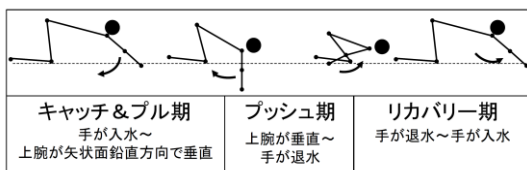


図3 K-Pad動作の期分け

(4) ボード種別ストロークパラメータの比較

熟練者としての被験者は、全日本ライフセービング選手権ボードレース決勝進出者熟練者16名(男女8名ずつ)とした。被験者が、レーシングボードとレスキューボードを用いて、前述の研究の方法(1)と同様の方法でK-PadとS-Padを行ったときのBV、SR、およびSLを求めた。レーシングボードとレスキューボードのサイズは、次のとおりであった(図4)。

レーシングボード:Dolphin社製、全長3.17m、全幅0.45m、重量7.9kg

レスキューボード:Bennett社製、全長3.13m、全幅0.53m、重量13.2kg

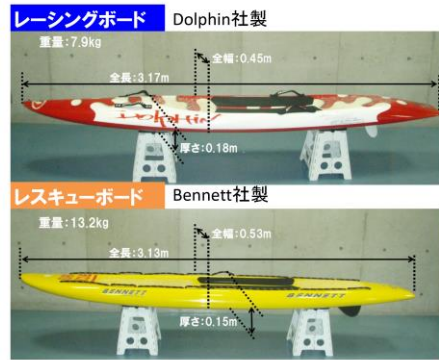


図4 レーシングボードとレスキューボードのサイズ

4. 研究成果

(1) 熟練者におけるパドリング方法別および性別ストロークパラメータの比較

- ① K-PadとS-Padの最大BVは、ともに25-30m区間に出現し、K-Padの最大BV(2.77 m/sec)はS-Pad(2.57 m/sec)に比べて7.8%速かった。さらに、両パドリングのBVは、スタート直後から5-10m区間は最大BVと有意な差があり(加速区間)、10-15m区間から35-40m区間までは最大BVと有意な差がなかった(維持区間)(図5-a)。
- ② K-PadとS-Padの最大BVの差は、K-PadのSRがより高値であることが一因であると示唆された(図5-b, c)。

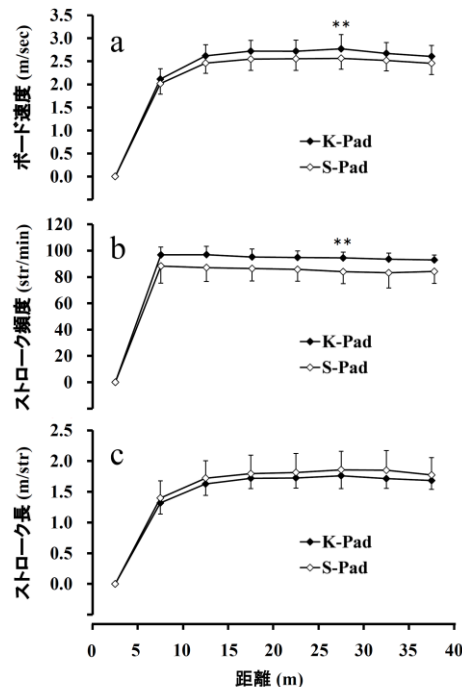


図5 熟練者におけるパドリング方法別比較

- ③ K-Padの男子最大BVは3.02 m/sec(25-30m区間)、女子は2.55 m/sec(20-25m区間)であった。S-Padの最大BVは、男女とも25-30m区間に出現し、男子2.73 m/sec、女子2.40 m/secであった。両パドリング

とも男子の BV は、女子に比べて有意に高かった。

- ④K-Pad における男女の BV の差は、男子の SL がより高値であることによると示唆された。
- ⑤ 両パドリングともに、最大 BV は SR よりも SL に影響を受けていることが示唆された。

