

## 櫓漕ぎ和船漁舟の船型調査と運動性能に関する研究

高山 久明

### Study of the Japanese Style of Small Fishing Boat, “Wasen” of its Hull Type and Kinematic Performance Concerned Running Resistance and Stability

Hisaaki TAKAYAMA

The small fishing boats “wasen”, Japanese style vessels were mainly propelled with scull or sails before the last War. Nowadays, however, the wasens are mostly equipped with an outboard engine and their wooden hulls are replaced with fiberglass-reinforced plastics (FRP). Accordingly, the wasens made of wood and their boat-building techniques are gradually disappearing from fishing villages.

In this research, though wasen was left from the mainstream of the present age, I promoted to the wasens for its rationality of the hull-type and provided to them and their boat-builders to the historical and the technical rank throughout the wasen's model resistance test of fundamental kinematic performance and theory for security of stability.

Therefore, I visited about 200 boat-builders in Kyushu, mainly within Nagasaki Prefecture and collected over 1,000 memorandums of their boat dimensions and board drawings of hull structures from 1975 to 1985. Hull lines of wasen were redrawn from the collected data. Therefore, standing on the current state mentioned above, this study was conducted to record accurately the wasen's structure. Also, collection of hull line records, model tests and analysis of the wasens were made to clarify its characteristics. Statistical analysis were conducted on the principal dimensions measured from the hull lines and various characteristics were probed according to type, sea area and period of use.

The procedure of clarifying the wasens of their hull-type and characteristics mentioned above were intended in the first department, “Survey of hull-type and statistical analysis for wasens”, and showed them in the second to 4th Chapter.

Next, the investigation of the wasens for their rationality, kinematic performance of resistance and stability in the first department were intended in the second department, “Hull-type and its kinematic performance”, and showed them in the 5th to 7th Chapter.

The general result was as follows:

- 1) I classified and showed their characteristics about 600 various wasens which could be read necessary dimensions according to application such as fishing boat, angling, seiner, whaling, carrier and other boat from field survey. So I showed each genus of the stem post, “Miyoshi” geometry that represented wasens and made its usage clear.
- 2) I measured around 25 major parts of hull dimensions and showed the hull-type changes by the period and characters of the sea area usage for angling and seiner wasens. In angling wasens became small all principal dimensions and tended constant length of stern keel, “tomogawara” to approach modern times by degrees. In seiner wasens the depth became large against for the length or width of principal dimensions to approach the modern times. The characteristic usages of sea area, in angling wasens were constructed wider for the length and high stability boat around the Goto inlands and western coast of Nagasaki prefecture, and in seiner wasens were constructed so as to be applied for the fishing ground by kind and size of net fishing.
- 3) Next stage, I selected and produced restoring scale-models of 22 high-speed wasens used mainly as whale chaser boat from the lines of board drawings for the tank test. For the examination, there were 6 stages with full or half load condition and 3 kinds of trims, by the head and stern about 1% extended mainly in even keel for the resistance test of the towing tank. From the tank test, I showed the dimensionless total resistance coefficient  $s_t$  for actual boat and same for 5 tonnage  $s_t$ , mean full-load displacement the sample boat used for comparison of hull-type, that were converted from model total resistance. As a result of  $s_t$  coefficient was 0.04 to 0.07 in low speed in  $F_n$  and near by the last hump of high-speed in  $F_n$  around 0.17 for full-load and 0.15 for half-load.
- 4) Therefore I tried analysis about propulsion performance of wasen through the above-mentioned resistance performance and the method of sweeping propulsion force of a “Ro” for the skill seaman. As the result of wasen's effective horsepower was of 0.04 to 0.05ps in average and was calculated 0.06ps for the maximum in a “Ro” of the skill seaman. So I inspected and suggested the possibility of the boat speed about eight knot from historical fact for the 8 sweeping pieces whale chaser “8-cho-ro, Iki-seko-bune”.
- 5) I examined the stability of the 22 wasens above-mentioned, to compare with “standard of stability of a small

fishing boat”. I decided the KG as the gravity center of height from the keel was 65% for depth ( $KG=0.65D$ ) from the field survey, and calculated the stability from inlet angle and static stability of cross-curve calculation. As a result, I understood maximum righting lever was 12 to 28cm and restoring angle was 17 to 41.5 degrees for half-load, and same as 7 to 25cm, 11 to 31.5 degrees for full-load condition to the actual boat of wasen. The estimation of dynamical stability was calculated the examination of rolling period and result of the radius gyration from the inclining test for the representative models. From the result, the consequence that satisfied a safety level was provided and the wasens were recognized as the construction that maintained security.

- 6) On the other hand, I examined damping coefficient about roll decay (N coefficient) from angling and seiner representative model boat. The angling boat has comparatively greatly upper stack and apron stage of chine part. When the list seemed to be buried in water damped by one swing and N coefficient was about 0.035 of 10 degrees of inclining test. But seiner boat did not show the same characteristic, N coefficient about 0.018 same as 10 degrees of inclining test. As the result, I utilized it in application of ships stability law of next section.
- 7) The Japanese-style fishing boat wasen by the human power propulsion with a “Ro” was the mainstream investigated from the Meiji era to the last War in Showa had been moved in FRP boat of with outboard engine equipment in present. Therefore I examined the present situation and the stability of the small fishing boat that originated from wasen for the small size fishing boat safety level and stability law. I estimated the metacentric height of GM and displacement of the each small fishing boat from the experiment of its inclining and rolling test used by the result of radius gyration before mentioned for the trawling and long-line fishing boat at Mogi-town in Nagasaki city.

The consequence that examined rationality of wasen’s hull type was as follows:

- 1) The principal dimensions of angling and seiner fishing wasens were clarified by period and usage of sea area.
- 2) The total resistance performances of selective 22 fishing wasens were clarified.
- 3) The propulsion performance of wasen was clarified from resistance test by towing tank and the sweeping test of a “Ro” of skill seaman. For the “8-cho-ro” whaling chaser was described the possibility of the velocity of historical fact in Edo-era.
- 4) The selective 22 fishing wasens were confirmed security with a small fishing boat safety level.
- 5) The roll damping coefficient of wasens were clarified from the still water rolling experiment using the models of angling and seiner fishing boat.
- 6) The security of stability and current state of the small fishing boats originated from wasens were identified.

**Key words:** 和船 wasen, 船型の合理性 rationality of hull type, 推進抵抗 running resistance, 復原性 stability, 人力推進 Seaman’s sweeping force

## 第1章 緒 言

今から30年ほど前の昭和40年代頃には、漁村に行けば、浜には必ず木造漁船の姿があった。それが今では、どんな小さな漁村においてもプラスチック製のFRP漁船の方が大多数を占め、在来の和船型小型木造漁舟（以下和船漁舟とする）は次第にその姿を消す傾向にある。このことは、最近の漁船統計<sup>1)</sup>および海上保安白書<sup>2)</sup>を見ても明らかなることであり、図1-1に示すように和船漁舟を主流とする従来の木造船がFRP製のものに変わってしまっている。このように和船漁舟が減少した大きな原因は、当時の造船用材の木材不足およびそれに伴う価格の高騰とともに造船新素材としてのFRP<sup>3-4)</sup> (Fiberglass Reinforced Plastics) が急速に用いられ出したことにある。この理由として、新素材はこれまでの船体の材質や構造の制約を解き放ち、船の用途等にかなった船型を自由に設計できるようにしたことである。しかも型を一度作成しておけば、これを利用して大量生産を可能にしたことである。また、従来の木造船と比べても造船工法が容易で、製作に熟練を要しないことと強度の点でも遜色がなく、腐蝕せず耐久

性があり、軽量で保守が容易なこと、たとえ損傷を受けても補修が簡単で船価、修理費も安いこと等である。そのため、多くの木造漁舟造船所は、FRP造船所に転換した。一方、転換せずに残った造船所では、和船漁舟の受注数も減り、また年輩の船大工達は後継者を得られず、木造船そのものの建造も不可能となっている。このような状況は、これまで使用海域および用途等に応じて新造船の一隻一隻を手作りで対応して来た長年の和船漁舟の建造技術とその天然の素材を生かした繊細な木材加工術とが失われることを意味する。

また、かつて江戸時代に荷船等として活躍した千石船（弁才船）を代表とする近世日本の大和型船は、明治政府の洋式船への切替え指導等により既に消え去った。今日では当時の船型を忠実に記録した造船資料も殆どなく、造船技術および細部の構造等は推測に頼るしかなくなった。

そうした中で当時の船の文化および技術を掘り起こして、それを後世に伝えるために大和型船型や古来の和船漁舟に関する研究<sup>5-11)</sup>が為されている。それらの研究には裏付け資料に乏しいとは言え、僅かに残る文献<sup>12-14)</sup>や古い時代の各種造船資料、正確な資料とは言い難い、残された模型船等が利用

されており、特に漁船に於いては、漁船の実情把握と船型改良等を目的に大和型船型の遺影を多少とも残している明治、大正期にかけて実施された朝鮮および全国の漁船調査<sup>15-16)</sup>がある。現時点では当時の船の文化や造船技術の遺産の殆どが消滅しつつあり、滅亡の運命をたどろうとしている在来の和船漁舟も千石船と同じく貴重な文化財としてここで掘り起こし、漁業と深く関連したその造船技術をより正確に後世に伝え残しておく必要があると思われる。我々の身近に残された和船漁舟の実物や遺物並びに資料の多くは、大和型船型の流れをくむ漁船であって、しかもその漁船は、船大工と漁業者との試行錯誤を経て、船それぞれの用途および使用地域の海況に適應するようほぼ完全に近い合理的な船型を受け継いでいたと思われる。殊に、無動力の時代には、推進が人力の櫓や大自然の風を用いた帆に頼っていたから、抵抗は極めて小さく、かつ、漁業種に適した操作性と人、漁獲物及び船の安全性のためにある程度の復原性と耐航性をとを備えていたであろう。

そこで本論文は、前述の二つの事柄、即ち一つには、和船漁舟の文献資料の発掘と保存とを行い、同時に和船漁舟の移り変わりを明らかにすること、二つめには、和船漁舟の造船技術レベルを当時の漁船運用法の観点に立って現在の科学技術を用いて分析し、和船漁舟船型の合理性について検討することとした。まず、第一の目的のために、最初に行ったことは、各地で独特な型を持って稼働していた和船漁舟に関する諸々の伝統的造船技術等を知ることであった。このために、公表された造船資料等を広範囲に求めようとしたが、殆ど皆無であった。ただ僅かではあるが、人々の生活に資する道具としての船およびその伝統技術を民俗学的視点から見つめ、全国的に消えゆく和船漁舟を記録に残すことおよび船大工の造船技術の保存とそれらの資料整理とを目的とした地方文化史並びに民俗学関係者の調査報告書<sup>17-22)</sup>が見られる程度である。そこで、このような資料の少ない状況を鑑み、長崎県を始め、九州西岸一帯の各地造船所を廻り、和船漁舟の船型や造船技術および操船運用技術等を聴き集め始めた。それと同時に船大工が保存する造船用書類や造船用板図の調査とその収集を行い、また、和船漁舟の実物が存在している場合には、その船体図面を作成するために現場において船体の直接計測を行った。次に第二の目的に向かって、上述の収集データをもとにして和船漁舟船型の合理性を検討した。本論文では和船漁舟の模型および実船を用いた実験を行った上でそれら漁舟を釣船、網船、また明治期迄の鯨船等の用途別に大きく分類し、その船速と操作性に重点を置いた合理性の検証を行った。

本論文の第 部では、第一の目的のために行った船型調査とその分析の項について、第 2 章から第 4 章で述べることにした。

そこで第 2 章は、この第 1 章で述べるように長崎県を中心に調査した和船漁舟とその船型の歴史的保存へ向けた漁舟の図面化法について順を追って述べる。つまり船大工が書き留めていた板図資料を基にして、現用造船図面にて和船漁舟を画き表わすまでの方法について述べる。

次に、第 3 章では、初めに和船漁舟独特の身押または水押（いずれもミオシまたはミヨシと呼称；以下の表現は一般的にミヨシに統一）形状や地方の呼び名などの一般的特徴について述べ、続いて実地調査で集めた和船漁舟の文献資料および実測資料の中から主として西日本各地で使用されていた和船漁舟船型の図面を抽出して記録に留めた。更に前章の方法に依って現用船体図面に再現した和船漁舟船型の概要を示し、また古式捕鯨の歴史資料より当時としては最も船速の大きい特異な漁舟であった西日本各地の鯨船船型の概要を示した。特に鯨船船型を選んだ理由は、人力推進の船速限界域と係わっていたことのほかに、比較的沖合いにまで出漁するために耐航性においても洗練された船型であろうと考えたからである。

続いて第 4 章では、前章で述べた長崎県を中心とした九州北西部沿岸の和船漁舟について用途毎に“船型の時代的特徴”および自然・社会環境の異なりによる“船型の地域的特徴”について統計的手法を用いて分析し比較検討した船型的特徴について述べる。この成果は、筆者の研究グループが関与して来た長崎県地方の和船漁舟に関する一連の研究<sup>23-30)</sup>の中で船体の各部計測を行ったものを用途、使用海域および時代等を考慮して分析したものである。また、一方では、筆者の研究グループは同時期における沖縄、太平洋諸島および東南アジア各地の在来型漁船に関する調査研究<sup>31-38)</sup>も併行して行っていて、和船漁舟研究の一助としている。本論文ではこれらについては特に言及しないが、同海域における在来型漁舟等の船型調査<sup>39-43)</sup>は航海関係者および海洋科学者等によって古くから行われており、最近も引き続き研究<sup>44-47)</sup>が為されている。

以上の第 部のまとめを述べた後、引き続き以下に述べる第 部では、第二の目的のために行った和船漁舟船型の運動性能について、第 5 章から第 7 章にかけて述べることにした。第 5 章以降では、前章までの和船漁舟をそれらが運用されていたであろう平水中またはそれに近い状態における運動性能に焦点を当てて論ずる。研究の対象となった和船漁舟は、古い時代においては特別な場合を除いて基本的に、櫓、櫓および帆で推進され、建造地域に近い沿岸の比較的穏やかな海域で運航されていたことであろう。そうした中で和船漁舟は、使用されていた各地の海域で用途に叶い、使い易く、小型船ということもあり抵抗が小さく、また推進性能上効率もよく、しかも安全であって、船の運動性能面でも合理的な船型にまで洗練されていたであろう。これらの船体性能について、模型実験および船舶理論計算を通じて運動学的見地から船型の合理性についての検討を試みた。このことは、当時の造船技術の水準を推し測ることもつながり、和船漁舟の造船技術史研究の一部を担うことになる。

一方、現代においても、この和船漁舟の名残りが受け継がれたFRP製高速小型漁船が稼働している。海外の木造船においても和船漁舟の動力化時代と同様な道をたどっており、和船漁舟が高速船の部類で稼働していた時期があった<sup>48-53)</sup>ように、最近の東南および南西アジア等では古来の船型を使用しながら、小型、軽量及び大馬力の船外機で推進する形態の舟

艇が今なお多く運航されている。このように木造漁舟が本来の低速域或いは中速域で使用されていた状況から脱皮し動力化され高速域で使用されだした状況に鑑み、また、船の材質を異にした同型船での将来の利用や発展をも考えて調査した和船漁舟の中でも船速の比較的速い鯨船を含めた22隻について、和船漁舟の基本的な船体運動性能を調べ検討することにした。

第5章では、選定した22隻の和船漁舟を用いて、まず船の最も基本的性能である推進抵抗性能を調べるために、各種模型船の抵抗実験を曳航水槽にて行った結果を示す。次にこの結果を発展させて、次の事柄を行った。1) まず和船漁舟の船体抵抗とこれに関与する船型要素に着目し、これらの関係を重回帰式で表して検討し、和船漁舟特有な船型と船速との関係を一般的に捉えた。なお、この重回帰式により、模型実験を行わなかった実存する別の和船漁舟の実船抵抗値を算定し、また、その実船曳航試験を実施して比較し、重回帰式の有効性を検証した。この和船漁舟の各船速における船体抵抗算定の重回帰式は、古来の船の航海術或いは航海性能を検討する場合にも一部利用でき、海事史研究の分野でも貢献できるものと思われる、また、今後の和船漁舟の船型改良においても有効な手段となり得よう。なお、この項は、和船漁舟の推進抵抗性能とは直接関係しないので本論では付録に示す程度に留めた。2) 次に和船漁舟の実際の推進について、実海域での航海性能も踏まえ、これを櫓漕ぎ熟練者による人間-櫓漕-船系のエネルギー問題としてとらえて和船漁舟の推進効率と操船運用技術の分析を行った。それには抵抗を模型実験から実船換算したものや実船の曳航実験によるものを利用し、人間の櫓を介して発揮する力量から櫓の推進により得られる前進力(=全抵抗値)への出力比および有効馬力を算定するとともに馬力曲線から船速の限界域についても検討した。これらに基づき、推進抵抗性能面での和船漁舟船型の合理性を評価した。

第6章では、前章の労働力・経済性から離れて、運用上二番目に重要と思われたであろう船の安全性について検討する。前章と同様に選定した22隻の和船漁舟について船型と密接に関係する復原安定性能を検討した。但し、これらと和船漁舟の使用が、平水中もしくはそれに準ずる海況における水域に限られることから、静復原力のみについて考察したが、2mクラスの縮尺模型船を利用して和船漁舟船型の慣動半径を計測するとともに推定GMから船の横揺れ周期を算定し、この結果を「20t未満小型漁船安全基準」に一部準用して動的復原性能の面から和船漁舟の安全性を判定するとともに合理性について検討を行った。

第7章では、第2章から第4章で示した和船漁舟の特徴に対し第5章以降で述べた船の基本性能である抵抗推進および復原安定の運動性能を理論、実験を通して分析した結果を整理するとともに和船漁舟船型を操船運用面から評価する。次に、現在和船漁舟が置かれている状況や社会情勢を踏まえ、人力推進を建前とした櫓漕ぎ和船漁舟の今後の役割を提言し将来展望を述べる。また、今後、更なる技術革新によって変貌するであろう和船漁舟および同船型の漁舟、すなわち今日

では動力が主となり、人力が従となった機関を搭載した和船漁舟由来の沿岸小型漁船に対し復原性基準による安全性の評価を行った結果にも触れ、合わせてこれらの小型漁船が安全に機能するための方策についても論ずる。

以上、第 部 の和船漁舟船型の運動性能について、まとめを述べ、最後に、総括して全体のまとめと結論を第8章で述べる。

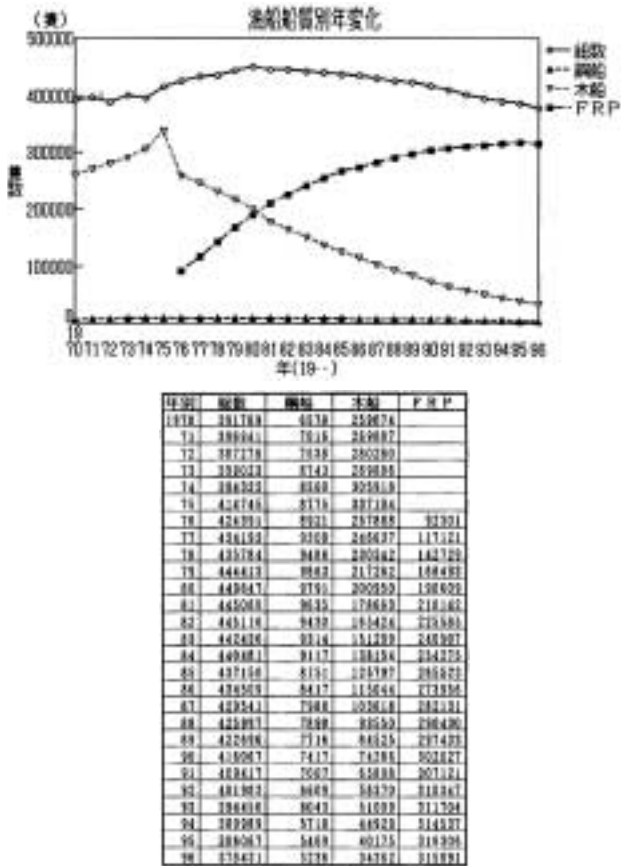


図 1-1 漁船船質別隻数の年変化<sup>1)</sup>(1970~1996年)  
Annual numerical changes of fishing boat for materials from 1970 to 1996.

[ 第 部 ] 船型調査と分析

第2章 現地調査による和船漁舟資料の収集と船体図面の再現法

各地の和船漁舟に関する伝統技術を知るために、昭和50年代初めより長崎県を始め、九州西岸一帯を巡って各地の船大工が保存する造船資料の収集を行った。

本章ではこれらの実地調査の概要と得られた和船漁舟の記録資料を提示するとともに、船大工が一般に船型の記録として使用していた板図を利用して、船型再現に最小限度必要と考えられる船体必要部位の記録方法とこの船型を船体線図(Lines)の正面線図に変換する方法について種々検討した事柄を述べる。

## 2.1 実地調査と収集資料

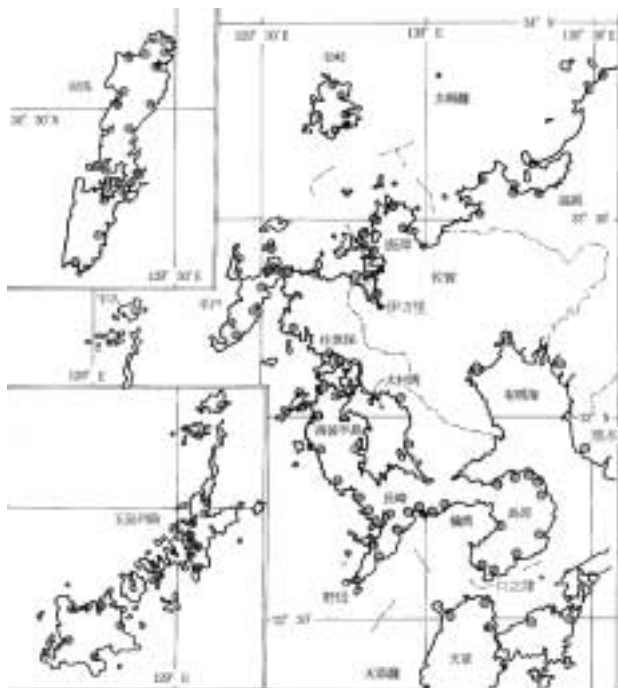


図2-1 和船漁舟の実地調査を行った地域 (●印の地点)  
Survey and visited boat-builders for wasens in Kyushu  
mainly within Nagasaki Prefecture.

