

ヨットレースで一番早く風上に着く帆の形

高松第一高等学校 池田幸陽 高重太志 箕田直人

研究動機・目的

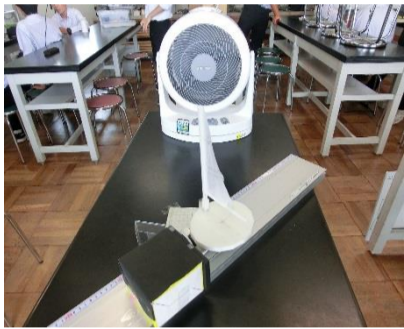
日々目にするヨットの帆の形の多様性に驚き、各々の帆にどのような違いがあるのか不思議に思った。セールの形状ごとの風上への帆走性能に注目し、風上への帆走性能を揚力係数の差で比較することにより、一番早く風上に着く帆の形を調べることにした。

先行研究

- ・真向かいの風に逆らって進むことはできず、真向かいの風に対して35～45°辺りの角度で進むことが可能
- ・風に対してセールの迎え角が90度を超えると揚力が発生しなくなる。
- ・セールの形状については言及されていない。

実験方法

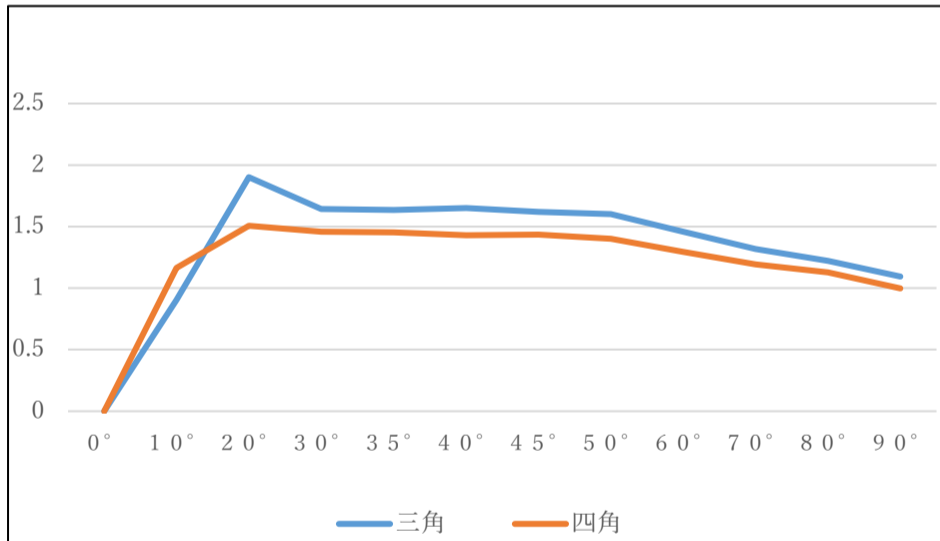
高さ200mm、幅5mm、奥行き110mmのセール固定具に、面積一定5タイプのセールを取り付け、前方0°～90°方向より送風（風速5m/s）。セールに働く揚力（セールを押し出す力）を計測し、下式に代入し、単位面積当たりで最も値が大きくなる角度とセール形状をもとめる。