(2) 競技レベル別ストロークパラメータの比較

- ①K-Pad と S-Pad ともに熟練者群の BV は、未熟練者群に比べて有意に高値であった。
- ②両パドリングの最大 BV (m/sec) は、熟練者群：15-20m 区間 (K-Pad：2.79、S-Pad：2.62)、未熟練者群：30-35m 区間 (K-Pad：2.40、S-Pad：2.35) であった。
- ③熟練者群に対する未熟練者群の最大 BV は、K-Pad で 86.0%、S-Pad で 89.7% であった。
- ④ 両パドリングともに両群間の SR (strokes/min) には有意差がなかった (K-Pad、熟練者群：95.2、未熟練者群：89.8；S-Pad、熟練者：86.5、未熟練者：80.5)。
- ⑤K-Pad では、熟練者群の SL (1.76m/stroke) は未熟練者群 (1.61m/stroke) に比べて有意に高値であった。K-Pad において熟練者群の BV がより速い要因は、熟練者群の SL がより長いことが一因であると考えられた。
- ⑥S-Pad では、両群間の SL には有意差がなかった (熟練者群：1.84m/stroke、未熟練者群：1.76m/stroke)。
- ⑦両パドリングの最大 BV は、熟練者群では SR より SL との相関が高く (K-Pad: $r=0.76$ ；S-Pad: $r=0.56$)、未熟練者群では SL より SR との相関が高かった (S-Pad: $r=0.71$)。

(3) K-Pad における競技レベル別パドリング 2 次元動作の比較

- ①熟練者群の BV は、未熟練者群よりもキャッチ&プル期からプッシュ期にかけて有意に速く、1 ストローク長 (m/stroke) も有意に大きかった (熟練者群：1.55、未熟練者群：1.39)。また、両群の 1 ストロークタイム (sec/stroke) には有意差がなかった (熟練者群：0.59、未熟練者群：0.60)。
- ②肩関節の角度・角速度は、両群間で有意差はなかった。
- ③両群の股関節角度には有意差がなかったが、熟練者群のプッシュ期 36% 時における股関節屈曲速度が有意に速かった。
- ④大腿角度はリカバリー期とキャッチ&プル期で有意な交互作用が認められ、同期における熟練者群の大腿角速度は有意に速かった。
- ⑤リカバリー期における熟練者群の膝関節角度は有意な交互作用が認められ、膝関節角速度も有意に速かった。

(4) ボード種別ストロークパラメータの比較

- ①K-Pad と S-Pad ともにレーシングボード群の BV は、レスキューボード群に比べて有意に高値を示した。
- ②K-Pad における最大 BV はレーシングボード群で 2.79m/sec (15-20m 区間)、レスキューボード群で 2.53m/sec (20-25m 区間) であった。
- ③S-Pad における最大 BV はレーシングボード群で 2.62m/sec (15-20m 区間)、レスキューボード群で 2.38m/sec (15-20m 区間) であった。
- ④両パドリングともにレスキューボード群の最大 BV は、レーシングボード群の 91% であった。
- ⑤両パドリングともに SR には有意差はなく、SL に有意差が認められた。
- ⑥両群の BV の差は、レーシングボード群の SL がより長いことによると示唆された。

以上のことから 40m 程度の全力パドリングにおけるボードの救助力や競技力を高めるためには、次のような知見を技術トレーニングの指標とすることができる。

- ①熟練者における K-Pad の最大 BV は男子 3.02 m/sec、女子 2.55 m/sec 程度である。同様に S-Pad の最大 BV は、男子 2.73 m/sec、女子 2.40m/sec 程度である。また、男子の BV は、女子に比べて K-Pad で 18.4%、S-Pad で 13.8% 速い。これらの値をトップレベルのボードパドラーの基準とすることによりライフセーバーのボード技能のレベルを把握することができる。
- ②熟練者男女における K-Pad の最大 BV は 2.8 m/sec 程度であり、S-Pad の 2.6 m/sec 程度に比べて約 8% 速い。より速い BV が求められる場合では K-Pad を用いることが勧められる。
- ③両パドリングにおいて、最大 BV が出現する区間は、熟練者で 15-30m 区間、未熟練者で 30-35m 区間である。したがって、熟練者は、より短い距離で加速する技能を有している。
- ④ボードパドリングにおける SR と SL の習熟モデルとして、はじめに SR が高値になり、その後パフォーマンスレベルが高まるとともに SL が長くなるという関係がみられる。ライフセーバーは、熟練者の結果から得られた SR (K-Pad：95 strokes/min；S-Pad：87 strokes/min) と SL (K-Pad：1.76 m/stroke、S-Pad：1.84 m/stroke) を指標としてトレーニングを行うことができる。
- ⑤両パドリングの最大 BV は、熟練者群で SR より SL との相関が高い。このことから、未熟練者は、SL を向上させるトレーニングが有効である。たとえば、35m の全力パドリングを行ったときのタイムと SR を計測し、タイムと SR の合計がより少なくなるようにトレーニング効果をチェックする