実地調査は図2-1に示すような長崎県を中心とする沿岸各地の漁村における造船所(約200ヶ所)を廻り、準備した質問表や船型寸法計測表を基に船大工(約200名)に直接話を聞き、板図と称する図面がある場合はその1隻1隻について記録(絵図面を除く板図約1000枚)した。この「板図」と称する船体略図は、船の敷板(スイタ)などに竹筆、墨壺、曲尺を用い、縮尺10分の1の内法(ウチノリ)寸法で描かれたもので、これに通常の場合は船の長さ方向に用いる3枚ないし5枚の平板の交点を順次結合して描いた側面図と平面図が示されている。その一例を図2-2に示す。その他の収集資料としては、船大工寸法帳(2帳)、関船木割書や和紙に書かれた絵図面(37枚)の他、各船大工本人の造船の覚えとしての寸法書き(3帳)等を収集した。



図2-2 和船板図の一例 長崎市京泊, 清水直治氏図面,  
昭和45年10月作製の釣船  
A hull diagram of a Japanese style fishing boat "wasen",  
which is drawn on a wooden plate by N. Shimizu, a  
boat-builder in Nagasaki.

## 2.2 和船漁舟の船型構造等に関する記録

和船構造を記録する場合、一般的方法是は船体主要部の寸法書きを残すことであるが、船大工が一般に用いるのは板図である。この板図のうち和船漁舟を再現する場合、最小限判明していなければならない箇所が存在する。これらを文献<sup>54)</sup>や船大工等への聞き取り調査において板図の描き方や建造にまつわる種々の話を伺った過程から知る事ができた。これらを順追って以下に示す。

### 2.2.1 板図および建造方法など

長崎県地方で、一般的に見られる和船漁舟板図(図2-2)の主な名称と板図寸法記載上判明していなければならない最小限の寸法箇所<sup>54)</sup>のうち、特に必要と思われる25部位を選んで測定を行った。この測定箇所を番号とともに図2-3に示す。以下に用いる用語は小佐田<sup>9-11)</sup>に依るものと共通なものもあるが、大村湾の船大工用語で示している。図に示す船の主な名称は、主要寸法の、(1)長さ、(2)幅、(3)深さの他に、船首材である身押(ミヨシ)部分では、(4)前口(マエクチ)長さ、と同部分の(5)立(タチ)、(6)幅、(7)厚さ、(8)突出(ツキダシ)長さ及び(9)加敷付留(カジキツドメ)までの長さなどである。また、龍骨に相当する部分の(10)胴航(ドウガワラ)長さ(12)鱸航(トモガワラ)長さおよび胴航と鱸航の接合部(または折曲げ部)の幅を示す、(11)継手(ツギテ)幅、鱸航部分の(13)立(タチ)と、船尾の戸立(トダテ)部分の底にあたる(14)おけ底の幅である。

また、(15)戸立の方(カタ)と称する幅と、おけ底から根板(ネイタ)部分迄の高さである(16)切上(キリアゲ)長さ(17)上(ウエ)長さおよび同部分の(18)開(ヒラキ)である。この開は、余弦角度を1尺に対する割合で示す。

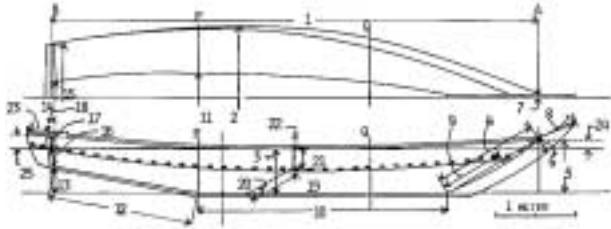
この他に胴航と鱸航の継手部分における(19)加敷の板幅、加敷の(20)開および(21)上柵の板幅、上柵の(22)開と戸立て後方の厚板[床(トコ)]が占める空間としての(23)外鱸(ソラトモ)長さがある。

次に船首前口の高さと戸立の各高さから、船体中央の一番低い舷端(後述の腰当(コシアテ)部分)の高さとの差をとって、(24)船首(オモテ)持ち、(25)鱸(トモ)持ちと称す。

和船漁舟の寸法は前述のように内法で示され、単位として丈(ジョウ)、尋(ヒロ)、間(ケン)、尺(シャク)、寸(スン)および分(ブ)が用いられる。何れも金尺(1尺=0.303m)によるものである。このうち、尋および間は何れも5尺を示す単位である。鯨船の場合、鯨尺(6尺)で表示する所もあるが、船大工への聞き取り調査並びに船大工寸法帳等から判断すると少なくとも山口県以西ではこのようなことはない。

以上が測定箇所を示す名称であるが、次に、建造上特に必要とされる用語等の主要なものを説明する。そのうち最も重要な船の主要寸法の長さは、図2-3に示すA~Bの水平距離である。A点は上柵上縁が船首材のミヨシ後面と接する点であり、Bは戸立上前縁である。幅は、腰当(通常、継手部分

より航幅長さ2分の1前方の位置とされる)における上棚上縁内側の水平距離で、一般にこの船の最大幅である。また、深さもこの位置における上棚上縁と航上面間の垂線高さをいう。



- |  |          |
|--|----------|
| X(1) : length, L   | : 艫軸間長   |
| X(2) : width, B  | : 幅      |
| X(3) : depth, D  | : 深さ     |
| X(4) : length of stem post measured along hull planks                                | : 前口長さ   |
| X(5) : height of stem post measured from fore and upper end of side plank above keel | : 立ち     |
| X(6) : breadth of stem post measured at the above end                                | : 幅      |
| X(7) : thickness of the stem at the above end  | : 厚さ     |
| X(8) : length of free end above the stem end   | : 突き出し長さ |
| X(9) : length of stem along the lower side plank                                     | : 加敷付け留め |
| X(10) : length of main keel laid horizontally  | : 胴航の長さ  |
| X(11) : breadth of main keel measured at the posterior end                           | : 継ぎ手幅   |
| X(12) : length of stern keel curved upward   | : 艫航長さ   |
| X(13) : height of posterior end of stern keel above base line                        | : 艫航立ち   |
| X(14) : breadth of stern keel measured at the posterior end                          | : 桶底     |
| X(15) : breadth at transom top   | : 戸立て幅   |
| X(16) : length of transom concerned with lower side plank                            | : 切上げ長さ  |
| X(17) : length of transom concerned with upper side plank                            | : 上長さ    |
| X(18) : inclining angle of transom indicated by cosine value                         | : 開き     |
| X(19) : breadth of lower side plank at joint of keel                                 | : 継手の加敷幅 |
| X(20) : inclining angle of lower plank at the joint                                  | : 加敷開き   |
| X(21) : breadth of upper side plank of the joint part                                | : 上棚の幅   |
| X(22) : inclining angle of upper plank measured at the joint                         | : 上棚開き   |
| X(23) : length of posterior free end from transom                                    | : そら艫    |
| X(24) : sheer at bow   | : 舳持ち    |
| X(25) : sheer at stern   | : 艫持ち    |

図 2 - 3 板図の主な名称と25計測箇所

Necessary dimensions to build a Japanese style fishing boat “wasen”. These are measured to make hull diagram for the boat.

さらに特殊な値として「のび」がある。これは上棚上縁に沿った曲線上におけるA～B間の長さとして、先に示した船の長さとの差である。船大工が注文を船の長さで受け、素材の木取りをする際に便宜上用いられるものと思われる。

次に同図に示す艫開き場Pの断面および赤間(アカマ)Qの断面が和船漁舟建造における基準となる位置である。一般に和船漁舟の建造用図は、正面図を省略し、側面図にこのP、Qの2断面のみを記載することが多く、またこの断面として示す位置は、断面図(通常半幅で示す)における中心線垂線が上棚の高さと交わる位置である。

また、図2-4に敷(シキまたは航(カワラ))の典型的な例を示す。図におけるP断面から後方の艫航は、この点から約10度ほど上方に折れ曲がっている。また、近年船外機が普及し、これを水面に出来るだけ近く据える必要性からこの角度は以前より小さくなる傾向にある。

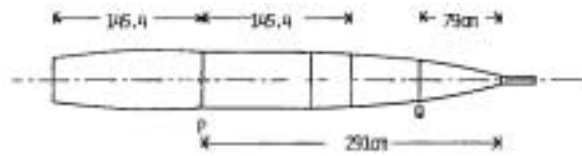


図 2 - 4 敷または航の典型的な例、(P：継手、Q：赤間)

Typical flat keel of a Japanese style fishing boat “wasen”. The boat builder in Kyushu generally gives two cross-sections of the hull point of P, called “Tsugite” and at Q, “Akama”.

艫航の幅は、船尾端でP断面における航幅の約60～70%といわれ、また、P断面における航幅は和船漁舟最大幅(上棚間)の30～40%程度である。また艫航の幅は、この両者の間を直線的に変化するものではなく、この中間でやや広がっていることが多く、これは加敷の接合性を考えてのことと、また、この広がりが大きくなると旋回性が良くなるが、針路安定性は低下すると船大工の間ではいわれている。

航の幅は、このP断面から前方のQ断面近くまでほぼ一定の幅で続き、そこから船首材の付け根付近までゆるやかな曲線を描く。Q断面の位置は、池田<sup>54)</sup>によれば、船首材後端から船幅2分の1点後方にあるという。また近年の和船漁舟の建造方法では、まず、あらかじめ一体に製作した航をこのP、Qの2断面で船台に固定して加熱し折曲げるなどして所定の形に整形した後、ミヨシおよび船尾戸立てに対し外板を同様に加熱しながら焼き曲げ、万力等で締め付けてなじませた後、ノコギリを入れ、釘を打ち付けて固定する方法が用いられている。

また、外板は幅広い、厚さ24～27mm(8～9寸)の平板を用い、航に接する外板は加敷、これに続く外板は上棚であり、それぞれ杉板が使用されている。上棚は一枚板であるが、加敷はハギ合わせたものを使う場合も多い。特に船首材付近では、三階(サンガイ)ハギ、ヒウチハギなどと称せられる板をハギ合わせて用いる特殊工作が施されることがある。

建造後の喫水として、艫吃水は一般に船尾戸立ての位置から艫航下面に沿って、釘3～4本(約10cm×3～4=30～40cm)だけ前方で、船首喫水は船首材の前面下端から、鉛直上方に釘約1本の位置とされており、稼働時の最大幅におけるチェーンが水面に接するように建造されている。

### 2.2.2 寸法書

収集した和船漁舟建造の寸法書は、大きく3つに分類できる。1つは、主として江戸時代における古文書といわれるものである。長崎県立図書館などに収集されている県内各地の造船関係古文書によると、一般に大和型船の各部寸法は、櫓掛かり、専掛かり、帆掛かり等と呼ばれる木割りによって算出される。例えば、関船の秘伝書(「早船之木割」寛文5年(1665)、串木孫右衛門(宛)浜崎七郎右衛門、鎮西町、浜崎新蔵氏所蔵)のように櫓掛かりの場合は、櫓一丁当りの細部の基準寸法(木割)を与え、50丁立ての関船なら、その

基準寸法に50を乗じて各部寸法を求める方式のものである。また、対馬宗家に代々伝わる中村家文書の中に、お抱え船大工であった黒岩作右衛門等が示した1800年代頃の小早船、小使船、荷船および漁舟等の寸法書きが船図面とともに記載されており、これを一例として図2-5に示す。



図2-5 和船漁舟寸法書の例「阿彌陀寺伝馬」  
対馬藩船大工頭領、黒岩作右衛門(1880)  
A part of the old hull diagram of “Amidaji-temma” by ship-designer employed by the feudal lord of Tsushima (1880).

2つめは、明治時代における、当時としては名の知れ渡った造船地の船大工等が著わした「大工寸法帳」の類である。一例として、長崎港外、深堀町有海(あるみ)の船大工棟梁、熊慶吉が長さ三尋から七尋までの間を一尺刻みで、二十余種の船の長さに対して与えた建造用主要寸法に関する詳細な和綴り冊子、「壱大工寸法、明治十九丙戌年正月」があり、これを図2-6に示す。また、これを元本としていると見られる五島若松町の船大工子孫が代々受け継いでいた「壱大工寸法之事、明治廿八年、増田好蔵」の綴りなどもある。



図2-6 「船大工寸法」(熊慶吉、明治19年、1886) - 五尋四尺の船  
A part of memorandums for various dimensions for building a Japanese style fishing boat "wasen" of 8.73m in length, written by Kuma in Arumi of Nagasaki in 1886.

3つめは、各時代を通じて、各地船大工が自分の建造した船に対する覚えとして、造船寸法も含めて書き留めていた帳面ないし綴りである。長崎市郊外、式見町のペーロン船等の船大工でもあった桑原常一氏の明治~大正にかけての綴りには、船の建造年月日、建造主、代金とその貸借関係も克明に記録されている。このほか、佐賀県藤津郡太良町の田島弥三氏による寸法書きなどがあり、これを図2-7に示す。



図2-7 田島弥三による和船寸法書の例  
The various dimensions of hull diagram for building a Japanese style of fishing boat “wasen” of 9.6m in length, written by Y. Tajima in Tara, Saga Prefecture during the Showa period.

2.3 船型の再現方法

板図自体、船大工が一見すれば、その船型が想像でき、およその性能が判断できる情報を有しているが、平面図が省略された側面図のみの記載であったり、同様に側面に一部の断面しか記載されていなかったりする不完全な図面の場合、通常この板図からの造船は不可能となる。しかし船大工は、これらの不備な図面であっても、板図が示す船の大きさと大まかな用途により、また、類似船の建造経験から木取りを判断できるほか、手に入る木材により使用箇所の板厚などを経験的に判断して使用しているので建造にはあまり支障とはならないようである。

2.3.1 実船・模型船計測からの板図作製

板図等の図面資料が十分でない場合で、模型を含めこれらの和船漁舟が現存している場合には、現場において実船計測を行うこととした。この場合、和船漁舟の船型がほぼ直線断面を示すことから、曲線断面の洋式船計測のように断面を克明にほぼ連続的に計測する必要はなく、船の長さ方向の主要分割点(2~3点)における板と板の接合部交点の座標を求めることで板図に示すような図面が外法(ソトノリ)寸法として描ける。但し、船首尾形状についてはその傾斜角を含めて図面再現に必要な長さ、幅など漏れなく計測する必要がある。ここではその方法について図2-8に示し、簡単に記述する。

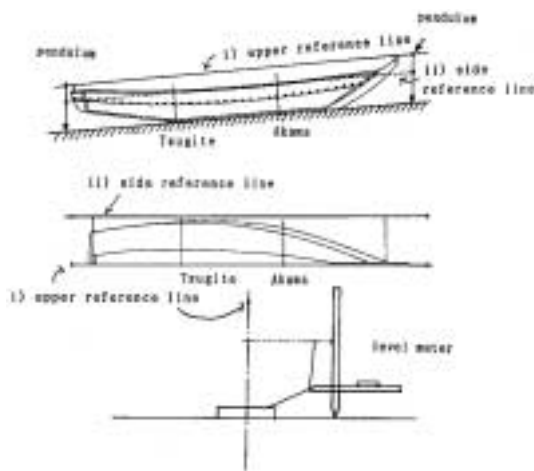


図 2 - 8 実船計測の方法：水準器法による断面計測の例

A method of direct measurements of the Japanese style fishing boat "wasen" by means of a level meter.

まず、前節の板図計測法に従い、船の主要寸法の長さ、幅、深さなど25部位の計測を実施する。現場での計測の場合、足場が悪く、かつ傾斜した場所では、計測の基準線が正確に取れない場合が多い。また、例えば造船所の船台に引き上げてあっても、船の前後および左右が傾斜していることも多い。これらについて、水準器等を用いて、まず、左右の傾斜（ヒール）を補正する。船の前後方向の傾斜については、通常、胴航を基準として水平にし、これを基線とするが、船の前後傾斜を補正することが困難な場合には、そのままの傾斜状態で計測し、後で傾斜分の補正を行う。まず船首尾に設けた船体中央を通る系等の基準となる線と、傾斜した基線と胴航までの距離の垂線長さを下げ振り等を利用して測り、傾角を求めるとともに、この計測状態がそのまま図面に移行出来るように計測する。

次にこの断面計測用の基準線 (i) に対し、これと平行にもう1本、計測舷側に基準線 (ii) を設ける。これについて船の長さ方向で、前節の腰当部、赤間部分の断面位置の他、船体中央部にもう一箇所、計測点を設けて、計3点程度の断面交点の高さ、幅を同様に下げ振りと基準線 (ii) とに対して計測する。また、この場合の舷端高さを、船体上面の基準線 (i) との垂直距離として併せて求めておく。

そこで、船首尾の形状に関する事項を、最寄りの赤間または腰当て断面位置および船体上面の基準線 (i) との関係により、正確に位置付けられるように計測する。

更に、和船漁舟の一般配置図を作成するなど船体構造（仕様）図まで描く場合には、同様な各断面との位置関係を正確に把握して、それぞれの測定箇所、例えば、貫や船梁材、隔壁板、肋板の位置と大きさのほか、船首尾船倉の配置、生け間、内燃機関搭載の場合はその位置、船首の波除け板、左右舷端のアオリ板や船底の敷板の配置等も合わせて計測する。

なお、前述の断面の計測に関しては、次の方法が現在迄に行われて来ている<sup>55-57)</sup> のでそれらを説明しておく。

1) 最も一般的なものは、水準器法<sup>55)</sup> と呼ばれるものであ

る。これは、本研究で採用した方法で前述したように船体中央の船首尾に配した基準線 (i) と平行に船最大幅の半幅分以上の間隔をあけて外側にもう一本の半幅断面計測用の基準線 (ii) を配し、この系からの断面各点の間隔長さと基準線 (ii) からの同高さを下げ振りと水準器とを併用して、計測するものである。(図2-8)

2) 次は、パンタグラフ<sup>38, 55)</sup> を利用するもので、同様に下げ振りと水準器とを併用して、計測断面を舷端から上柵、加敷に沿って航に至る迄、船側の外板上をなぞる方法である。これにより、パンタグラフの縮尺率に応じた断面が描ける。(図2-9)



図 2 - 9 パンタグラフ使用による船型断面計測の例

A method of direct measurements of the wasen by means of a pantograph.

3) 小さな模型や和船漁舟以外の小型カヌー等の計測には、考古学で壺の断面形状の計測によく用いられるマーコ<sup>34, 56)</sup> による計測法が利用できる。この道具の大きさは、計測船の半幅最大幅までのものが必要で、実寸で描ける利点はあるが、大きいものでは持ち運びや操作が不便で、計測対象物がせいぜい半幅が50cm程度の小型船にしか使えないという欠点がある。下げ振りと水準器を併用することは、前二項と同様である。(図2-10)

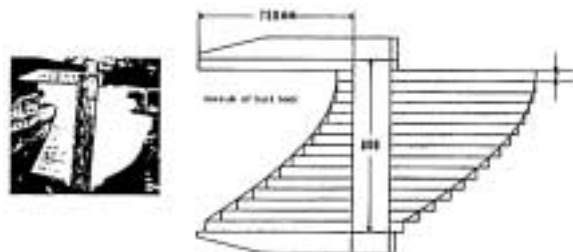


図 2 - 10 考古学に用いる「マーコ」使用による船型断面計測の例 (1986年, G. A. Gunawan & Shibata k.<sup>34)</sup> より引用)

Taking full surface curve by means of measuring comb modified from archaeological tool (referred from Gunawan & Shibata, 1986).



