

# サーフボードによるテイクオフに関する考察

鹿児島大学大学院理工学研究科  
鹿児島大学大学院理工学研究科

学生会員  
正会員

木村晃彦  
柿沼太郎

## 1. 研究の背景及び目的

サーフィンにおいて、パドリングにより加速した後、波に乗ってサーフボード上に立ち上がることをテイクオフと呼ぶ。テイクオフによって、サーフィンの演技が開始されるのであり、テイクオフは、サーフィンにおいて最も重要な動作の一つと言える。そこで、本研究では、テイクオフに関して、砕波を考慮した数値解析に基づき検討する。サーフィンにおけるテイクオフの原理を明らかにすることは、サーフィン技術の向上やサーフボードの開発のみならず、人工的なサーフポイントの形成等にも結び付くと考えられる。

## 2. 波待ちからテイクオフまでの動作

写真-1に、ショートボードが、波待ちの状態から、パドリングを始め、サーフボード上に立ち上がるテイクオフまでの一連の動作の例を示す。一般に、ショートボードの全長は、7 ft 未満であり、他方、ロングボードの全長は、9 ft 以上である。従って、ショートボードの浮力は、ロングボードほど大きくない。このため、ショートボードを用いたサーフィンにおいて、テイクオフより前の段階では、写真-1(a)に示すように、サーフボード及びショートボードの体の大部分が水中に没している。しかしながら、テイクオフの直前では、写真-1(d)に示すように、サーフボードの全体が水面まで上昇している。すなわち、ショートボードは、テイクオフを行なうために、水中にあったサーフボードを水面まで徐々に上昇させる。そして、写真-1(e)及び(f)に示すように、サーファは、テイクオフにおいて、立ち上がりながら斜面を滑り降りる。

なお、サーフボードと水面のなす角を「ボードアングル」と呼ぶことにすると、ボードアングルは、サーファの重心や、パドリングに依存する。静水においてパドリングを行なわない状態では、写真-1に示すサーファのサーフボードのボードアングルは、写真-2に示すように約 $5^\circ$ である。

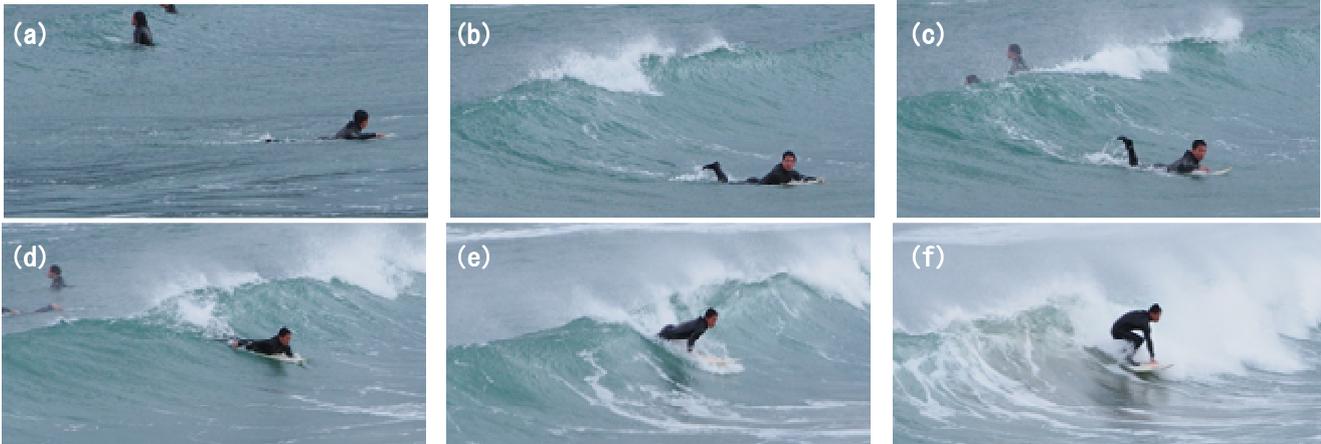


写真-1 波待ちからテイクオフまでのサーファの動作

## 3. 進行波に対するサーフボードの挙動

図-1に示す幅0.1 mの水槽において、図-2に示す発泡スチロール製のサーフボード模型を水面に浮かべる。ある波を与えたとき、写真-3の場合、ボードは、時刻 $t_1$ に波前面に位置してから、波頂を越え、 $t_2$ に波の後面に移動している。他方、写真-4の場合、ボードは、時刻 $t_1'$ に波前面に位置してから、 $t_2'$ においても波前面に位置し続け、波に乗った状態にある。ここで、後者の場合には、一端をボードのノーズに取り付けた紐の他端を水槽の沖側底面に固定している。この紐は、時刻 $t_1'$ で張り、 $t_2'$ で緩んでいる。すなわち、ボードがこの波に乗るためには、ボードが波頂に追い越されないようにする必要がある。



写真-2 ボードアングル ( $5^\circ$ ) とロッカ ( $20^\circ$ )