ことが勧められる。

- ⑥K-Padにおける2次元動作分析の結果から、水上の矢状面動作における競技レベルの差は、上肢運動よりも体幹・下肢の動作で顕著に認められた。したがって、未熟練者のBVを高めるための技術として、次のような体幹・下肢の動作の改善が勧められる。
- ・プッシュ期における股関節屈曲をより速く行う
 - ・リカバリー期からキャッチ&プル期にかけて、大腿角度をより大きく、より速く動かす。
 - ・リカバリー期でより大きく、より速く膝関節を伸展させ大腿部を前傾させる。
- ⑦両パドリングともにレーシングボードの最大BVは、レスキューボードよりも約10%速く、レーシングボード群のストローク長がより高値である。したがって、異なるボードでトレーニングする際には、10%程度の最大BVの差を指標にすることが勧められる。

<引用文献>

小峯力、山本利春、中川儀英、鍛冶有登、深山元良ほか、サーフライフセービング教本、2008、大修館書店

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- ①深山元良、植松梓、遠藤大哉、荒井宏和、中塚健太郎、荒木雅信、全力ボードパドリングにおける速度、ストローク頻度、およびストローク長：パドリング方法および性差の比較、2013、海洋人間学雑誌、査読あり、Vol.2、No.1、pp.1-8、http://www.jsmta.jp/jsmta/wp-content/uploads/2013/09/jpn_j_marit_activity_vol2_nol.pdf

〔学会発表〕(計7件)

- ①深山元良、植松梓、浦田達也、遠藤大哉、荒井宏和、中塚健太郎、荒木雅信、ライフセービングにおける全力ボードパドリングの二次元動作分析：エリートとサブエリートのニーリングパドルの比較、2014、日本体育学会第65回大会(岩手大学)
- ②Motoyoshi Miyama, Azusa Uematsu, Hiroya Endo, Hirokazu Arai, Kentaro Nakatsuka, Masanobu Araki, Kinematic characteristics during maximal board paddling: Comparison between elite and sub-elite paddlers, 2013, World Conference on Drowning Prevention (Potsdam Germany)
- ③深山元良、植松梓、浦田達也、遠藤大哉、荒井宏和、中塚健太郎、荒木雅信、ボードパドリングにおけるストローク特性：レーシングボードとレスキューボードの比較、

2013、日本海洋人間学会第2回大会(東京海洋大学)

- ④深山元良、植松梓、浦田達也、遠藤大哉、荒井宏和、中塚健太郎、荒木雅信、全力ボードパドリングにおけるストローク特性：熟練者と未熟練者の比較、2013、日本体育学会第64回大会(立命館大学)
- ⑤深山元良、植松梓、遠藤大哉、荒井宏和、中塚健太郎、荒木雅信、ボードパドリングにおけるストローク特性：熟練者の分析、2013、日本ライフセービング協会主催ライフセービングフォーラム(神奈川)
- ⑥中塚健太郎、深山元良、遠藤大哉、荒井宏和、植松梓、荒木雅信、ボードパドリングにおけるストローク特性：技能レベルの違いによる動作感覚および意識の特徴、2012、日本海洋人間学会第1回大会(東京海洋大学)
- ⑦深山元良、植松梓、遠藤大哉、荒井宏和、中塚健太郎、荒木雅信、ボードパドリングにおけるストローク特性：パドリング方法および性差の比較、2012、日本海洋人間学会第1回大会(東京海洋大学)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

深山 元良 (Miyama, Motoyoshi)
城西国際大学・経営情報学部・総合経営学科・准教授
研究者番号：60406759

(2) 研究分担者

荒木 雅信 (Araki, Masanobu)
大阪体育大学・体育学部・教授
研究者番号：50159498