4) その他、測量等でよく使用されるトランシット(レーザー・セオドライトとセオドライト)の2脚を用いて、この2点間の正確な距離により、対象船の船体設定断面の各ポイントを、伏角(仰角)と水平角により光学的に求める方法<sup>57)</sup>であり、基準線を設定するなどの煩雑な作業から開放されるが、測定や機器の熟練とにかなりの時間を必要とする。

以上の計測結果を、室内に持ち帰り、一度、計測状態での断面を作図する。次に同図について船首尾の傾斜角の補正を行い、胴航の基線を水平に取った正しい断面を書き直す。その後、各測定線に基線から垂直に断面交点の高さ、幅を記入し、これを順次曲がり定規などで滑らかに結んで、板図に準じた図面を描く。

これらは、主として板図が得られない場合に実施されるが、船大工が描く板図も、正確に実船と整合していない場合もある。これは、主として材料の木材の性質に依存している場合が多く、得られた材料を有効に利用しながら造船される事による。また、出来上った実船も長年月の間に大自然の中で風雨に曝されたり、稼働時、波等による外力を受けるなどして、船体外部形状などにねじれや変形を来し、初期の設計状態と異なってしまうことがある。これらを考慮すれば、船の実状という観点から実船計測に優る方法は無いと考えられるが、設計用板図についても実船の船型を代表しているものとして差し支えないと思われる。

2.3.2 完全な板図作製

船型を再現する場合において、ほぼ完全な板図とは、一般的な側面図に平面図で示される航、加敷、上棚の各半幅を結んだラインとミヨシ厚さなどが記入されている図面のことである。この平面図の一部、もしくは全てが欠如している場合、不完全な板図になる。これから完全な板図にする方法は、次の3種に分けることができる。

1) 戸立、腰当および赤間位置の各断面が部分的に記載されている場合。

これらの各位置における断面交点の各半幅、すなわち航、加敷と上棚交点、上棚舷端を図面に記入し、これらを曲がり定規等で滑らかに結んでいけば、それぞれの板の交点を通る概略の平面のラインが描ける。但し、ミヨシの板幅が不明な場合は同じ用途、大きさの船型から推定して描く。

2) 腰当部分の断面の記載しかない場合。

その他の戸立部分、赤間部分の断面については類似船型から推定して描く。ここで、類似船型とは、a) 同じ船大工の同種・同規模船の各半幅等が判明している板図、b) 異なる船大工の同種・同規模船の各半幅等が判明している板図、c) 類似船型と考えられる他の板図寸法比からそれぞれ推定する方法等がある。

3) 断面記載のない一般和船漁舟等の場合。

この場合における板図は側面図のみの記載となり、航、加敷と上棚交点、上棚舷端の各半幅の全てが不明で、完全な板図への再現は困難である。実際のところこの資料の板図再現は試みていない。しかし、用途的に特殊な船型について再現

する場合は、板図の年代を考慮して、その当時のものと推定される船大工寸法帳、寸法控え、あるいは木割書等を参考にして、船の長さ等を基準に必要な箇所の材料の寸法を読み取り、これらを主要位置の断面にあてはめ平面図に記入して板図を再現する。

2.3.3 船大工寸法帳・寸法控えからの板図作製

寸法記載を、板図主要部寸法である2.2.1に示す(25点)の寸法に読み直し、長さを決め、これらの主要断面を描き、同断面の幅、高さから側面図、平面図を描いて板図を再現する。その後は前項の3)に準ずる。

これら、板図再現の具体例として、発掘船の一部の船型計測結果とその当時の船大工寸法帳を用いて船型を再現させた研究例<sup>30)</sup>がある。しかし、その研究に依ってもミヨシ突出し部分形状などは不明である。

2.4 板図から現用造船線図への転換

次に、現代造船における線図作成の作業に移る。

その作業は図2-11に示すように次の手順が必要である。

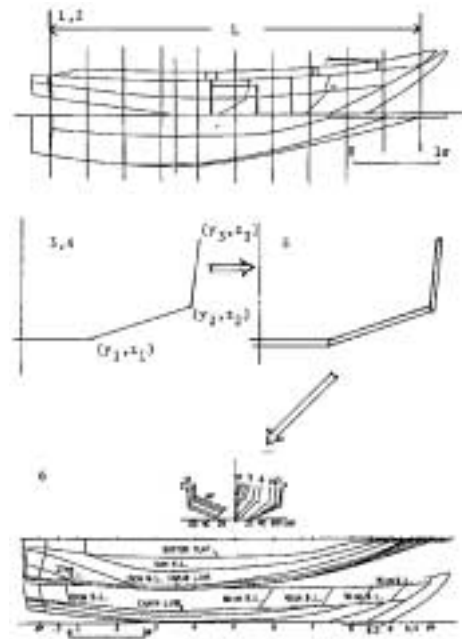


図2-11 線図作製作業例 1,2 長さの定義, 10等分など, 各計測断面の決定3,4 断面交点の計測(幅, 高さ), 正面線図の作製(内法寸法)5 板厚を加え外法断面とする(B.L.およびW.L.の幅、高さの読取)6 側面図, 平面図にB.L.およびW.L.を併記する(完成)

Procedures for drawing a hull diagram

1. Determinations of 10 ordinates at length interval of L/10.
2. Measurements of two ordinates (y<sub>i</sub>, z<sub>i</sub>) of keel margin, knuckle part and hull top.
3. Offset table are made from the above ordinates.
4. Body plan are drawn from the offset table.
5. The body plan is redrawn by increasing the thickness of each plank.
6. Side and plane view diagrams are drawn from the body plan.

- 1) 板図における側面図と平面図完備の点検。
- 2) 船の長さを定義する。すなわち、満載時喫水線をもって船の長さとするか、和船漁舟の長さの定義に従うかの選択をする。決めた長さについて船尾垂線 (A.P.) と船首垂線 (F.P.) を定め、この間を線図作成用断面として10等分 (必要に応じ、船首尾端では更に細かく1/2点、1/4点等の分割点を設け、詳細な正面図を作製する) の分割点 (各オーディネート) を決める。
- 3) 各分割点の平面、側面に示される航と加敷交点の幅と高さ、加敷と上棚交点の幅と高さ、上棚上面 (舷端部) の幅と高さを計測し、各交点の座標 (Y, Z) を決定する。この座標間は平板を用いていることにより、ほぼ直線と見做し得る。
- 4) 以上の断面交点の測定を各分割点毎に実施する (内法断面図の完成)。
- 5) 外法寸法とする場合は、4) に当該の板厚または、これが不明な場合は一般的に前述した24~27mm (0.8~0.9寸) の板厚を加えて書き直す (但し、ミヨシ部分についてはすでに外法寸法を示しているかの考慮を要す) (外法断面の完成)。
- 6) 現在用いられている通常の線図を描くのに、Bow & Buttock Line, Water Line と和船漁舟特有の上棚と加敷の交点のチェーン (ナックル) ラインをそれぞれ各分割点から読み取り、側面図と平面図に記入し完成させる。以上の手続きをとる。

今回、得られた資料については、本論において線図等として示す場合、実測船については外法寸法で、また、板図段階の図面についてはそのままの資料 (原図の転写、内法) で示している。その他、各種和船漁舟模型を製作者 (元船大工) に依頼して作成したが、これは1/10~1/20の模型船大きさに対応する板図寸法 (内法) に書き直し、これと同じ大きさのものを作成してもらった。また、出来上がった模型は図面と整合しているかを検証したのち、再度、模型船外法寸法を測定し、これを以て新たに外法正面図を書き直し、各側面図に添えて示した。但し、後の統計解析に用いる船の寸法は板図内法寸法に統一して行った。

### 第3章 収集した和船漁舟船型の分類と特徴

調査した長崎県を中心とする西日本地方の和船漁舟を一隻一隻よく観察すると、地方および用途によりかなり似た船型を示している。本章の初めにおいては、各地方に残る和船漁舟の通称およびそれらの特徴をミヨシ形状と地域漁村名によるものに分けて述べる。次に実地調査した西日本の中でも特に長崎近郊の和船漁舟に限って、用途面から分類した船型の概要とその特徴を述べる。また、文献資料調査によった西日本地方の鯨船について船型の特徴についてみる。

#### 3.1 和船漁舟の通称と船型<sup>24, 27, 29)</sup>

和船漁舟の特徴を調べるに当たり、まず、船の姿を特に印

象づけるミヨシ独特の形状や地方名の残る船型の特徴をみた。これは第2章に述べた和船漁舟の側面図と平面図により、また、この平面図が得られない場合には、側面図と赤間、腰当て部の要所断面形状等により調査した。

#### 3.1.1 ミヨシ形状と船型

和船漁舟の船体形状において最も変化に富み、地域または建造年代の特徴をよく表わしているのがミヨシ形状である。特に江戸期鯨船から昭和初めにかけての和船漁舟は前述の地域別、年代別特徴が顕著であるとともに、均整のとれたミヨシ形状を示している。

図3-1は、昭和初めまでの和船漁舟のミヨシ形状をまとめて示す。図には各地鯨船、対馬藩船、昭和20年頃までの長崎近郊の和船漁舟 (インコロ、黒ミヨシ、有海、小値賀伝馬、丸頭有海、阿波型) および競走用和船漁舟 (対馬のなが船、各地ペーロン船) 等に分けて、それぞれにのミヨシ形状をその出所別に示している。鯨船を除く和船漁舟等のミヨシ名称は、地域名を冠した名称が主であるが、そのほかは船型の性質を示す名称等様々である。

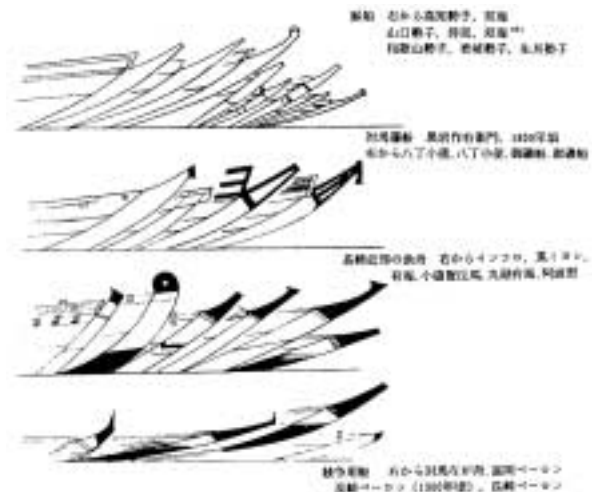


図3-1 明治以前からの船首形状の例<sup>29)</sup>

Various types of stem post wasens before the Meiji era.

図3-1によると勢子船、八丁小使 (小早船)、インコロ船、ペーロン船など比較的船速を重視する船型は、船首部の造波抵抗を小さくするため船首材の傾斜を小さくする傾向がある。また、鯨船のうち勢子船に限ると、和歌山、山口、九州の苓岐および生月のものは、ほぼ同様なミヨシ傾斜を示すが、高知では更に小さいミヨシ傾斜角を示すなどの特徴を示している。

ここでミヨシ先端部の突き出しの形状について名称は、例えば、黒、白、丸頭ミヨシ、阿波型、天トおよび薩摩型などの呼称があり、これからある程度船型が分類でき、また使用地域や船大工の系統等が推定できる明らかな特徴を持っている。一例として、このミヨシ突き出し長さは、船匠、熊慶吉の船大工寸法帳 (明治19年) によれば船幅の概ね2割といっ

た係数が定めてある。すなわち船の横安定性の目安はおよそ船幅によって決まるから、直ちにミヨシ突き出し長さは、即、その船の復原力の指標として考えることができる。事実、ミヨシ突き出し高さを超える波がある時、出漁を見合わせていたといわれる。また、船首部水線の水切り角と関係するミヨシの傾斜角は船の長さ幅比と共に推進抵抗と深く関係しており、高速船は、先に示した競走艇や鯨勢子船が示すミヨシの傾斜角や船の長さ幅比等と類似の瘦せ型の寸法比を有している。これらから船型の良否が見当づけられる。

ところで、先に述べたミヨシ形状に付けた呼称の有海(あるみ)、阿波型等は主に造船地名(弟子入りした船大工棟梁の所在地)が語源の場合が多い。型に付けられた名称は、造船地を超えて広範囲に分布している場合があるが、これはその船型がその船の用途等の目的に合致したため多くの漁業者に好まれた船型でもあり、一方では船大工の師弟関係に起因していることもある。

3.1.2 調査した地方名の伝馬船(テンマセン)

実地調査した長崎県周辺の和船漁舟の中でその地の漁村名を呼称とした船、約40名称のうち特徴的なものを図3-2~4に示す。これらは、江ノ浦、網場の各伝馬と茂木のインコ船、加津佐、面高、田平、薄香、晴気の伝馬船および黒川(伊万里)、波瀬、六島、小値賀並びに笛吹の各伝馬である。これらはインコ船を含めて、いずれもそれぞれ地先の名称が付いており、それらは主として一本釣漁舟として使用されていたものである。ここで、インコ[犬殺し(イヌコロシ) インコ]船を特に取り扱ったのは、やはり地先で釣りのほか雑用(こやし等の運搬)に用いられ、特に快速船の異名(犬が走っても追いつけないほど速い)を採っていて、時にはペロン競走艇としても活躍した有用な船であったからである。



図3-2 地方の和船漁舟の呼び名(1) 江ノ浦伝馬, 網場伝馬, 茂木のインコ船

Various names of wasens, which prefix of local area (1).

図3-2に示す3隻のうち長崎市の網場とこの近くの江ノ浦伝馬の船型を比較すると、両者とも、長さ5~6mで前半部の水線下断面が細く仕上がっており、推進抵抗の小さい船型を示しているものと考えられる。また、この二つに共通した特徴は、腰当部の深さより船首上柵前端部の高さがやや低いか殆ど等しく、負または0のオモテ持ち(腰当部の高さを規準に

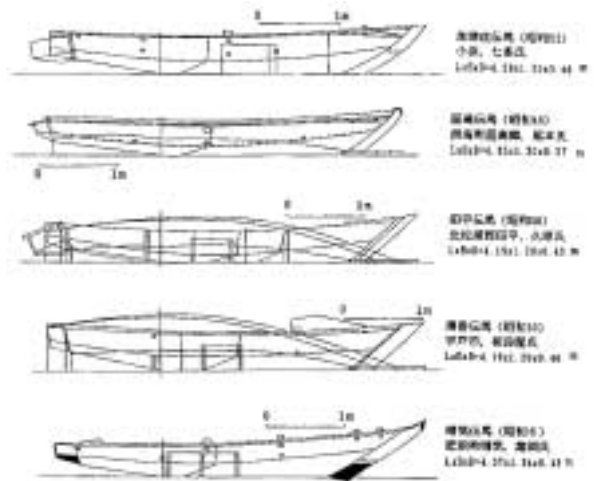


図3-3 地方の和船漁舟の呼び名(2) 加津佐, 面高, 田平, 薄香, 晴気の各伝馬

Various names of wasens, which prefix of local area (2).



図3-4 地方の和船漁舟の呼び名(3) 黒川, 波瀬, 六島, 小値賀, 笛吹の各伝馬

Various names of wasens, which prefix of local area (3).

して、これより高い場合を正、低い場合を負とする)を与えていることである。この値が0または負の値であることは、これら一本釣り漁舟の場合には珍しく、他にはペロンや後述する対馬の「なが船」があるだけである。この地区の伝馬と長崎市茂木地区や五島でよく見られたインコ船とを比べると、インコ船の場合、オモテ持ちは他の伝馬船に比べても大きく、また前方に伸びたミヨシ形状である。

また、同図に示すようにこれらの和船漁舟は、平面図のラインが船首尾ともよく絞られたいかにも船速の出そうな船型を示しているが、江ノ浦および網場伝馬は河川の漁舟および通船としても用いられていたとのことで、ミヨシ形状の立ち具合から判断すると凌波性については茂木のインコ船に比べ劣る船型のように思われる。

以上のような各地漁村においてその地名を付けた 伝馬

と呼ばれる和船漁舟が一般的に見られるほか、ある型の船が地域を越えて比較的広範囲に分布しているものもある。すなわち通称柳川伝馬が、有明海の北部一帯に、また、島原伝馬の名称が、佐賀、長崎など島原半島の中部以南の東岸に分布している。こうした、伝馬と地域の名称がついて一地区に限らず広範囲に分布した伝馬はそれぞれの地方でよく用いられ、地域に浸透するとともに、広がった先でも地先の海況や釣船の用途に性能が合致し、受け入れられていったものと考えられる。

3.2 実地調査による各種和船漁舟

長崎を中心として西日本各地で実地調査したうちで寸法等を読み取ることできた約600隻の和船漁舟の船型保存を目的として、それぞれの船を用途別に分類して、船体図面を描き特徴を調べた。このうち、後述の性能調査をする為に模型試験を行った船については、側面図に添えて正面線図を同一か、または2倍の縮尺率で示した。以下、実地調査した和船漁舟のうち種類毎に代表的な船型についてそれぞれの概要を示す。

3.2.1 釣船

和船漁舟を代表する最も一般的なものは一本釣りである。ここでは底八工縄や立て縄などの延縄船も釣船に含めて考えると沿岸地先や沖合いで稼働する一本釣りおよび母船搭載型の底延縄船などは、長さ3.5~5.0mの範囲にあるが、沖合いで稼働する延縄船などは7mを超えるものがある。

1) カンコ船・・・底延縄

佐賀県の呼子に実物が存在し、かつ板図もあった特殊船型としてのカンコ船がある。これはかつて、四国の徳島県鳴門市堂崎で造られたものが昭和初期には佐賀県の呼子辺りでも造られるようになったものといい、図3-5に示すように船型は細長く、断面はほぼ四角で角張っている。また、船首船底の船長方向の反り(胴航の船首船底が基線からかなり上方に傾斜していること)が特徴の一つである。このカンコ<sup>58)</sup>とは小船を意味し、入手した板図は昭和30~40年代に建造した記録があり3枚板構造に近いものである。推進には櫓と帆を用い、荒天時は、2隻を組み合わせ互いに帆柱を渡しシケをしいだという。底延縄漁等を行い、古くから遠く東シナ海迄出漁した船として知られている。

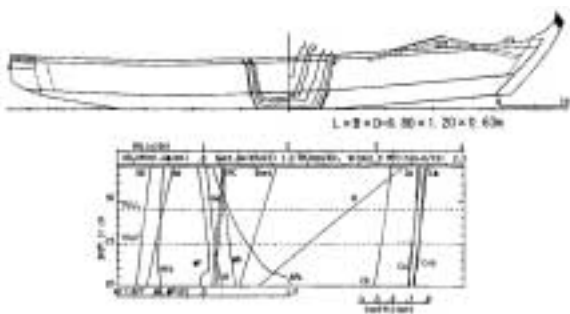


図3-5 カンコ船(M18)の線図及び排水量等曲線図(等喫水)  
Lines and hydrostatic curves of a small fishing wasen, "kanko-bune", M18.

2) 連子伝馬・・・連子鯛(レンコダイ)延縄

次に図3-6に示す連子伝馬は、連子延縄母船に搭載され、東シナ海の漁場に到達すると母船から次々に投下され、自力で連子延縄の投・揚縄漁を行った船として知られている。この船の船首部分の構造は洋上での荒波を考えてか、波除け板が配置され、長さの割に幅が広く、横安定性を重視した船型に見える。船首ミヨシ形状は、有海船の一つの系統を受け継ぐ円形の丸頭有海と称するもので、帆と櫓で推進され、昭和30年頃まで使われていた模様である。

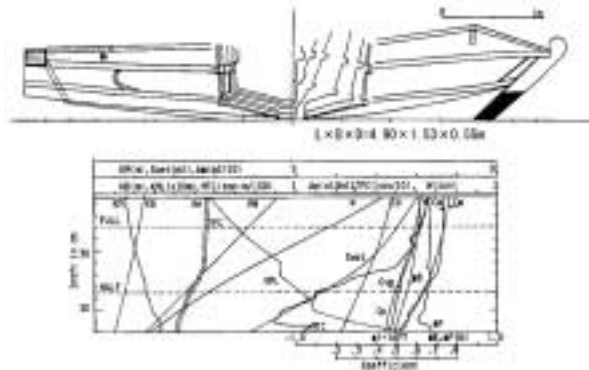


図3-6 連子伝馬船(M19)の線図及び排水量等曲線図(等喫水)  
Lines and hydrostatic curves of a small fishing wasen, onboard type, "renko-temma", M19.

3) 一本釣船

各地釣船の板図段階の船型16隻をまとめて図3-7~10に示す。これらは、大正時代に延縄漁船として使用されていた平戸市、相良屋松治氏による「ながの船」以外は一本釣船で、同時代の唐津市、吉田清左衛門氏による唐津漁舟、五島奈留町、藤原兼松氏による昭和初期から昭和50年にかけての天草造り釣船2隻、阿波型、カブトミヨシなどの特殊な船首形状を持ったものや上五島、杵岐の釣船、対馬の豆酸、厳原、上対馬、上県など長崎県離島各地のもの、福岡県大島のプリの一本釣船、熊本県天草島の牛深、鬼池および富岡などの各地釣船である。

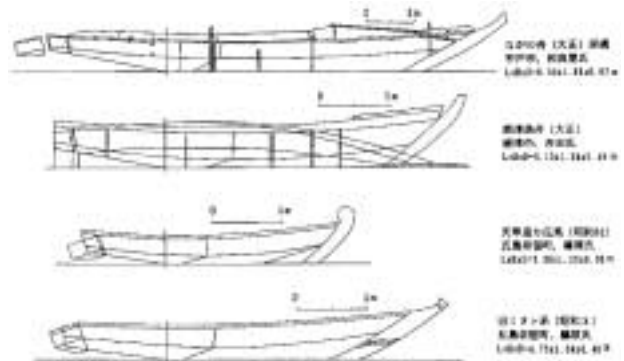


図3-7 各地釣船の船型(1)  
Various angling wasens (1).



図3-8 各地釣船の船型(2)  
Various angling wasens (2).



図3-9 各地釣船の船型(3)  
Various angling wasens (3).



図3-10 各地釣船の船型(4)  
Various angling wasens (4).