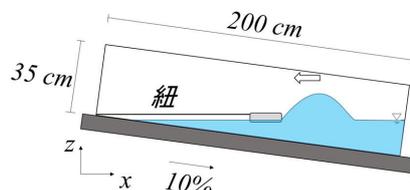


図-1 水槽内のボード模型

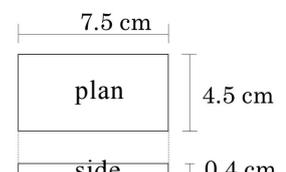


図-2 サーフボードの模型



(a)  $t = t_1$  (b)  $t = t_2$   
写真-3 水面に浮かべたボード模型



(a)  $t = t_1'$  (b)  $t = t_2'$   
写真-4 ノーズと水底を繋いで水面に浮かべたボード模型

#### 4. 水面における相対流速の数値解析

テイクオフ時における波の状態を知るために、砕波を考慮した数値解析に基づき検討する。海底勾配が 1/10 である斜面に、静水深が 2.0 m である地点から、波高 1.0 m、周期 10.0 s の正弦波を入射させ、第 1 波の水面変動及び水面における流速を調べる。数値モデルには、非圧縮性・粘性流体の 3 次元運動を対象とした CADMAS-SURF/3D (有川ら, 2005) を適用する。

図-3 に、ある時刻における水面形及び流速ベクトルの数値解析結果を示す。この場合の砕波形式は、巻き波砕波である。また、波速は、4.0 m/s である。図-3 に示す地点 A における、水面変動及び水面における水平方向相対流速を図-4 に示す。ここで、水平方向相対流速は、陸に固定した座標から見た流速から、波速の値である 4.0 m/s を減じた値であり、これは、波に乗って波速で進行する座標から見た流速である。図-4 より、波の前面において、水面変動  $\eta$  が約 0.4 m になるまで、水面における水平方向相対流速は、負の値を示す。すなわち、サーファは、まず、引き波の影響を受け、負の相対流速に起因する波頂に向けた抗力を受け、同時に、水面を冲向きに滑り降りそうとする重力を受ける。そして、サーファが谷のピークを過ぎて、波の前面に至ると、後者は、消えるが、前者の抗力は、波の前面においても、 $\eta$  が約 0.4 m になるまで存在する。

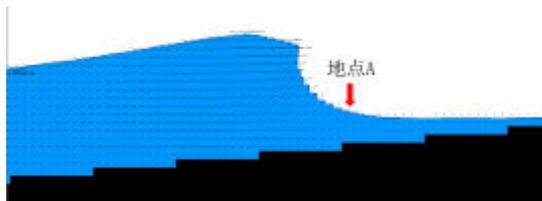


図-3 水面形及び流速ベクトルの数値解析結果

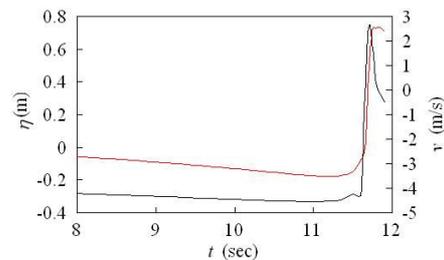


図-4 地点 A の水面変動及び水面の水平方向相対流速

#### 5. テイクオフの原理

簡単のために、サーフボードの底面に働く摩擦を 0 と仮定する。以上より、テイクオフの原理は、次の通りである。すなわち、3. より、サーファが波頂を越えることなくテイクオフを行なうためには、4. で述べた波頂に向かう抗力を低減する必要がある。この抗力は、砕波点近傍を除いて、水面付近の相対流速が負であることに起因する。また、引き波では、サーファを冲向きに滑り降りそうとする重力も働く。従って、こうした抗力及び重力の効果を低減するために、サーファには、体をできるだけ水上に引き上げ、かつ、ボードアングルを  $0^\circ$  に近づけることが要求される。そこで、サーファは、体を反り、パドリングを行なうのである。ただし、波前面において、抗力を 0 にまで減ずる必要がない。なぜならば、波の前面に勾配があるため、サーファを前方に滑り降りそうとする重力が働くからである。サーファを滑り降りそうとする力  $\rho g \sin \theta$  と抗力が、水面に沿ってつり合ったとき、波に対するサーファの相対速度が 0 となる。この状態を維持したとき、サーファが波に乗った、テイクオフが可能な状態となる。

なお、ロングボードを用いる場合、浮力が大きいので、サーファの体及びサーフボードは、その大部分が、パドリングをしなくても水上に存在し、ボードアングルは、ショートボードを用いる場合よりも  $0^\circ$  に近いので、ショートボードを用いる場合ほど、抗力を低減するための努力を要しない。すなわち、ロングボードを用いる場合の方が、ショートボードを用いる場合よりも、テイクオフが容易である。

また、テイクオフ後に、波前面を滑り降りて加速するためには、ボードアングルを減じて、抗力を低減する。逆に、波前面のより高い位置に移動するためには、ボードアングルを大きくして、抗力を増加させ、斜面を上るが、これは、水面付近の相対流速が負である領域で可能である。更に、進行方向を変える際には、サーフボードのサイドを沈めて、ボードアングルを横方向にも付ける。このように、様々な方向のボードアングルを変化させ、抗力を調節することによって、サーフボードを操ることができる。ただし、ロングボードや、浮力が大きなショートボードを用いる場合には、ボードアングルを細かく変化させることが難しい。

#### 参考文献

有川太郎・山田文則・秋山 実: 3 次元数値波動水槽における津波波力に関する適用性の検討, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp. 46-50, 2005.