$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (\text{左式を今後式①とする})$$

実験①結果

三角セールと四角セールで実験を行った。

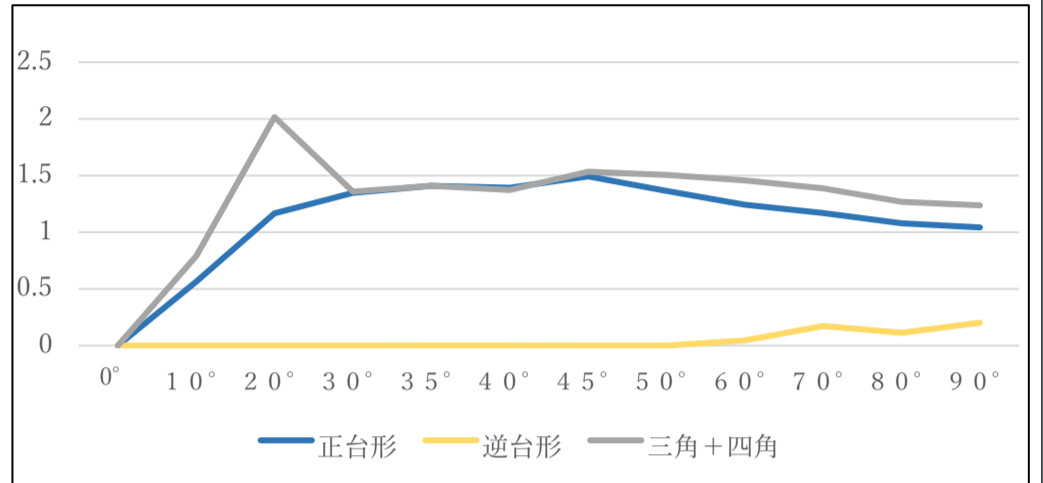


実験①考察

- 35°～45°では三角の方が大きな揚力を得られている
→三角セールのほうが速い
- 10°では四角、20°以降では三角のほうが速い。
- 四角を10°、三角を20°で走らせたとき
風上への距離差（10°：20°＝1.00：1.05）
風上到達までの時間を揚力係数
（四角10°1.17、三角20°1.90）を用いて計算すると、
四角：三角＝1.00：0.66となり、
三角セールが、6割程度の時間で着くと考えられる。
（* 揚力と速度には正の相関関係があるとする）

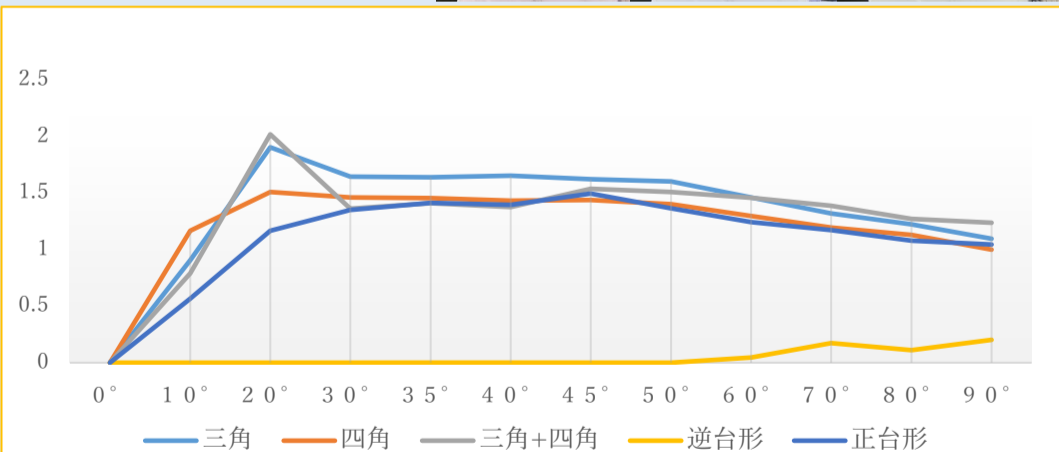
実験②結果

実験①の結果から、正台形・逆台形・三角+四角の3種類のセールをつくり、セール上部・下部の面積と揚力の大きさとの関係を調べる。



実験②考察

- ・低角度でも値の大きかった2タイプについて、セール後部の辺の張りが強かったことから、セール後部にかかる張力も重要である。
- ・また、セール下部の面積が広いものの値が大きいことから、船体（実験では台車）に近い部分に加わる揚力が大きな影響を及ぼす。
- ・70°～90°ではセールのほぼ真横から風を受けており、セールにかかる力が揚力から抗力に移っているため、研究目的にそぐわないものである。
- ・0°～10°では、値が正確に計測できていない可能性あり。



結論

以上より、高さ1m以下のヨットで揚力が大きくなる条件は
〔1〕セール後部の辺がしっかり張られていること
〔2〕セール下部の面積が大きいこと
であることから、一番早く風上に着く帆の形は三角+四角である。
※2m以上の高さの場合は、その限りではない。

キーワード

揚力 揚力係数 マスト セール

参考文献 引用文献

ビギナーのためのヨット入門 改訂版、
「THE BASIC OF YACHTING」発行：舵社