### 3.2.2 網船

釣船と同様、各地地先に設置されていた桁網、大敷網等の  
定置網に用いられていた網起し船の他、地曳網や打瀬網、八

田網、パツシャ(鉸鎌)網および巾着網などの各種の網漁業  
に用いられていた網船についてその船型を示す。網船本船は  
通常、釣船より大きく、7~8mの船が一般的であるが、沖  
合いで稼動するものは10m以上のものもある。

#### 1) 巾着網船

図3-11~13に網船、運搬船(口船;クチブネ)および灯  
船で構成される巾着網漁船3隻を示した。これらは一般に沿  
岸域のイワシ・アジ・サバ等の浮魚を対象として明治~大正  
時代に九州西岸で使用されていたもので、網船1隻と、運搬  
船(口船)および灯船がそれぞれ2隻ずつで一船団を構成し  
た。操業時は4~2丁櫓,あるいは帆と櫓を併用して稼動し  
ていた。これらの巾着網漁船は船の安定性ととも、漁場も  
比較的沖合いになることから船速を、特に網船は旋回性能を  
も要求された船である。この実船を手掛けた船大工が作った  
模型船を図面化したもの(図3-11参照)のように、前述の  
カンコ船同様、船首船底前後方向の反りを網船と灯船も所有  
している。現在では、5~20tまでの沿岸の小型旋回網漁船が、  
鋼製またはFRP製の動力船となりこの系統を受け継いでい  
る。

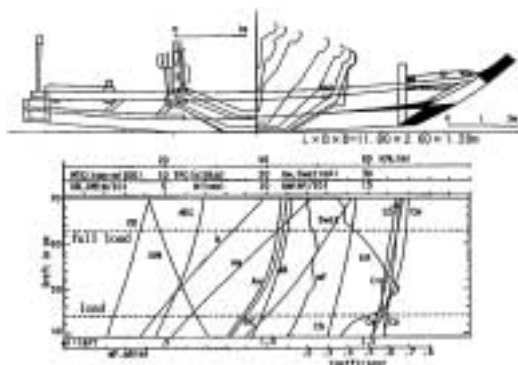


図3-11 巾着網網船(M15)の線図及び排水量等曲線図(等  
喫水)

Lines and hydrostatic curves of a seiner type wasen  
called "kinchaku-ami", M15.

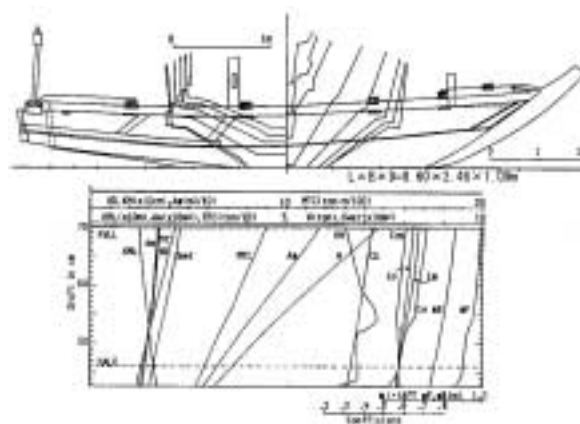


図3-12 巾着網口船(M16)の線図及び排水量等曲線図  
(等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a seiner type wasen  
called "kinchaku-ami, kuchi-bune", M16.

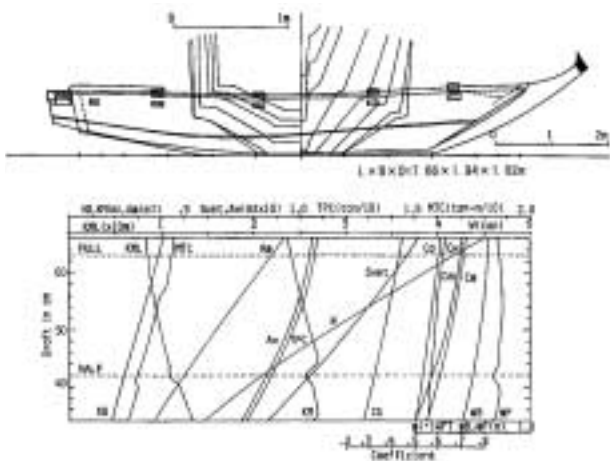


図 3 - 13 巾着網灯船 (M17) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a seiner type wasen called "kinchaku-ami, hi-bune", M17.

の船首形状を示すものに黒ミヨシといわれるものがある (図 3 - 17 参照)。この黒ミヨシは昭和初め頃まで丸頭有海同様、大型の定置網の網起しによく用いられた船であり、両船は船型もよく似ている。

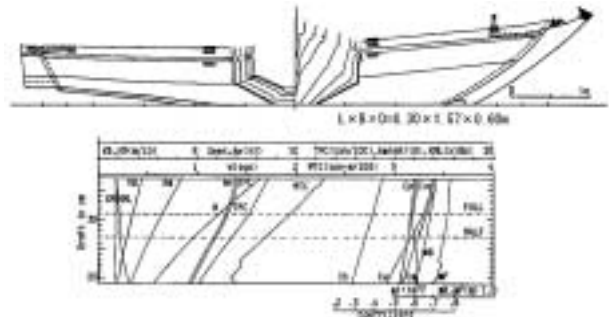


図 3 - 15 白ミヨシ船 (M14) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a seiner type wasen called "Shiromiyoshi", M14.

2) 有海 (あるみ) 船・・・定置網起し

次に、図 3 - 14 に示すような有海船という名称の和船漁舟が、長崎県各地で見られる。これは、長崎市深堀町有海地区に明治時代有名な船大工があり、この船大工棟梁の伝統を受け継いだ弟子によって五島をはじめ長崎県各地に伝播していったものである。これは船首形状に特徴のある和船漁舟で、後述する白ミヨシと黒ミヨシの中間的なミヨシ突き出し長さを所有しており、先端部には釣り針状の返しが見られる。また、このミヨシ形状とは異なるが、同系列の船に「丸頭有海」がある (図 3 - 18 参照)。この「丸頭有海」は、ミヨシ突き出しの形状が、前項の釣船の連子伝馬で示したように側面から見ると象の鼻のように円状に丸められた突き出しをもつ船である。丸頭有海および有海船の両船とも、定置網等の網起しに使用され、M13 (図 3 - 14) の船は、船首付近に波除け板が配置されている。また、更に長大な突き出しを持った同様

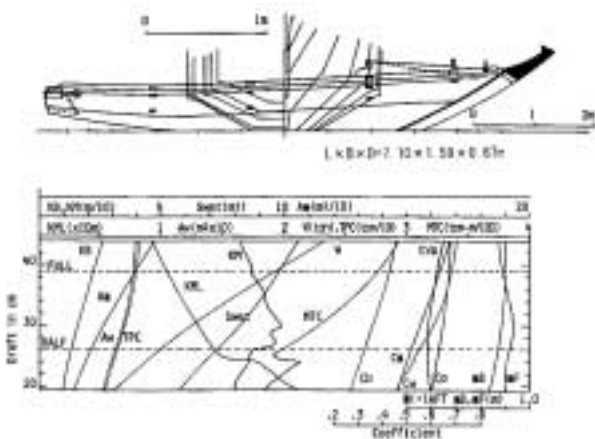


図 3 - 14 有海船 (M13) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a seiner type wasen called "Arumi-bune", M13.

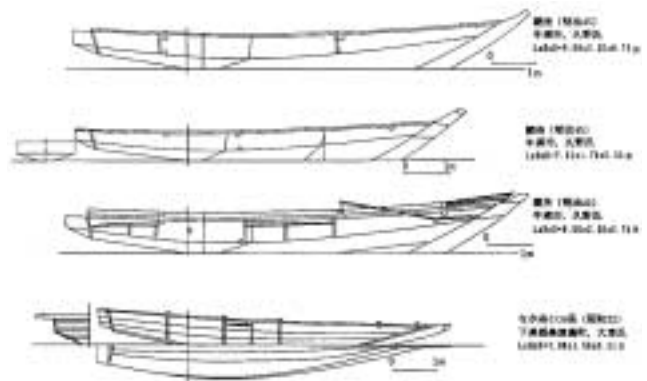


図 3 - 16 各地網船の船型 (1)  
Various seiner wasens (1).

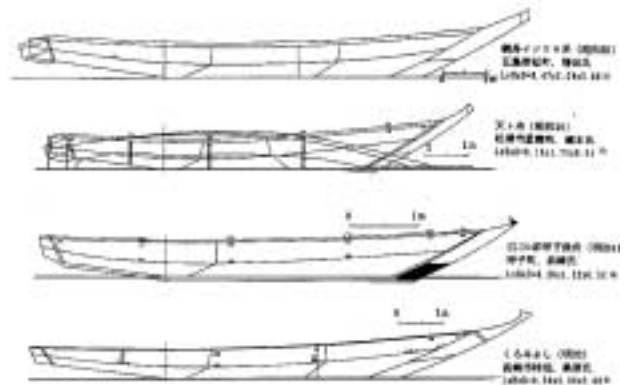


図 3 - 17 各地網船の船型 (2)  
Various seiner wasens (2).

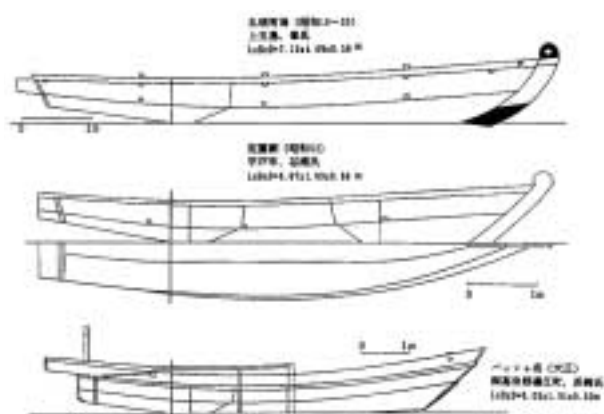


図3-18 各地網船の船型(3)  
Various seiner wasens (3).

3) 白ミヨシ・・・定置網起し

前述の有海ほどではないが、ミヨシ突き出し部がやや短く鉤状に前面に突き出したものに白ミヨシがある。これは黒ミヨシの船型とよく似ているが、前述の有海船と同様九州各地に残っている。図3-15は、大正時代のもので、正面線図に示された各断面も全体的に均整のとれた船型を示しており、有海船と同じく定置網等の網起し船として使用された。

4) その他網船

以上の他に、各地の網船の船型(板図段階)11隻を図3-16~18にまとめて示す。図3-16には明治時代に使用されていた熊本県天草郡牛深の久野福太郎氏による網船3隻と「なが船」を示す。この「なが船」は対馬で昭和50年頃まで定置網、地曳網等として使用されていたが、現在は船グローなどの櫓漕ぎ競争艇として使用され、地元で「地船」とも称されており、またこの船は後に示す江戸期藩船と同様、加敷と上棚の間に中棚が入り、中央部の航(カワラ; 平板キール状のもの)と合わせると7枚板構造である。この構造は大型和船漁舟等によく見られ、また対馬では藩の御用船などの大型船によく用いられた船型で、幅の狭い板を有効に利用した建造法でもある。中棚と上棚交点の張り出しは、その断面形状からも伺われるよう現代船のビルジキールの張り出しにも似ており、横揺れ時の減揺効果がある。

図3-17には、五島若松町、増田頼彦氏による昭和初期のインコ船の系統をひく網船、松浦市星鹿町、鎌本昇氏による戦後の天ト船(テントブネ)、同呼子町の浜崎新蔵氏による明治年間の白ミヨシ、長崎市柿泊町、桑原常市氏による明治年間の黒ミヨシの4隻を示した。

また、図3-18に示す3隻のうち2隻は定置網の網起し船としてよく用いられた団平(ダンベイ)船である。これは現在でも丸頭有海と同様の船首形状を留めて各地で見ることができる。他の1隻は大正時代から昭和初め(戦前)までをピークとして朝鮮沿岸まで出漁した有明海沿岸の島原から佐賀県の太良町の地域を基地として稼動していた鮫鱈網(アンコウアミ、別名パッサ網)船の船型である。この船のミヨシ形状は省略された形で示されているが、つい最近まで残っていた同型船は四角形の長大な箱型ミヨシを持っていた。

3.2.3 運搬船

漁業以外の用途として種々の荷物の運搬用に和船型木造船が使用されていた。これらの和船を以下に示す。

1) 薪炭船

図3-19に生月町館浦、松本金次郎氏による薪炭(又は百姓)船を示す。これはミヨシが比較的上方に突き出した天ト型造りのミヨシを示し、農業用の運搬船としても使用され、薪や牧草を運搬し昭和20年頃まで使用されていた。これも船首付近の航がわずかに上方に傾斜している。

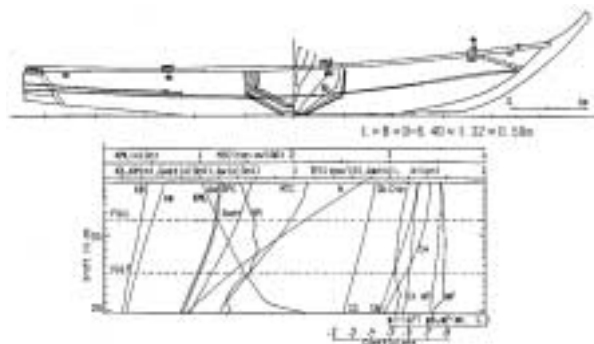


図3-19 生月薪炭船(M20)の線図及び排水量等曲線図(等喫水)  
Lines and hydrostatic curves of a carrier type wasen called "Ikitsuki-shintan-bune", M20.

2) サンバン船

図3-20は、戦前まで長崎港内において主に東岸の大波止から西岸の稲佐までの渡し船として使用されていた船で、有海船の船首形状を持った港内サンバン船である。この船は長さ9mを超えているが、通常1丁櫓で推進されていたようである。

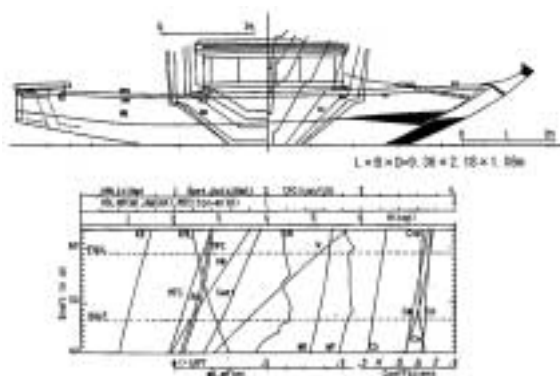


図3-20 長崎港サンバン船(M21)の線図及び排水量等曲線図(等喫水)  
Lines and hydrostatic curves of a carrier type wasen called "Sampang of Nagasaki", M21.

3) その他地域の荷船と筏船

大正の時代、静岡県下田地方の港内荷船として下田江戸伝馬(同チョキ)の名称で使用されていたものを図3-21に示

す。図中の船は、下田市須崎，小沢佐恵茂の作によるもので，幅広い航を持ち3枚板構造に近い扁平型の船である。船首側が膨らんだ船型を示し，別名清次伝馬とも呼ばれ，およそ23石積みである。

ところで，構造船ではないが，つい最近まで櫓を使用して肥料用海藻の採集と運搬等に使用されていた船の原形ともいふべき「筏船（イカダブネ）」が対馬上県町にある。韓国済州島にも構造が比較的良好に似た同様の筏船がある<sup>25)</sup>。

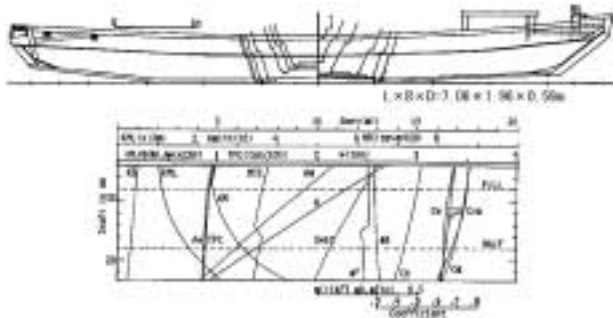


図 3 - 21 下田江戸伝馬船 (M22) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)  
Lines and hydrostatic curves of a carrier type wasen called "Edo-temma, in Shimoda", M22.

3.2.4 雑用船その他

以上の釣，網，運搬用以外にも各種の用途に幅広く利用されていた和船漁舟，その他木造船 8 隻を雑用その他としてまとめ，図3 - 22 ~ 23に示す。

図3 - 22には，大型船等で船と陸との連絡用の足船として用いられていた「曳伝馬（ひきてんま）」2 隻と有明海など潮の干満差が大きく，大潮の干潮時には大きな干潟が現出する場所で用いられていた3枚板構造の海苔網船および鰻船を示す。また図3 - 23には，西彼半島大瀬戸町で家と漁船とを兼ねて用いられていた家船2隻（図面では屋形を省略して

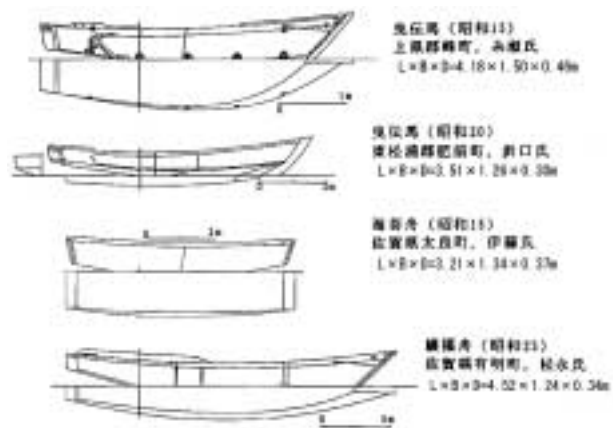


図 3 - 22 雑用その他の和船船漁舟型 (1)  
Various fishing wasens (1).

いる)，鮑・さざえ採集の潜水漁業に用いられていた海士船 (アマブネ)，また海士がたくさん乗り組んで操業した五島若松町，増田頼彦氏の作による船長12mを越える潜水母船の大型帆船を示す。

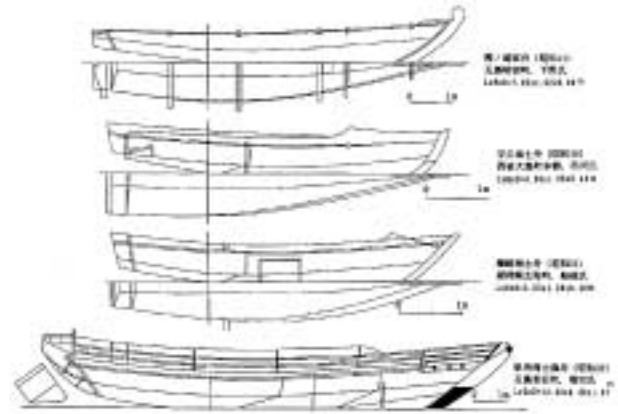


図 3 - 23 雑用その他の和船船漁舟型 (2)  
Various fishing wasens (2).

3.3 文献資料調査による和船型鯨船<sup>27, 59 - 61)</sup>

和船型鯨船は江戸時代から明治時代中期にかけて鯨資源の盛衰と共に漁業上の要請から出現し，約200年にわたって一つの専用船型として発達した。このような長年月にわたる発達過程と捕鯨特有の漁法等によって鯨船は，一般和船漁舟とは大きく性格が異なっているものと考え，これらとは分けて扱った。

捕鯨は鯨を網に追い込む，網で絡め取る，運ぶの3つの作業を分担で行う。この鯨船を用途別に分類すると通常勢子船，双海船および持双船の3つに分けられる。それぞれの船の概要を示すと，1) 勢子船は，鯨を網に追い込み，鯨に鉤を打ち込むことの出来る高速を要求される船である。長さはおおよそ7尋 (約10m) で，8丁櫓12人乗りが一般的であり，速度は10ノットを超えることもあった<sup>59)</sup>という。2) 双海船は，鯨網を積み，勢子船が追い込んだ鯨を網で絡め取る船で幅がかなり広い。これは勢子船に比べて網を積むため積載容積も大きく40 ~ 60石積みと大型である<sup>60)</sup>。3) 持双船は，2隻が一組となって平行に並び，この間に捕獲した鯨を釣下げ，陸までの運搬を担当した船であり，勢子船と同様な船型を示し軽快な船である。

3.3.1 長崎から佐賀県までの鯨船

1) 宍岐の鯨船 (勢子，持双)<sup>\*1)</sup>

宍岐の鯨船のうち勢子船を図3 - 24に持双船を図3 - 25に示す。これらは，資料調査を行って得たもので，文政3年 (1820) の宍岐郡芦辺町，柳沢文三郎氏の鯨船建造用図<sup>\*1)</sup>であり，鯨漁業最盛期の宍岐倉光組の代表的船型を示しているものと考えられる。この勢子船と持双船の両船は船型を見分けることができない程，ともによく似ている。また，ミヨシ



は先端が前方に突き出ており、その先端には「ちゃせん」と称すかぎ状の返しをつけて、それに続く部分はミヨシ付け根まで小角度でゆるやかに傾斜していることと、また、胴航部分の船首船底もミヨシ付け根においてはかなり上方に反っていることなど、いかにも船速の出そうな船型を示している。柳沢氏は明治時代まで代々倉光組の船大工棟梁であり、倉光組は同じく生月島鯨組の益富組と協業の関係にあったから、この板図の製作年度からして、これらが「勇魚取絵詞」<sup>60)</sup>に示されている鯨船であるとしても差し支えないと考えられる。

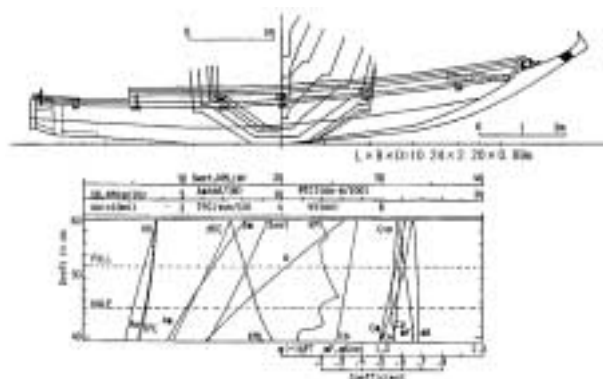


図 3 - 24 杵岐勢子船 (M1) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)  
Lines and hydrostatic curves of a whaling chaser wasen called "Iki-seko-bune", M1.

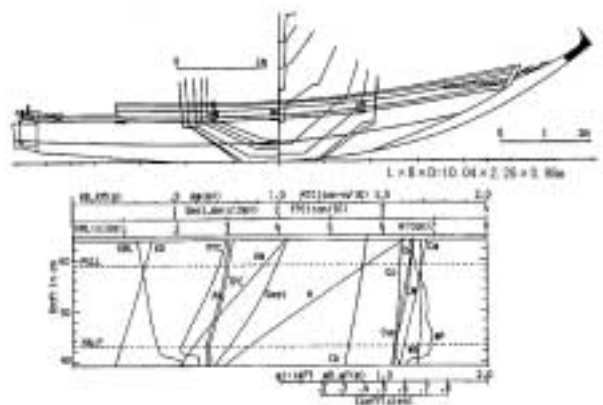


図 3 - 25 杵岐持双船 (M2) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)  
Lines and hydrostatic curves of a whaling carrier wasen called "Iki-mossou-bune", M2.

2) 生月島の鯨船 (勢子船か?)<sup>\*2</sup>

図3 - 26は資料調査をした生月町館浦の、末永忠氏所有の板図を図面化したもので、この船は同島北部の御崎浦にあった益富組末期の鯨勢子船のものと思われるが、ミヨシ中央部に彩色された紋章が異なっていた。この図の原図は側面図の記載しかなかったが、筒の位置における断面寸法が杵岐倉光

組 (文政3年) のものと一致したので、この断面寸法によって平面図を描いた。またこの船は、艫航がかなり長く、かつ航に反りを与えてあり、旋回性をより重視した船型のように見える。なお、この図面に船首飾りは記入していないが、板図における側面図の差し板紋様は明らかに九州鯨組のものである。

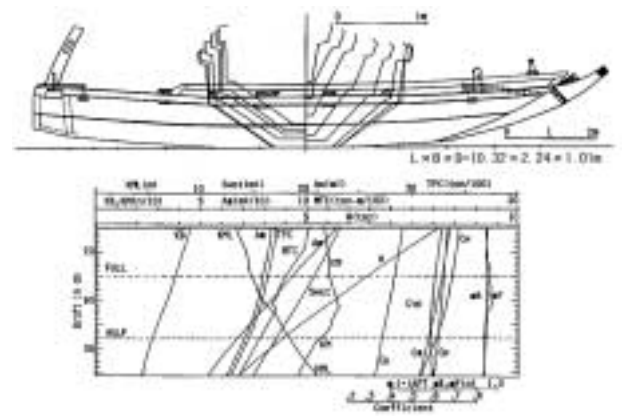


図 3 - 26 生月勢子船 (M3) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)  
Lines and hydrostatic curves of a whaling chaser wasen called "Ikitsuki-seko-bune", M3.

3.3.2 山口県の鯨船 (勢子, 双海, 持双)<sup>16)</sup>

明治年間に刊行された寺野精一氏による、日本漁船調査の報告資料<sup>16)</sup>には山口県の鯨船として勢子船、双海船および持双船が描かれている。この図面を引用し、出来上った模型から外法を測定して描いた図面をそれぞれ図3-27 ~ 29に示す。これらの図に示された勢子船と持双船も前述の杵岐のものと同様、両船は区別しにくく、ミヨシ形状や加敷付け留め位置の高さ等から判断しないと判定しがたい。双海船は明らかに区別でき、船首側の幅が膨らんだ船型を示している。

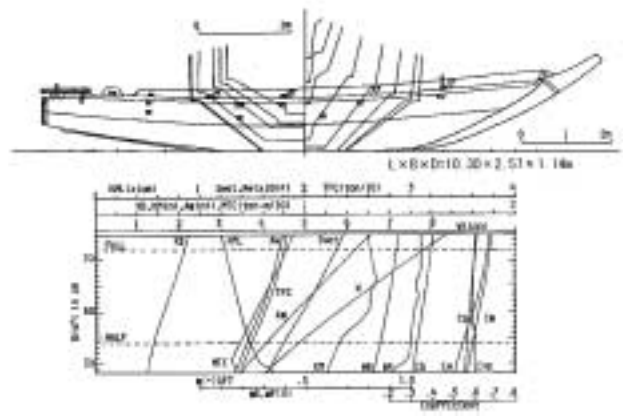


図 3 - 27 山口県勢子船 (M4) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)  
Lines and hydrostatic curves of a whaling chaser wasen called "Yamaguchi-seko-bune", M4.

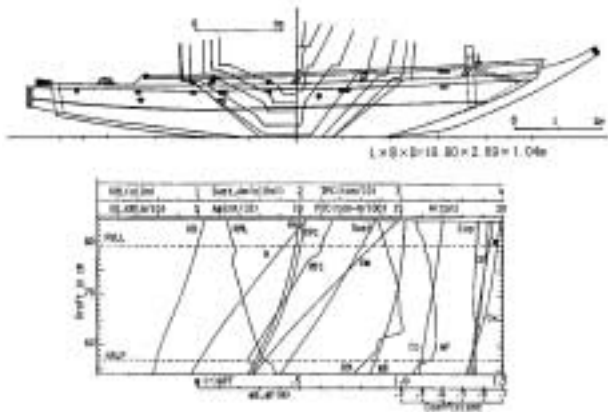


図 3 - 28 山口県持双船 (M5) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a whaling carrier wasen called “Yamaguchi-mossou-bune”, M5.

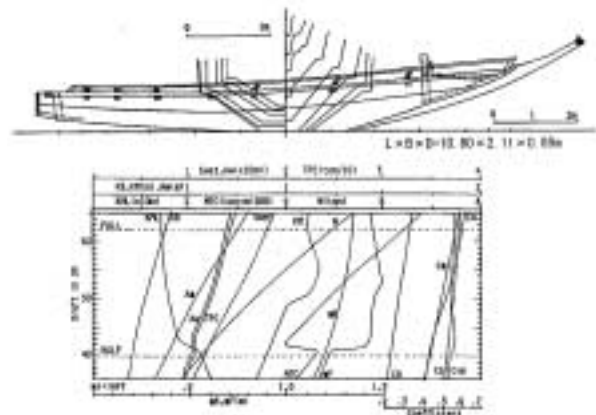


図 3 - 30 高知県勢子船 (M7) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a whaling chaser wasen called “Kochi-seko-bune”, M7.

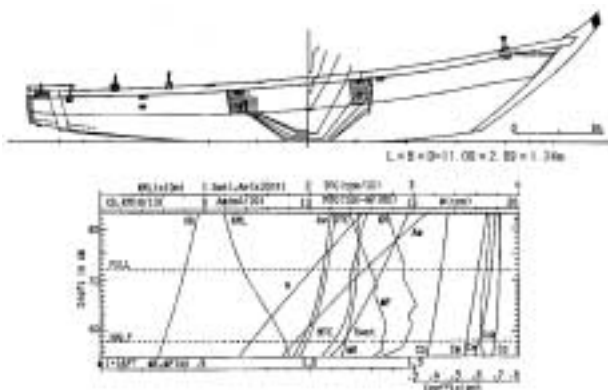


図 3 - 29 山口県双海船 (M6) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a whaling seiner wasen called “Yamaguchi-sokai-bune”, M6.

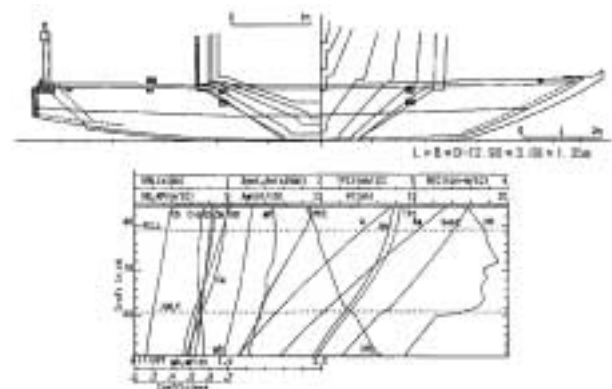


図 3 - 31 高知双海船 (M8) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a whaling seiner wasen called “Kochi-sokai-bune”, M8.

### 3.3.3 高知県の鯨船 (勢子, 双海)<sup>16)</sup>

前述と同様に、日本漁船調査<sup>16)</sup>から高知県の鯨船として、勢子船および双海船を引用した。これを図3 - 30 ~ 31に示す。この勢子船は、前の長崎県地方および山口県の勢子船とはかなり異なっているように見え、胴航の前方への反りが認められない代わりにミヨシがかなり長く突き出しており、その前方への傾斜もよりゆるやかである。また日本漁船調査<sup>16)</sup>の原図寸法では胴航長さと同様に両者の持ち (ミヨシ前口および戸立て部分の基線からの高さと同様に腰当て部高さとの差) が小さい船型を示している。

### 3.3.4 和歌山および三重県の鯨船

#### 1) 和歌山県の鯨船 (勢子)<sup>\*3</sup>

図3 - 32は、和歌山県太地町の勢子船模型について室野西太郎氏による復元図<sup>\*3</sup>を示したものである。この勢子船は前の九州型勢子船と同様に船首の立ち (ミヨシ前口部分の基線からの高さ) が比較的大きく、高知のものよりも耐波性に優れた船型と見られる。本船は長さが984cmと他の鯨船よりも短いことや寛文年間 (1661 ~ 1673) の熊野作りの鯨船と比べても艦舷が短く、深さが大きい点など他地方の鯨船とは異なった船型であり、また前述の倉光組のものと同様に船首材が長く、上柵上縁部における舷弧も大きいなどの特徴を示している。

#### 2) 三重県の鯨船 (勢子船か?)<sup>\*4</sup>

図3 - 33と図3 - 34には資料調査したものを示すが、いずれ

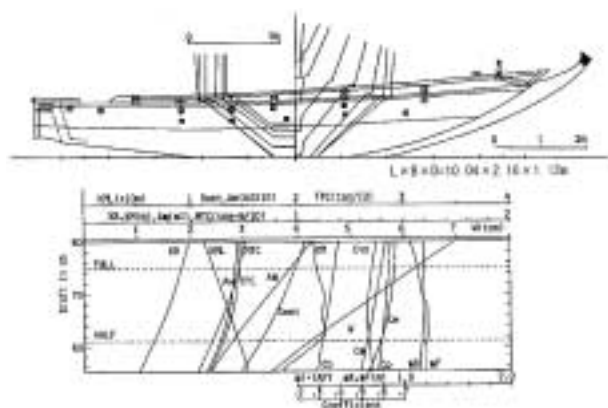


図 3 - 32 和歌山県太地勢子船 (M9) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a whaling chaser wasen called "Taichi-seko-bune" in Wakayama, M9.

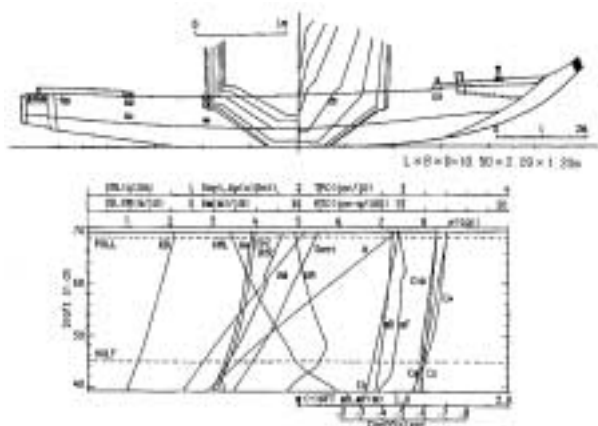


図 3 - 33 三重県阿田和網船 (M10) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a whaling chaser wasen called "Atawa-ami-bune", M10.

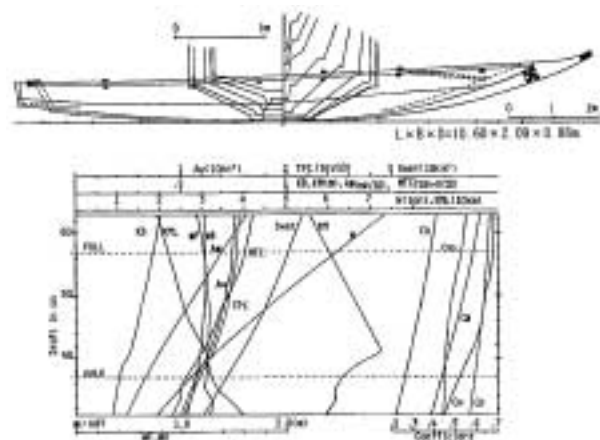


図 3 - 34 和歌山県古座祭礼船 (M11) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a whaling chaser wasen called "Kozu-sairei-bune", M11.

も鯨船と同型であるといわれる三重県阿田和地方の網船 (板図資料) と和歌山県古座町の神社に奉納されている祭礼用船 (模型がありこの模型を図面化した資料を入手) を示した。

### 3.3.5 鯨船の類似船など

鯨船の高速性を活かしたその類似船には江戸時代の藩船や同時代の一部の和船漁舟などが含まれ、時には軍船としても使用された。

#### 1) 鯨八丁 (図3 - 35)<sup>61)</sup>

江戸時代の藩船には、鯨八丁<sup>61)</sup>といわれるものがある。これを図3 - 35に示す。通常は名称にもあるように捕鯨船 (勢子船) として利用されたと思われるが、戦時には戦船としての利用もあったものと考えられる。

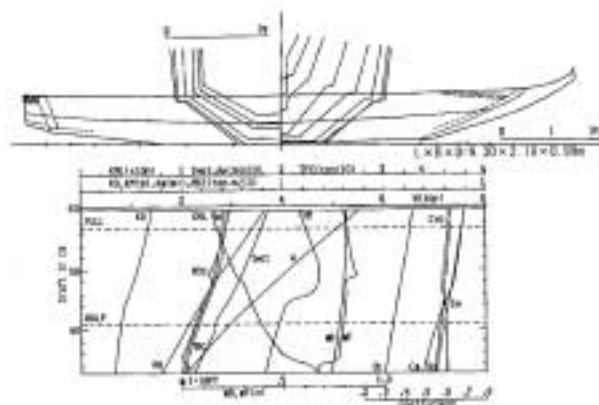


図 3 - 35 藩船, 鯨八丁 (M12) の線図及び排水量等曲線図 (等喫水)

Lines and hydrostatic curves of a fishing boat wasen called "Kujira-8-chou", M12.

#### 2) 対馬の藩船 (図3 - 36)<sup>\*5)</sup>

対馬宗家文庫中村家文書の黒岩作右衛門絵図面<sup>\*5)</sup>から引用した1800年代の小早船, 1700年代末の八丁櫓, 小使船および御磯船がある。これら4隻を図3 - 36に示す。それぞれの船の用途は藩の御用船である。この対馬藩船は、八丁小使および御磯船に見られるように中棚構造を有している。またミヨシ材についても大型材を使用しており、形も単純なものが多い。これらの船は小早については双海船に、また、八丁櫓, 小使船については勢子船に近い船型を示すが、御磯船については一般の漁舟に近いものと思われる。

#### 3) 沓岐の漁舟 (図3 - 37)

1820 ~ 1870年における沓岐の柳沢文三郎および長五郎氏による漁舟2隻および千石船を図3-37に合わせて示す。このうち漁舟は小型であり、沿岸の採介藻等の採取に使用された漁船と考えられるが、時には戦船としての利用もあったものと思われる。なお、千石船は大きさと寸法比からみると勢子船に近い船型と考えられる。

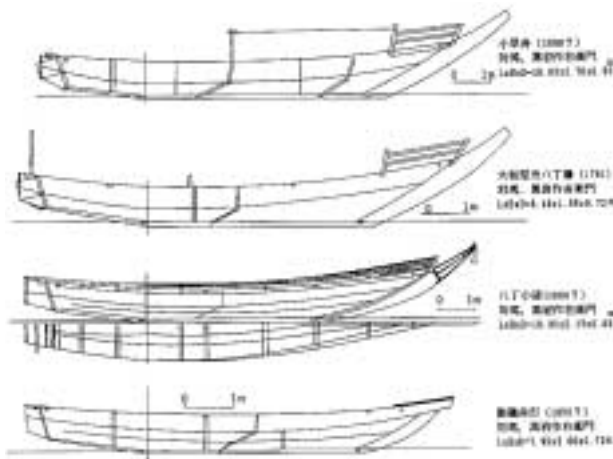


図3-36 江戸時代藩船などの船型(1)  
Several gun-boat and fishing wasens in Edo era (1).

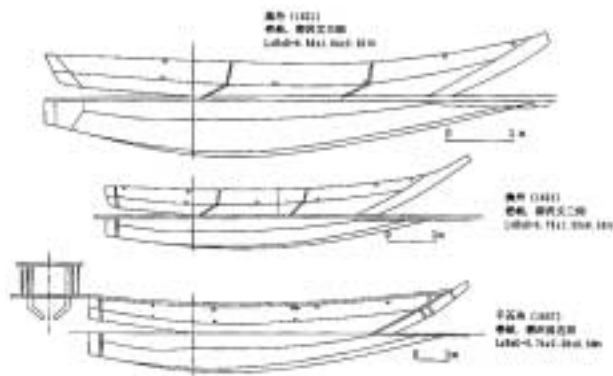


図3-37 江戸時代藩船などの船型(2)  
Several gun-boat and fishing wasens in Edo era (2).

#### 4) ペーロン船

ペーロン船は、古くは中国の故事に習い、長崎在住の華僑がもたらしたものとされ、初期には中国人の用いる船(サンパン)で行ったが、元禄頃(1690年代)には和船を用いたとされる。この和船は前述したように鯨船やインコロ舟であり、これらを原形としてその後、船速を競うペーロン競走用の専用船へと独自の発達を遂げた船型と考えられ、競技のみに使用された。なお、この詳細については参考文献<sup>26)</sup>、<sup>28)</sup>、<sup>32)</sup>に示す。

\*1: 文政3年(1820)の吉岐郡芦辺町、柳沢文三郎氏の鯨船建造用図

\*2: 生月町館浦の、末永忠氏所有の板図

\*3: 和歌山県太地町の勢子船模型について室野西太郎氏による復元図

\*4: 三重県阿田和地方の網船(板図資料)と和歌山県古座町の神社に奉納されている祭礼用船

\*5: 対馬宗家文庫中村家文書の黒岩作右衛門絵図面

## 第4章 和船漁舟船型データの統計分析

前章は、ミヨシ名称や和船呼称、使用海域、船の用途から、それぞれの漁舟外観を通して和船漁舟の概要を述べた。本章では、更にその詳細について和船漁舟の主要寸法等から船型の相違や特徴を明らかにすることを試みる。ここでいう船型とは目にするのできる船の外部形状のことを指しており、造船学的に見れば線図に反映されるものである。即ち船の形や大きさを示す船の主要目である長さ、幅、深さおよび喫水などと、これら主要目間の寸法比や肥せき係数などを指すものとする。

そこで第2章の手続きを経て、和船漁舟の各断面の半幅および高さが判る完全な図面またはそれに準ずる図面とした後、主要な形態等を示す前述の25部位の寸法計測によって、統計解析用の基本データを作成した。以下、これらの基本データを基に、1) 隻数の多い釣船、網船については両者を比較しながら時代別、地域別に特徴をみることにした。この他に、2) 大村湾で稼働した和船については、船大工の違いによる船型の特徴を探るために判別分析<sup>24)</sup>を、また、3) 鯨船については用途毎、地域毎に主要寸法の相関分析を行って船型の特徴をみた<sup>27)</sup>が、その詳細については参考文献に依ることとし、本章では割愛する。

### 4.1 時代および海区区分の設定

前章の調査した和船漁舟の中でも、その収集資料数が多い釣船と網船船型の特徴を時代別および海域別に比較してみた。これには時代区分として、小型漁舟への動力機関の導入と普及との時代経過を考慮に入れ、) 全て手漕ぎであった明治時代、) 一部に動力機関が導入された大正から戦前までの時代、また、) 戦後の未だ手漕ぎが主流の時代と、) それ以降の動力用船外機の普及が一般化した時代の大きく4つの時代に分けた。また海域区分に当たっては、これらの和船漁舟が主として地先沿岸で使用されていた実態と地域の自然および社会的背景である海域特性や漁村規模並びに収集資料数等も考慮して、有明海、橘湾周辺、天草西岸、五島灘に面する西彼杵半島西岸域~玄海灘沿岸域、五島・壱岐・対馬の各離島および大村湾沿岸域の10区画に分けた。

### 4.2 時代による主要寸法の特徴

昭和55年頃までの調査で図面登録および寸法計測を行うことの出来た和船漁舟のうち釣船と網船を対象として、前述の時代毎に船型の特徴を明らかにするために各種船体寸法の統計処理を行った。対象とした船は、調査した和船漁舟の中でも時代が遡って資料の記録性およびデータ数に乏しい江戸時代の漁舟を除いたものとした。時代区分 は、手漕ぎ時代の明治の24隻(内訳は釣船、網船各12隻)、以下同じく時代 は、動力機関導入時代の大正から戦後を挟む昭和25年までの119隻(同63, 56隻)、時代 は、戦後の手漕ぎ時代の昭和26年から昭和35年までの82隻(同56, 26隻)および時代 は、動力機関普及時代の昭和36年以降~現代の漁船273隻(同247,

26隻), 合計498隻(同378, 120隻)である。但し, 前節で述べた佐賀のカンコ船(時代区分)は, 断面が四角に近く他の漁舟とは非常に異なった船型であったので除外した。これらの資料は, 第2章に詳細を示した板図の各部計測によるもので, 使用海域は福岡県の北九州市から佐賀, 長崎, 熊本の計4県にまたがっている。

ところで時代による特徴と変化をみるに当たって, 先ずは釣船および網船の全体を捉えてその概要を把握することから始め, 次いでそれぞれの詳細に迫り, 全体の中での特徴をみることにする。それには次の1)~4)の手順をとる。

1) 釣船・網船全体(498隻)の時代による特徴

まず, 釣船・網船全体の時代を越えた全体像をみることとする。そこで, 次の船型4項目, 1)長さとおよび, 2)幅と深さ, 3)長さとおよび, 4)胴航長さと艫航長さの関係について, それぞれ相関図を描き, 図4-1~4に示した。それぞれの図にはデータ数(N)と相関係数(r)とを示し, 合わせて回帰直線と回帰式を示している。これを見ると, まず全体では図に示した船型4項目の関係はいずれも正比例とはならないまでも線形関係にあり相関係数も有意な値を示す。胴航長さと艫航長さの関係はかなりデータの散らばりも

みられ, 用途によっては特殊な寸法比を示すものがあることを伺わせた。また, 長さLに対してグラフの切片で示される船幅Bの最小は58.38cmであり, 深さDの最小は18.89cmであるのは人間工学的に興味深い。

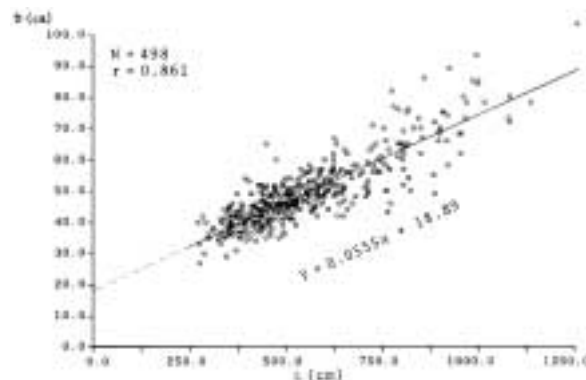


図4-3 釣船と網船の長さとおよび深さの関係  
Interrelation between length and depth of total angling and seiner wasens. N : data size; r : correlation coefficient.

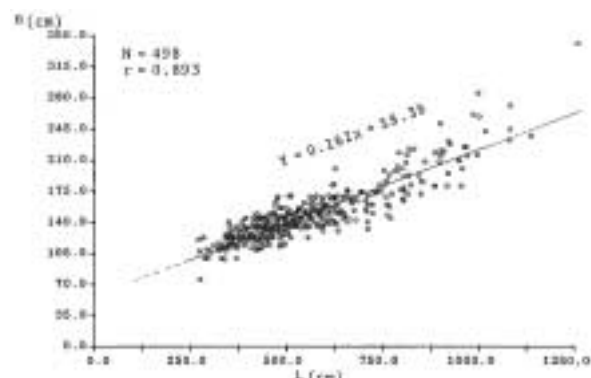


図4-1 釣船と網船の長さとおよび幅の関係  
Interrelation between length and width of total angling and seiner wasens. N : data size; r : correlation coefficient.

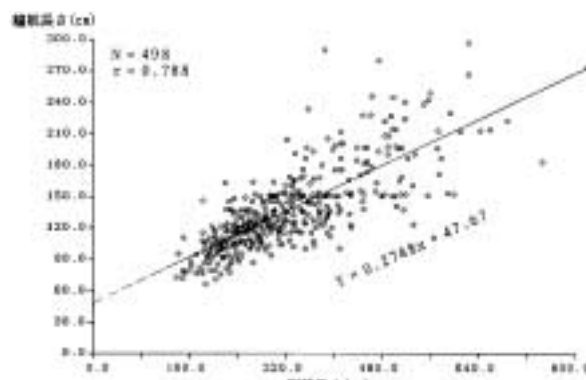


図4-4 釣船と網船の胴航長さと艫航長さの関係  
Interrelation between length of main keel and length of stern keel of total angling and seiner wasens. N : data size; r : correlation coefficient.

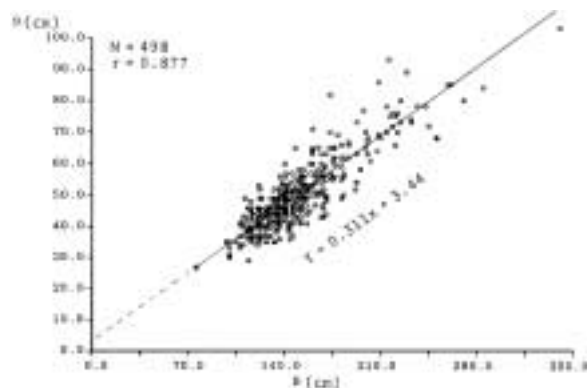


図4-2 釣船と網船の幅とおよび深さの関係  
Interrelation between width and depth of total angling and seiner wasens. N : data size; r : correlation coefficient.

次に, 釣船(378隻)と網船(120隻)について, 船体各部計測寸法の平均値を求め, 次いで時代毎の平均値を表4-1~2に示した。これによると, 船型の主要目である長さ, 幅, 深さ等が小型化し, 他に胴航長さと艫航長さとが時代とともに変化している事が認められた。このことは, 先ず, 漁舟の動力化による船型変化があげられるが, そのほかに漁業が専業から兼業へと移行し人手不足が生じていることや, 推進具の櫓を操る力量について, 漁業者の体力的問題も関係があるものと思われる。

表 4 - 1 釣船の時代別平均寸法の比較（長さ単位cm）  
Comparison of selective 25 parts of mean measurements by divided period for the angling boats (unit in cm).

| 時代区分      | 全体    | 明治    | 大正・昭和<br>~25 | 昭和<br>25~35 | 昭和<br>36~ |
|-----------|-------|-------|--------------|-------------|-----------|
| 資料数       | 378   | 12    | 63           | 56          | 247       |
| 1) 長さ     | 481.2 | 731.8 | 535.8        | 488.6       | 453.4     |
| 2) 幅      | 136.0 | 177.6 | 142.5        | 136.6       | 132.2     |
| 3) 深さ     | 45.5  | 64.9  | 47.4         | 44.8        | 44.3      |
| 4) 前口長さ   | 97.3  | 168.8 | 112.9        | 97.4        | 89.8      |
| 5) 立      | 58.5  | 89.2  | 62.3         | 57.6        | 56.3      |
| 6) 幅      | 16.4  | 24.7  | 18.2         | 16.8        | 15.4      |
| 7) 厚さ     | 8.9   | 12.2  | 10.0         | 8.3         | 8.7       |
| 8) 突出長さ   | 36.3  | 74.7  | 47.1         | 36.0        | 31.7      |
| 9) 加敷付留長  | 55.5  | 107.3 | 68.8         | 55.1        | 49.6      |
| 10) 胴航長さ  | 277.4 | 405.6 | 305.1        | 282.0       | 263.1     |
| 11) 継手幅   | 47.0  | 66.7  | 52.5         | 46.6        | 44.7      |
| 12) 艫航長さ  | 122.0 | 174.4 | 131.4        | 124.5       | 116.5     |
| 13) 立     | 19.4  | 24.8  | 21.4         | 19.7        | 18.6      |
| 14) おけ底幅  | 31.1  | 34.0  | 32.9         | 30.2        | 30.7      |
| 15) 戸立方幅  | 100.8 | 116.8 | 97.8         | 98.9        | 101.2     |
| 16) 切上長さ  | 12.7  | 21.5  | 13.9         | 13.5        | 11.8      |
| 17) 上長さ   | 21.8  | 22.7  | 18.8         | 21.3        | 22.6      |
| 18) 戸立開   | 0.21  | 0.25  | 0.23         | 0.20        | 0.20      |
| 19) 継手加敷幅 | 44.4  | 60.2  | 46.1         | 44.7        | 43.2      |
| 20) # 開   | 0.92  | 0.90  | 0.91         | 0.93        | 0.93      |
| 21) 上棚幅   | 30.3  | 40.8  | 29.5         | 29.8        | 30.1      |
| 22) # 開   | 0.07  | 0.07  | 0.07         | 0.07        | 0.07      |
| 23) 外とも長さ | 24.3  | 36.6  | 28.2         | 23.8        | 22.8      |
| 24) 船首持ち  | 12.9  | 24.3  | 14.9         | 13.0        | 11.9      |
| 25) 艫持ち   | 7.9   | 9.1   | 6.4          | 9.4         | 8.0       |

表 4 - 2 網船の時代別平均寸法の比較（長さ単位cm）  
Comparison of selective 25 parts of mean measurements by divided period for the seiner boats (unit in cm).

| 時代区分      | 全体    | 明治    | 大正・昭和<br>~25 | 昭和<br>25~35 | 昭和<br>36~ |
|-----------|-------|-------|--------------|-------------|-----------|
| 資料数       | 120   | 12    | 56           | 26          | 26        |
| 1) 長さ     | 734.9 | 890.4 | 753.2        | 714.2       | 644.4     |
| 2) 幅      | 179.0 | 205.0 | 188.9        | 171.4       | 163.9     |
| 3) 深さ     | 59.8  | 69.8  | 60.7         | 57.3        | 55.8      |
| 4) 前口長さ   | 147.8 | 196.8 | 155.6        | 150.7       | 105.3     |
| 5) 立      | 83.3  | 100.6 | 86.1         | 81.6        | 71.0      |
| 6) 幅      | 22.2  | 29.3  | 24.9         | 16.8        | 18.5      |
| 7) 厚さ     | 11.1  | 14.3  | 10.6         | 11.3        | 10.7      |
| 8) 突出長さ   | 60.5  | 88.2  | 70.6         | 46.5        | 40.0      |
| 9) 加敷付留長  | 91.8  | 127.6 | 97.9         | 92.2        | 61.5      |
| 10) 胴航長さ  | 433.4 | 506.8 | 435.7        | 419.2       | 408.3     |
| 11) 継手幅   | 67.0  | 77.2  | 67.5         | 68.9        | 59.5      |
| 12) 艫航長さ  | 172.7 | 204.6 | 174.7        | 166.9       | 159.6     |
| 13) 立     | 27.0  | 31.4  | 25.3         | 29.4        | 26.5      |
| 14) おけ底幅  | 40.8  | 43.3  | 39.2         | 44.7        | 39.3      |
| 15) 戸立方幅  | 124.9 | 142.5 | 124.3        | 118.8       | 124.0     |
| 16) 切上長さ  | 19.5  | 22.3  | 20.7         | 20.3        | 14.9      |
| 17) 上長さ   | 26.2  | 29.1  | 26.1         | 23.0        | 28.1      |
| 18) 戸立開   | 0.24  | 0.24  | 0.29         | 0.22        | 0.17      |
| 19) 継手加敷幅 | 56.7  | 65.3  | 59.6         | 52.5        | 53.0      |
| 20) # 開   | 0.91  | 0.92  | 0.91         | 0.87        | 0.92      |
| 21) 上棚幅   | 38.2  | 45.1  | 38.4         | 34.8        | 37.8      |
| 22) # 開   | 0.08  | 0.07  | 0.07         | 0.10        | 0.07      |
| 23) 外とも長さ | 34.1  | 43.2  | 37.0         | 28.3        | 29.6      |
| 24) 船首持ち  | 23.5  | 30.8  | 25.4         | 24.4        | 15.3      |
| 25) 艫持ち   | 11.7  | 10.3  | 9.9          | 15.0        | 13.1      |

2) 釣船 (378隻) の時代区分による特徴

釣船の時代を越えた全体像をみると釣船378隻について図4-5~8に示される。釣船は、先に示した図4-1~4の釣船・網船の全体の中で全般的に寸法の小さい方に集中する傾

向があり、一部(7隻程度)が沖合いで稼動する「なが船」のような大型の底延縄船と思われる、これらを除くと、長さはほぼ250~750cmの範囲にある。また、長さLに対して船幅の最小は71.6cm、深さDの最小は19.7cmであり、実用的には船幅105cm、深さ30cm以上をとっている。

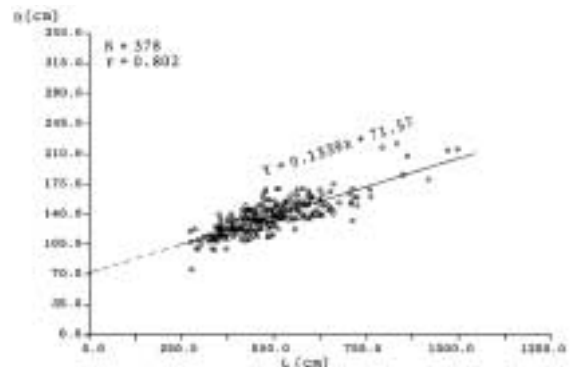


図 4 - 5 釣船の長さとの関係

Interrelation between length and width of total angling wasens. N: data size; r: correlation coefficient

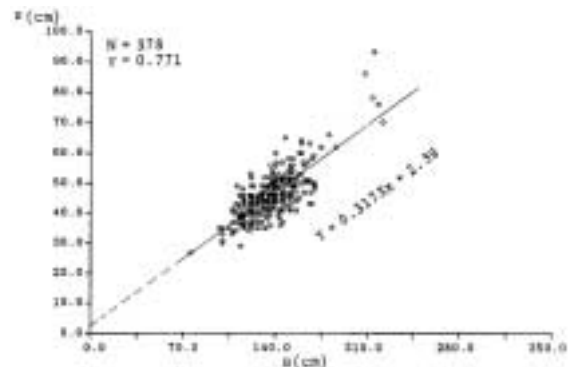


図 4 - 6 釣船の幅と深さの関係

Interrelation between width and depth of total angling wasens. N: data size; r: correlation coefficient

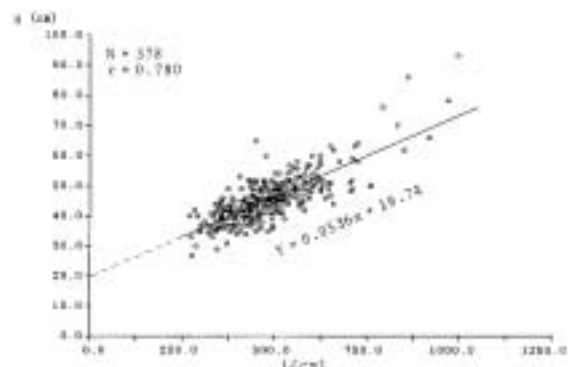


図 4 - 7 釣船の長さとの関係

Interrelation between length and depth of total angling wasens. N: data size; r: correlation coefficient

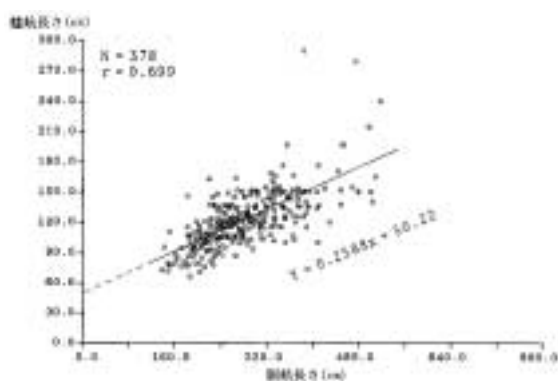


図 4 - 8 釣船の胴航長さと鱧航長さの関係

Interrelation between length of main keel and length of stern keel of total angling wasens. N: data size; r: correlation coefficient

次に前項で述べた船型 4 項目 (図 4 - 5 ~ 8) について, 4 つの時代区分それぞれにおける分布範囲を楕円で近似させて図 4 - 9 ~ 12 に示す。图中的プロット点はそれぞれ時代 (明治) のものである。この釣船については, 船型 4 項目のいずれも前述した時代 が寸法の大きな方に分布しており, また,  $L/B$ ,  $L/D$ , 胴航長さ / 鱧航長さ等の比が大きいことが特徴である。その他の時代のものは徐々に寸法の小さな方向に移行しているが, ほぼ同様な範囲に分布している。また, 胴航長さと鱧航長さの関係においては胴航長さが時代 (現代) では約 160 ~ 480 cm の広範囲に分布するのに対して鱧航長さが一定値に近づく傾向にあり, その範囲は 90 ~ 150 cm である。

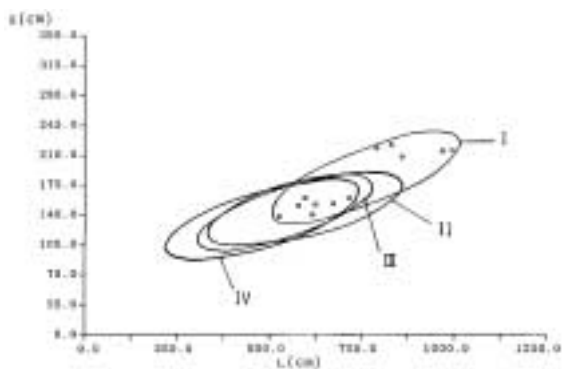


図 4 - 9 釣船の時代毎の長さとの幅の変化に関する比較

Changes of interrelation between L and B of total angling wasens by term of years referred from Table 4-1. Probability ellipses encircled the data spots are given by term of years at the tolerance level of 5 %.

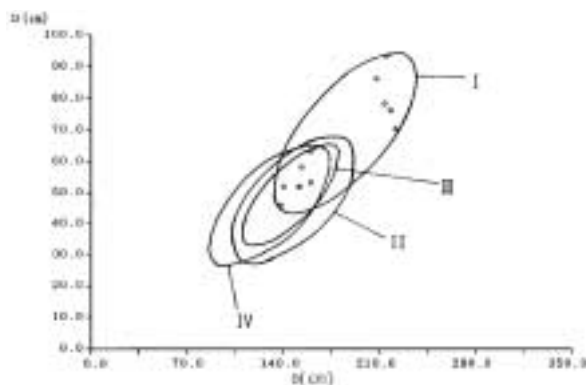


図 4 - 10 釣船の時代毎の幅と深さの変化に関する比較

Changes of interrelation between B and D of total angling wasens by term of years referred from Table 4-1. Probability ellipses encircled the data spots are given by term of years at the tolerance level of 5 %.

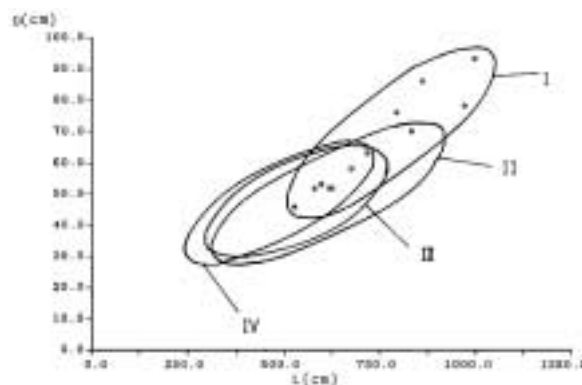


図 4 - 11 釣船の時代毎の長さとの幅の変化に関する比較

Changes of interrelation between L and D of total angling wasens by term of years referred from Table 4-1. Probability ellipses encircled the data spots are given by term of years at the tolerance level of 5 %.

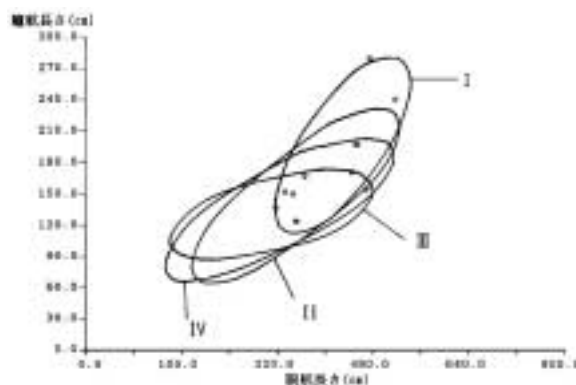


図 4 - 12 釣船の時代毎の胴航長さと鱧航長さの変化に関する比較

Changes of interrelation between length of main keel and length of stern keel of total angling wasens by term of years referred from Table 4-1. Probability ellipses encircled the data spots are given by term of years at the tolerance level of 5 %.

3) 網船(120隻)の時代区分による特徴

網船の時代を越えた全体像をみてみると網船120隻について図4-13~16に示される。網船においては資料も120隻と少ないが、釣船よりは大きくかつ広範囲に分布する傾向があり、長さ範囲は約400~1100cmである。網船も種類によって大きさに差があるようで、網船の付属船のように小船も用いられることもある。また、胴航長さと艫航長さは、かなりばらつきが見られる。また、長さLに対して船幅Bの最小は40.0cmであり、深さDの最小は18.1cmであり実用的には船幅130cm、深さ40cm以上をとっている。

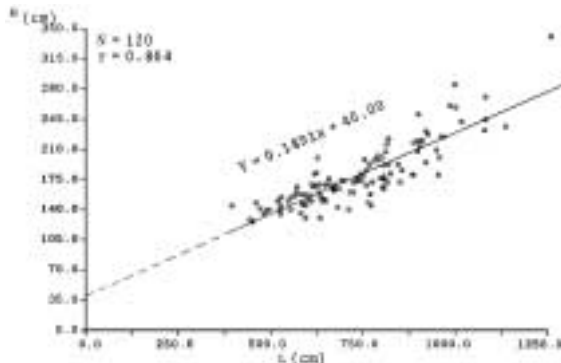


図4-13 網船の長さとの関係  
Interrelation between length and width of total seiner wasens. N: data size; r: correlation coefficient

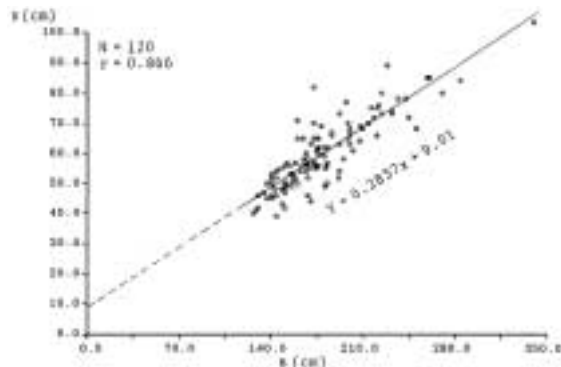


図4-14 網船の幅と深さの関係  
Interrelation between width and depth of total seiner wasens. N: data size; r: correlation coefficient

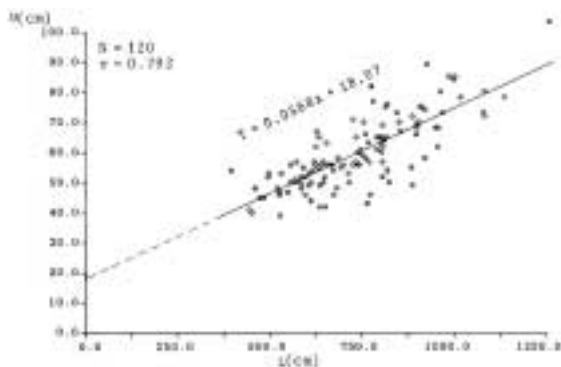


図4-15 網船の長さとの関係  
Interrelation between length and depth of total seiner wasens. N: data size; r: correlation coefficient

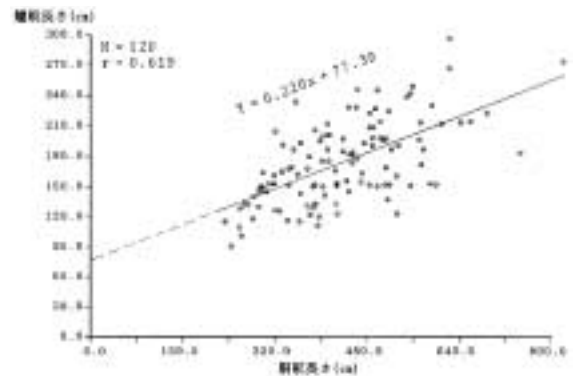


図4-16 網船の胴航長さと艫航長さの関係  
Interrelation between length of main keel and length of stern keel of total seiner wasens. N: data size; r: correlation coefficient

次に船型4項目について各時代毎における分布範囲を図4-17~20に示した。この網船は、各時代とも錯そうしており、大きな特徴はないと言えるが、時代を除いて4つの船型項目全てに亘って全体として小さくなる傾向にあるものの、それらの下限は定まっているようである。特に時代においてはLやBに比べてDが大きい特徴を持つ。

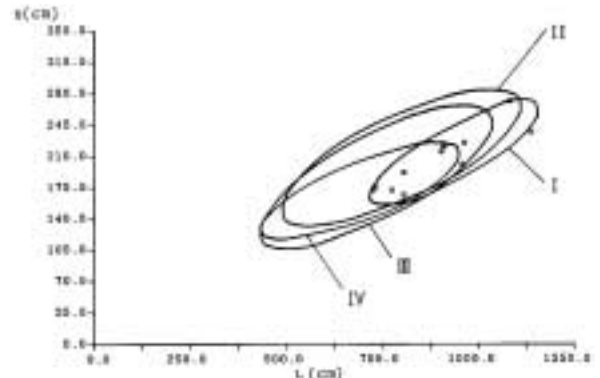


図4-17 網船の時代毎の長さとの変化に関する比較  
Changes of interrelation between L and B of total seiner wasens by term of years referred from Table 4-2. Probability ellipses encircled the data spots are given by term of years at the tolerance level of 5%.

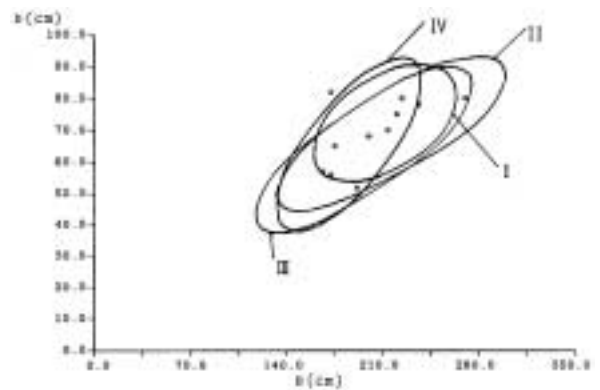


図4-18 網船の時代毎の幅と深さの変化に関する比較  
Changes of interrelation between B and D of total seiner wasens by term of years referred from Table 4-2. Probability ellipses encircled the data spots are given by term of years at the tolerance level of 5%.



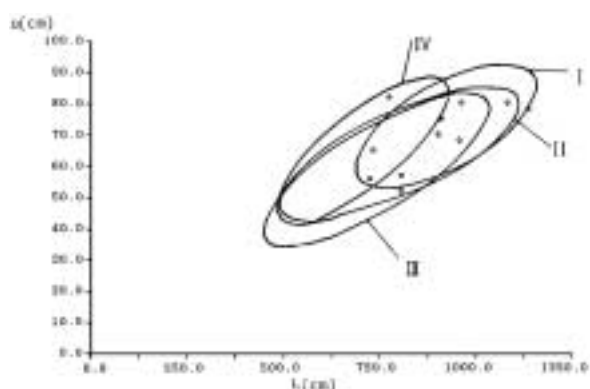


図 4 - 19 網船の時代毎の長さとおよび深さの変化に関する比較  
Changes of interrelation between L and D of total seiner wasens by term of years referred from Table 4-2. Probability ellipses encircled the data spots are given by term of years at the tolerance level of 5 %.

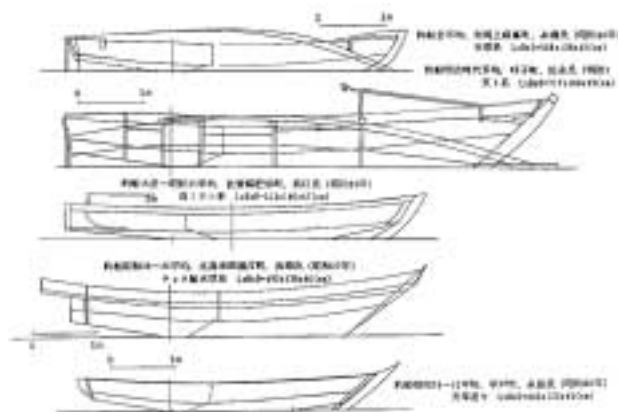


図 4 - 21 釣船の時代毎の平均船型 (長さ, 幅, 深さとも平均寸法差 5 %以内のもの) の代表例  
Angling wasens which have average sizes of L, B and D by term of years.

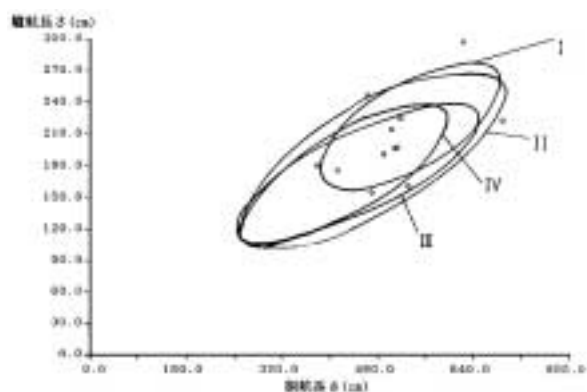


図 4 - 20 網船の時代毎の胴航長さとおよび艫航長さの変化に関する比較  
Changes of interrelation between length of main keel and length of stern keel of total seiner wasens by term of years referred from Table 4-2. Probability ellipses encircled the data spots are given by term of years at the tolerance level of 5 %.

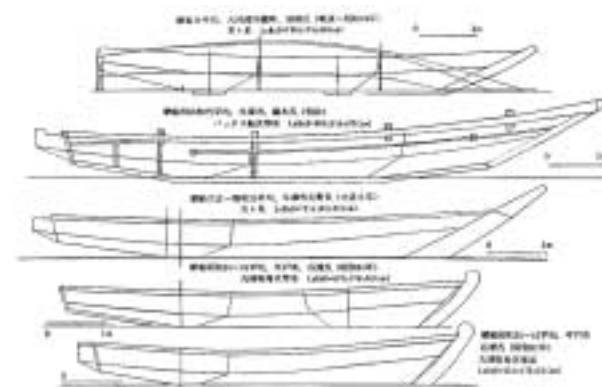


図 4 - 22 網船の時代毎の平均船型 (長さ, 幅, 深さとも平均寸法差 5 %以内のもの) の代表例  
Seiner wasens which have average sizes of L, B and D by term of years.

4) 釣船および網船の時代別平均船型の変化

以上, 各時代毎の長さ, 幅, 深さを代表とした平均寸法に近い平均的な船型を視覚的に比較するために全498隻 (釣船378, 網船120) の中から典型的なものを抽出して, 各時代順に釣船と網船をそれぞれ図4 - 21と図4 - 22に示す。なお, これらは釣船および網船の寸法 (表4 - 1~2) の平均的な船型を描いたものでなく, 長さ, 幅および深さがそれぞれ平均値の5 %以内に収まるものを登録図面より選択し, それが複数個以上ある場合は, その他の寸法についても平均寸法に最も近い1個体の船型を抽出したものである。これらの船型図は縮尺率を統一してあるので時代毎の大きさの変化が一見して判る。しかし, 船首形状についてはそれぞれが所有していたものをそのまま描いているため平均的な形状は示していない。

図から, まず, 釣船については, 時代 のものが, 長さ, 幅, 深さともかなり大きい。その他の時代 ~ については, それらの寸法が徐々に小さくなっているが, その変化は僅かである。

網船も同様に, 明治および戦前のもものは全体的に大きい, 戦後の時代 ~ に見るように, 変化も僅かで同じ製作者のものが選び出された。また, 艫航長さは時代とともに徐々に短くなる傾向を示している。これらの原因は前述したごとく, 和船漁舟の推進法が人力から動力へと転換したことや漁業専業から兼業化したことに伴う漁業者の体力的問題とも密接に関連していると思われる, また, 和船漁舟の船型もその変化に対応して小型化並びに船外機の採用もふまへ, 艫側の戸立てを低くする必要性から変化したものと考えられる。

4.3 海域による主要寸法の特徴

海域による特徴を探るに際して, 船型資料のまとまって得られている長崎県周辺の海域を設定した。ここでは海域の地理的分布として, 図4 - 23に示すように10の区画に分けて考えた。すなわち, ( ) 口之津~茂木に至る波の比較的穏やかな橘湾岸, この続きとして外洋に面した海域の, ( ) 野母半島, 長崎~佐世保に至る西彼杵半島, ( ) 佐世保~伊万里, ( ) 伊万里~唐津, ( ) 玄海灘に面した福岡県,

( )五島列島沿岸,( )壱岐,対馬の各離島,そして再び波静かな内海とみなせる( )有明海沿岸域の長崎,佐賀,福岡および熊本に至る範囲,内湾の( )大村湾,外洋に面した( )天草西岸およびその周辺の海域である。

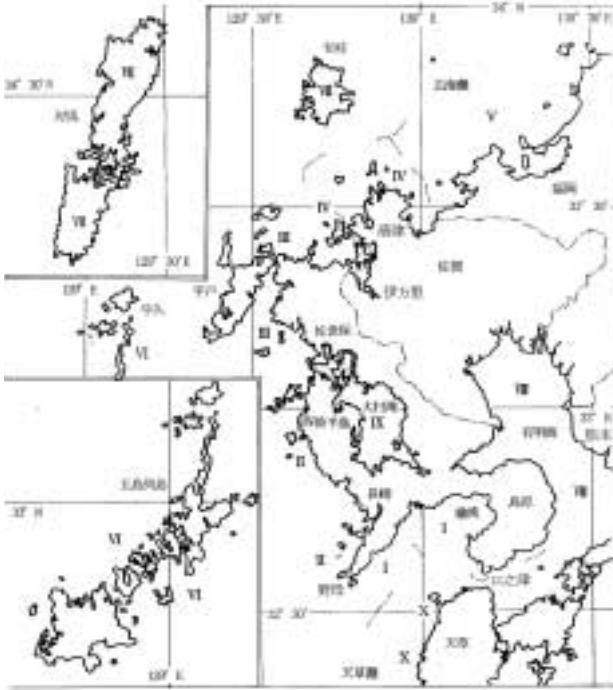


図4-23 和船漁舟の長崎県周辺海域の区分設定の10海域  
Ten division areas for Japanese style fishing boat in Kyushu mainly within Nagasaki Prefecture.

1) 釣船の海域による特徴

前節で検討したように,釣船の船型は明治期とそれ以降で明らかに違いがあるが,時代」と とでは抽出された時代毎の平均船型を見ても殆ど変わらないことが伺われる。よって,海域による船型の検討は,時代の差に左右されなかった前述の時代区分 と の戦後の昭和26年から現代にかけて建造された計303隻の船型標本によることにした。なお,海域区分のうち有明海沿岸域は,湾奥では干潟が広がっており,漏漁業が中心で釣船も少ないという事情もあって釣船の標本数が9隻と少ない。このため地域の平均の船型を見出せないかもしれないが,参考までに比較に加えた。

以上の釣船の各海区別平均寸法を表4-3に示す。表によれば,長さが一番長くその割に幅が狭いのが( )の玄海灘のもので,逆に長さが短い割に幅広いのが,( )の五島沿岸および( )~( )の長崎西岸域のものである。( )の内海の大村湾,( )の有明海はその中間にあり,また( )の大村湾と( )の橋漕ぎのものはそれぞれ長さや幅がほぼ等しい。

次に長さや幅について,前述の時代毎の船型比較で示した分布楕円を用いて,地域毎の比較を行ない図4-24に示した。この図によると釣船の地域差は明瞭に表われていないが,海域( )~( )の野母崎から唐津にかけてのものがよく似ている傾向がある。

このような統計解析の結果,釣船については野母半島から平戸までの五島を含む長崎県西岸一帯の環五島灘ともいべき地域に,大体同じような傾向の和船漁舟が分布し,他の海域のもの比べて長さの割に幅の広い,長さの短い小型ではあるが比較的安定性が高いと思われる漁舟が建造されている

表4-3 海区別釣船の時代別平均寸法の比較(時代:昭和36年以降,長さ単位 cm)

Comparison of selective 25 parts of mean measurements by divided 10 area for the angling boats (time is after 1961 and unit in cm).

| 海区番号      | 橋漕ぎ沿岸 | 野母~佐世保 | 佐世保~伊万里 | 伊万里~唐津 | 玄界灘(福岡) | 五島沿岸  | 壱岐~対馬  | 有明海沿岸 | 大村湾   | 天草西岸  |
|-----------|-------|--------|---------|--------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 資料数       | 17    | 46     | 56      | 16     | 22      | 36    | 50     | 9     | 30    | 21    |
| 1) 長さ     | 484.9 | 407.4  | 437.7   | 478.0  | 568.2   | 397.3 | 499.78 | 473.0 | 484.8 | 457.7 |
| 2) 幅      | 132.9 | 127.0  | 134.5   | 138.0  | 138.6   | 124.9 | 137.1  | 128.8 | 132.2 | 139.4 |
| 3) 深さ     | 42.5  | 40.3   | 45.2    | 45.1   | 50.5    | 41.9  | 45.7   | 45.3  | 43.1  | 48.2  |
| 4) 前口長さ   | 98.9  | 81.4   | 83.5    | 90.6   | 100.2   | 81.6  | 92.0   | 116.7 | 104.3 | 102.8 |
| 5) 立      | 54.5  | 53.5   | 56.8    | 60.6   | 68.7    | 53.8  | 56.1   | 61.6  | 50.5  | 60.1  |
| 6) 幅      | 14.8  | 15.3   | 15.4    | 15.3   | 17.6    | 16.4  | 15.1   | 15.3  | 15.0  | 17.5  |
| 7) 厚さ     | 8.5   | 7.3    | 8.9     | 10.5   | 8.7     | 8.6   | 8.9    | 9.7   | 7.9   | 9.1   |
| 8) 突出長さ   | 26.3  | 30.7   | 29.7    | 30.0   | 41.4    | 32.4  | 31.3   | 41.4  | 35.8  | 36.6  |
| 9) 加敷付留長  | 57.2  | 44.5   | 45.8    | 43.9   | 54.0    | 43.6  | 50.3   | 71.0  | 64.7  | 57.3  |
| 10) 胴航長さ  | 284.9 | 234.2  | 254.6   | 289.2  | 355.5   | 223.8 | 299.6  | 248.2 | 262.7 | 251.9 |
| 11) 継手幅   | 53.5  | 42.2   | 43.8    | 49.4   | 51.8    | 38.3  | 39.8   | 56.1  | 51.3  | 48.2  |
| 12) 艫航長さ  | 123.5 | 105.2  | 115.9   | 117.3  | 135.3   | 106.8 | 121.2  | 126.1 | 131.7 | 117.9 |
| 13) 立     | 21.1  | 16.4   | 18.8    | 15.6   | 18.7    | 16.8  | 18.8   | 19.0  | 24.3  | 20.2  |
| 14) おけ底幅  | 39.7  | 28.2   | 30.8    | 34.5   | 30.4    | 28.3  | 28.0   | 36.7  | 30.9  | 32.7  |
| 15) 戸立方幅  | 102.3 | 97.8   | 102.0   | 107.2  | 100.4   | 98.0  | 104.6  | 95.3  | 97.6  | 101.3 |
| 16) 切上長さ  | 13.1  | 11.7   | 11.0    | 10.8   | 13.9    | 11.4  | 11.1   | 17.3  | 15.1  | 10.9  |
| 17) 上長さ   | 19.0  | 20.5   | 23.9    | 24.8   | 26.1    | 21.1  | 26.3   | 16.4  | 16.1  | 23.2  |
| 18) 戸立開   | 0.15  | 0.23   | 0.23    | 0.19   | 0.14    | 0.20  | 0.24   | 0.09  | 0.18  | 0.21  |
| 19) 継手加敷幅 | 41.9  | 42.2   | 44.2    | 39.2   | 42.5    | 43.7  | 47.3   | 40.0  | 40.9  | 45.5  |
| 20) # 開   | 0.89  | 0.95   | 0.94    | 0.93   | 0.94    | 0.93  | 0.94   | 0.85  | 0.89  | 0.93  |
| 21) 上棚幅   | 26.6  | 27.7   | 30.8    | 31.4   | 37.5    | 29.0  | 32.4   | 24.2  | 25.4  | 32.7  |
| 22) # 開   | 0.07  | 0.07   | 0.10    | 0.09   | 0.03    | 0.06  | 0.06   | 0.07  | 0.08  | 0.06  |
| 23) 外とも長さ | 22.8  | 19.1   | 21.7    | 23.3   | 32.9    | 21.3  | 23.6   | 26.9  | 23.2  | 23.2  |
| 24) 船首持ち  | 11.4  | 13.2   | 11.5    | 15.6   | 18.3    | 11.9  | 14.4   | 16.2  | 7.4   | 11.9  |
| 25) 艫持ち   | 9.9   | 6.6    | 8.2     | 5.8    | 9.0     | 6.9   | 9.5    | 7.8   | 12.1  | 5.5   |

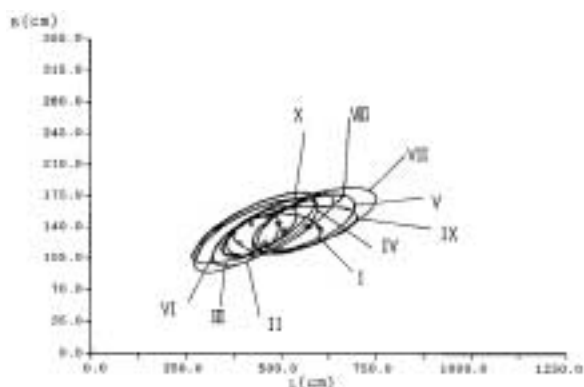


図 4 - 24 10地区に分けた使用海域での釣船船型の長さ と幅に関する比較

Changes of interrelations of L and B of the angling wasens by area referred from Table 4-3.

と考えられる。これは外洋に面していることで船型上船速より安定性をより重視したことが要因と考えられる。

2) 網船の海域による特徴

次に網船については全時代を通して船の主要目の寸法がかなり広範囲に分布していたことと資料数が少ないことで標本全資料の120 船型について使用海域毎の船型の特徴を見た。

また、この網船について、資料数が15を越える地域は、佐世保～伊万里( ), 五島沿岸( ) および天草( ) の計3 地域のみであったが、資料数の少ない残りの地域についても参考までに比較に加えている。

網船の各海区別平均寸法は表4 - 4に示している。これらの表によると、有明海沿岸( ) の網船が一番大きく、これは大型のバッシャ網( 鮫鱈網) 船が多数を占めていたことが原

因と考えられる。すなわち、この船は地域としては内海の有明海に位置しているものの遠く韓半島沖の黄海・東シナ海まで出漁する外洋性の大型船であったためである。また、大村湾( ) と橘湾( ) の比較的波の穏やかな地域の網船が、ともに小さい寸法の方にまとまっていた。

次に長さ と幅の寸法について、分布楕円を用いて地域毎の比較を行ない図4 - 25に示した。図によると、網船では分布範囲が広いものもあるが、橘湾( ) との大村湾( ) のものが、似たような小さな寸法と分布範囲を示している。これに反して( ) の有明海のもは寸法が大きい方に位置し、これらの中間に杵岐・対馬( ) の網船がある。この要因は、使用海域の海況によることの他に用途である網漁業の規模、出漁海域に適応した網船船型を採用し大型船から小型船まで

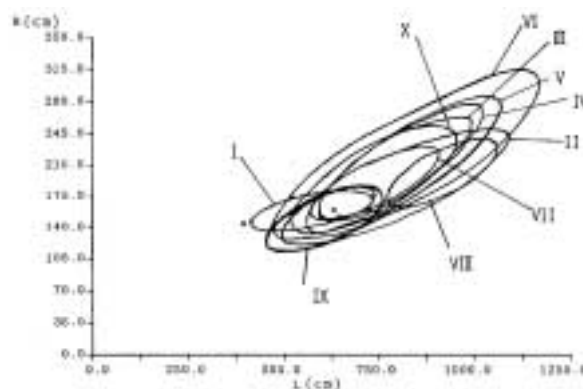


図 4 - 25 10地区に分けた使用海域での網船船型の長さ と幅に関する比較

Changes of interrelations of L and B of the seiner wasens by area referred from Table 4-4.

表 4 - 4 海区別網船平均寸法の比較 (時代: 明治～現代まで、長さ単位cm)

Comparison of selective 25 parts of mean measurements by divided 10 area for the seiner boats (time is from Meiji to now and unit in cm).

| 海区番号      | 橘湾沿岸  | 野母～佐世保 | 佐世保～伊万里 | 伊万里～唐津 | 玄界灘(福岡) | 五島沿岸  | 杵岐～対馬 | 有明海沿岸 | 大村湾   | 天草西岸  |
|-----------|-------|--------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 資料数       | 7     | 10     | 18      | 5      | 4       | 7     | 10    | 18    | 5     | 4     |
| 1) 長さ     | 625.4 | 756.1  | 739.6   | 744.0  | 796.5   | 625.4 | 756.1 | 739.6 | 744.0 | 796.5 |
| 2) 幅      | 156.1 | 175.0  | 181.2   | 178.8  | 199.5   | 156.1 | 175.0 | 181.2 | 178.8 | 199.5 |
| 3) 深さ     | 55.3  | 60.5   | 61.2    | 57.4   | 63.3    | 55.3  | 60.5  | 61.2  | 57.4  | 63.3  |
| 4) 前口長さ   | 100.7 | 178.4  | 130.3   | 137.4  | 163.0   | 100.7 | 178.4 | 130.3 | 137.4 | 163.0 |
| 5) 立      | 63.7  | 84.2   | 83.8    | 78.2   | 90.5    | 63.7  | 84.2  | 83.8  | 78.2  | 90.5  |
| 6) 幅      | 16.4  | 27.2   | 23.9    | 23.0   | 29.8    | 16.4  | 27.2  | 23.9  | 23.0  | 29.8  |
| 7) 厚さ     | 10.6  | 11.1   | 11.0    | 10.2   | 10.3    | 10.6  | 11.1  | 11.0  | 10.2  | 10.3  |
| 8) 突出長さ   | 32.7  | 86.1   | 53.1    | 57.8   | 98.3    | 32.7  | 86.1  | 53.1  | 57.8  | 98.3  |
| 9) 加敷付留長  | 57.3  | 106.7  | 80.3    | 78.8   | 100.5   | 57.3  | 106.7 | 80.3  | 78.8  | 100.5 |
| 10) 胴航長さ  | 389.1 | 400.2  | 468.2   | 443.8  | 476.5   | 389.1 | 400.2 | 468.2 | 443.8 | 476.5 |
| 11) 継手幅   | 67.1  | 65.2   | 64.7    | 60.8   | 66.0    | 67.1  | 65.2  | 64.7  | 60.8  | 66.0  |
| 12) 艫航長さ  | 151.1 | 187.1  | 179.3   | 177.2  | 179.0   | 151.1 | 187.1 | 179.3 | 177.2 | 179.0 |
| 13) 立     | 25.1  | 27.6   | 28.8    | 23.0   | 26.0    | 25.1  | 27.6  | 28.8  | 23.0  | 26.0  |
| 14) おけ底幅  | 45.3  | 34.7   | 38.7    | 43.0   | 35.3    | 45.3  | 34.7  | 38.7  | 43.0  | 35.3  |
| 15) 戸立方幅  | 121.7 | 119.0  | 124.4   | 124.2  | 118.5   | 121.7 | 119.0 | 124.4 | 124.2 | 118.5 |
| 16) 切上長さ  | 15.7  | 19.9   | 18.6    | 19.8   | 19.5    | 15.7  | 19.9  | 18.6  | 19.8  | 19.5  |
| 17) 上長さ   | 28.7  | 23.6   | 27.3    | 27.6   | 29.8    | 28.7  | 23.6  | 27.3  | 27.6  | 29.8  |
| 18) 戸立開   | 0.09  | 0.27   | 0.28    | 0.28   | 0.21    | 0.09  | 0.27  | 0.28  | 0.28  | 0.21  |
| 19) 継手加敷幅 | 48.4  | 55.6   | 58.1    | 56.4   | 61.3    | 48.4  | 55.6  | 58.1  | 56.4  | 61.3  |
| 20) # 開   | 0.92  | 0.92   | 0.92    | 0.92   | 0.94    | 0.92  | 0.92  | 0.92  | 0.92  | 0.94  |
| 21) 上棚幅   | 38.1  | 39.0   | 40.4    | 38.8   | 45.3    | 38.1  | 39.0  | 40.4  | 38.8  | 45.3  |
| 22) # 開   | 0.03  | 0.07   | 0.10    | 0.06   | 0.08    | 0.03  | 0.07  | 0.10  | 0.06  | 0.08  |
| 23) 外とも長さ | 31.3  | 31.6   | 31.6    | 34.4   | 39.0    | 31.3  | 31.6  | 31.6  | 34.4  | 39.0  |
| 24) 船首持ち  | 9.0   | 23.7   | 22.6    | 20.8   | 37.3    | 9.0   | 23.7  | 22.6  | 20.8  | 37.3  |
| 25) 艫持ち   | 13.9  | 8.1    | 12.1    | 10.4   | 10.5    | 13.9  | 8.1   | 12.1  | 10.4  | 10.5  |

の幅を持たせていたものと考えられる。

ところで、船型調査開始後まもなくの調査報告<sup>23)</sup>の中で和船漁舟が、外海型と内海型とに分けて考えることができると報告しているが、本論における資料の分析結果から見ると、地先沿岸の網船と釣船などの地理的分布は、使用海面の海況で決定することもあるが、地理的に遠いところにあっても大きさや主要寸法比が似ていることがあり、これはそのほかの要因、例えば、船の造り手の船大工が自分の弟子入りした棟梁の造る船型を受け継いで、これを帰郷した地域でも広めていった経緯など船大工の師弟関係のつながりも関係しているように思われる。即ち、優秀な船大工あるいは造船所が取り扱った船型がかなり広範囲に広まったことも船型変化、類似性の要因として考えなければならない。なお、この点に関しては文献<sup>24)</sup>に示している。また、同様に鯨船船型の特徴の詳細については、文献<sup>27)</sup>に示すのでここでは割愛する。

## 第 部 まとめ

和船漁舟の現地調査は長崎県を中心にその周辺を含む約200箇所の造船所を巡り、船大工等に話を聞き、収集資料は板図約1000枚(1029隻)、ほかに船大工寸法帳など5帳(137隻)、木割書、絵図面37枚(37隻)、漁業誌・日本漁船調査などから鯨船関係13隻、また、杵岐・対馬の船グローを中心に7隻を実測して図面に加えて合計約1200隻分を収集した。

和船漁舟の船型調査とその分析した結果をまとめると次のようになる。

### 1) 現地調査による和船漁舟資料の収集と保存

集めた図面等は、「完全な板図」として図面化し、文化的資料の保存を行った。

船型分析を行うための主要寸法25部位を読み取って、データベースを作成した。これら主要寸法の他、データベースの項目として、海区(10区分)、時代(江戸時代～現代まで5区分)、船首の形状(約20区分)、用途(7区分)、サンガイの有無、造船所、その他などを記した。収集した板図は全て原寸大のコピーをとり、和船漁舟原簿台帳の続き番号ごとにファイルして保存した。

板(図)自体は、約半数を返却、残りの約500枚を長崎県立美術館(寄贈)で、約50枚を研究室で保存している。

図面化したもののうち、一部は現代の造船線図に変換した。

### 2) 収集した和船漁舟船型の分類と特徴

実地調査から得た資料のうち、船体寸法を読み取ることができた各種和船漁舟約600隻を用途別に分類し、釣船、網船、運搬船、雑用船、鯨船、その他などの特徴を示した。釣船は長さ3.5～5.0mのものが一般的で、網船は、網漁業の漁業種により大きさも小ささまざまであるが、通常、釣船より大きく7～8mが一般的である。

船を代表するミヨシ形状の各種と、用途との関わりを明らかにした。

### 3) 和船漁舟船型データの統計分析

主要寸法25部位の統計解析を行って釣船と網船について時代別船型変化、使用海域別船型の特徴を示した。

時代別船型変化では、釣船では現代に近づくにつれ、主要寸法が徐々に小さくなるが、艫航(トモガワラ)長さはほぼ一定値の傾向があった。網船では現代に近づくにつれ、主要寸法の長さや幅に対して深さが大きくなる特徴を持った。

使用海域による特徴は、長崎県の周辺海域で選んだ10区画のうち、釣船では、時代区分で変化が少なかった昭和26年以降の303隻で見ると、長崎県西彼杵半島西岸から五島列島に至る、環五島灘付近一帯に長さの割に幅広い、小型で安定性の高い船が造られていることが判った。また網船では、明治以降の全120隻で見ると、橘湾と大村湾は小さく似た寸法をとり、また有明海で大きく、杵岐・対馬はその中間を示した。これは網船の用途や網漁業の規模並びに出漁海域で適応した船型を採用した結果と考察された。

## [ 第 部 ] 船型と運動性能

### 第 5 章 和船漁舟の抵抗・推進性能<sup>62)</sup>

前章までに示したように種類毎に和船漁舟を概観すると、時代によって船の大きさが変化してきており、また使用地域毎でも外見上かなり区別できる特徴があることが判った。このように各地域において用途に応じて使用者と製作者との間で培われてきた合理的と想像される和船漁舟船型の特徴と性能を本章にて裏付けるべく、現在の科学的解析手法によって明らかにする。このために、第3章に正面線図と排水量等曲線図で示した和船漁舟のうち鯨船とその類似船の12隻、釣船や網船等の一般漁舟の7隻、その他荷船、運搬船の3隻の計22隻を選定し、それらの模型船を作製して推進時の船速推定のため抵抗試験を行った。

ここで和船漁舟の実船の抵抗値推定は前例が少ないので模型曳航実験による手法を採用したが、それに先だち、曳航試験に供する模型船の大きさの決定は試験精度並びに尺度影響を考慮(付録1)して、予備実験を行った上で十分検討し模型船を作製した。実用的な観点から運航上の基本的な性能である平水中の実船の全抵抗値を、作製した模型船を使用して推定し、その抵抗曲線や有効馬力曲線を算定した。

次に一般的な和船漁舟の推進時の全抵抗を推定する作業の中で、抵抗試験の結果を一般化して低速域から中速域に至る各船の前進抵抗に影響する船型要素を明らかにするとともに推進面における合理的な船型条件を検討した。これには選定速度毎の全抵抗値(全抵抗係数)と長さ幅比等の寸法比を含む船型要素との相関をとる重回帰分析の手法によった。この分析結果はまた第4章に示した船型の時代変化に対して本章で示すような推進抵抗との関わりを検討することにも利用し、また分析結果を確認するために一例として現在稼働中の和船漁舟(釣船)の全抵抗値を重回帰式によって推定した後

にその実船および模型の曳航試験を実施して全抵抗値を計測し、両者の比較を行って検証した(付録2)。

以上の準備のもとに、今まで述べてきた和船漁舟が往時、いかなる船速で航走していたかを類推するために実際の櫓漕ぎやその他の人力推進具を用いた競技等の船速と同船の抵抗実験から得られた全抵抗値から有効馬力を推算し、人力推進具の櫓および橈(オール)などによる一人あたりの有効馬力を算定した。一方、模型曳航実験から得られた和船漁舟実船の有効馬力曲線から人力推進の限界についても考察した。

5.1 和船漁舟の推進・抵抗性能

これまでに漁船の模型船を使用した抵抗試験は、船型の見直しをはかるために、1949年以降実施<sup>52-53), 63-72)</sup>されている。これらは一部<sup>52-53), 72)</sup>を除いて比較的大型の50~100t積クラスの推進機関を装備したものであった。ところが人力による

和船漁舟などについて、模型試験を行って抵抗推進性能等を明らかにした例は、最近、船型改良を目的として行ったペーロン船<sup>73-75)</sup>の他には殆どない。しかし、近年、和船漁舟は船外機搭載等によって高速化して使用されているが、従来のままの構造では、強度的に対応できない箇所が生じることが予想される。そこで、徐々に消え行く存在であるが、人力操作が可能な和船漁舟の省エネの観点と今後の小型漁船の在り方や方向性を探る上で、従来の和船漁舟の推進抵抗性能を船型との関わりの中で把握する必要があると思われる。

以上の理由から和船漁舟の模型抵抗試験を実施した。試験に用いた諸船(船番号M1~M22)の概要と船型要素は表5-1~2に、また、模型船の外観は図5-1(1)~(2)に示している。なお、それぞれの線図および排水量等曲線図(等喫水の場合について)は同様に第3章の関連項に示している。

表5-1 実験に用いた和船漁舟の概要

Model of the wasens used for the towing test.

| 名称(呼び名)                | 使用年代(出所)                       | 海域            | 用途               | 推進方法                 | 最大速力 |
|------------------------|--------------------------------|---------------|------------------|----------------------|------|
| M1 老成勢子船               | 1821(柳沢文三郎)                    | 老成周辺          | 鯨勢子船             | 櫓(8丁櫓)               | 9ノット |
| M2 老成持双船               | -                              | -             | 鯨運搬船             | -                    | -    |
| M3 生月勢子船               | 1800年頃(生月町, 末永忠)               | 生月周辺          | 鯨勢子船             | 櫓(8丁櫓), 帆            | -    |
| M4 山口勢子船               | 1896(日本漁船調査)                   | 山口県           | -                | 櫓(8丁櫓)               | -    |
| M5 山口持双船               | 1888                           | -             | 鯨運搬船             | -                    | -    |
| M6 山口双海船               | 1886                           | -             | 鯨船               | 櫓                    | 5    |
| M7 高知勢子船               | 1896                           | 高知県           | 鯨勢子船             | 櫓(8丁櫓)               | 9    |
| M8 高知双海船               | 1886                           | -             | 鯨船               | 櫓                    | 5    |
| M9 和歌山勢子船              | 1880?(室野西太郎)                   | 太地地方          | 鯨勢子船             | 櫓(8丁櫓)               | 9    |
| M10 三重鯨船               | 明治期(1972山本昭)                   | 三重阿田和         | -                | 櫓(8丁櫓)               | 9    |
| M11 和歌山鯨船<br>古座(原船)    | 明治期(1880南藤造船所)                 | 太地地方          | 鯨勢子船             | 櫓(8丁櫓)               | 9    |
| M12 鯨八丁(軍船)            | 1725(宗家文庫, 中村家)                | 対馬            | 戦用(鯨船)           | 櫓                    | 9    |
| M13 有海船                | 1930年頃(五島, 下野利夫)               | 九州西城          | 建船               | 櫓1-2                 | 5    |
| M14 白ミコシ               | 大正時代(長崎県北松<br>字久町, 釣崎義之助)      | 九州西城          | 網船               | 櫓1-2                 | 3~4  |
| M15 巾着船網船*             | 明治・大正時代<br>(長崎市京泊町, 清水直治)      | 九州西城<br>韓海    | イワシ巾着            | 櫓・帆<br>(3-4丁櫓)       | 5    |
| M16 巾着船口船*             | -                              | -             | -                | - (3丁櫓)              | -    |
| M17 巾着船灯船*             | -                              | -             | -                | - (2丁櫓)              | -    |
| M18 カンコ船               | 昭和30~40年代<br>(佐賀県鎮西町, 浜崎新蔵)    | -             | 釣船               | 櫓1-2, 帆              | 7    |
| M19 連子伝馬               | 昭和30年頃(長崎県北松<br>字久町, 釣崎義之助)    | 九州西城          | 連子延縄母船<br>(搭載釣船) | 櫓1                   | 3~4  |
| M20 生月炭炭船              | 戦前(昭和20年以前)<br>(生月町館浦, 松本金二郎)  | 九州西城,<br>生月周辺 | 薪・炭の運搬           | 櫓1-2                 | 5    |
| M21 長崎サンパン<br>(長崎港渡海船) | 明治~大正~昭和25年迄<br>(長崎市京泊町, 清水直治) | 長崎港内          | 渡海業務             | 櫓1-2, (大正初,<br>後動力化) | 5    |
| M22 下田江戸<br>伝馬チョキ      | 江戸時代<br>(1824小沢佐衛義)            | 江戸地方の<br>河川域  | 荷船               | 帆, 櫓1, チョキ           | 3~4  |

\*) 堀宝水産(株): 築網漁業・漁網の歩み(未発表)

表 5 - 2 実験に用いた和船漁舟の船型要素

Hull-type elements of the wasens used for the towing test.

| No.  | L    | B   | D   | L/B | L/D  | B/D | draft |    | △(ton) |      | Wet S.A. | trim |    |
|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-------|----|--------|------|----------|------|----|
|      |      |     |     |     |      |     | Ho    | Fo | Ho     | Fo   |          |      |    |
| 1*   | 1024 | 128 | 89  | 4.7 | 11.5 | 1.5 | 48    | 52 | 9.2    | 4.1  | 14.4     | 16.5 | 20 |
| 3*   | 1092 | 134 | 101 | 4.6 | 10.8 | 1.2 | 50    | 65 | 6.4    | 8.8  | 17.8     | 20.7 | 20 |
| 4*   | 1090 | 157 | 116 | 4.8 | 9.0  | 1.9 | 54    | 72 | 4.8    | 7.8  | 17.4     | 22.9 | 20 |
| 7*   | 1090 | 111 | 89  | 5.1 | 12.1 | 1.4 | 48    | 62 | 2.2    | 9.0  | 11.9     | 18.1 | 20 |
| 9*   | 1094 | 116 | 112 | 4.7 | 9.0  | 1.9 | 61    | 76 | 4.0    | 9.9  | 15.8     | 19.8 | 20 |
| 2*   | 1094 | 116 | 88  | 6.4 | 10.2 | 1.3 | 43    | 58 | 3.3    | 9.5  | 14.5     | 18.9 | 20 |
| 5*   | 1090 | 109 | 104 | 4.6 | 10.4 | 1.6 | 57    | 68 | 5.0    | 8.0  | 19.0     | 25.5 | 20 |
| 6*   | 1190 | 109 | 104 | 5.8 | 9.9  | 1.3 | 58    | 70 | 7.0    | 10.0 | 24.0     | 28.9 | 20 |
| 8*   | 1190 | 104 | 105 | 4.2 | 9.6  | 1.3 | 61    | 74 | 7.6    | 12.3 | 26.1     | 34.5 | 20 |
| 10*  | 1090 | 109 | 100 | 5.0 | 8.8  | 1.7 | 43    | 68 | 2.6    | 7.2  | 13.8     | 21.8 | 20 |
| 11*  | 1090 | 109 | 88  | 5.1 | 12.3 | 1.4 | 57    | 67 | 2.2    | 4.8  | 14.8     | 20.8 | 20 |
| 12*  | 830  | 119 | 88  | 4.3 | 9.4  | 2.2 | 41    | 57 | 8.0    | 5.1  | 13.8     | 18.0 | 20 |
| 15*  | 1180 | 100 | 128 | 4.9 | 9.2  | 1.8 | 44    | 63 | 4.4    | 8.4  | 20.8     | 26.5 | 20 |
| 16*  | 860  | 146 | 109 | 3.9 | 8.8  | 1.3 | 46    | 70 | 2.6    | 7.3  | 15.7     | 22.5 | 20 |
| 17*  | 788  | 194 | 102 | 4.0 | 7.5  | 1.8 | 43    | 63 | 2.1    | 4.2  | 10.3     | 14.8 | 20 |
| 18*  | 710  | 159 | 87  | 4.5 | 10.6 | 1.4 | 28    | 38 | 0.9    | 1.8  | 7.1      | 8.7  | 20 |
| 14*  | 880  | 137 | 88  | 4.8 | 10.5 | 1.8 | 27    | 31 | 1.0    | 1.2  | 4.7      | 7.8  | 20 |
| 18*  | 880  | 120 | 88  | 5.7 | 10.8 | 1.8 | 25    | 28 | 1.1    | 1.4  | 7.8      | 8.5  | 13 |
| 19*  | 489  | 135 | 95  | 3.2 | 8.9  | 1.9 | 23    | 34 | 0.5    | 1.2  | 5.8      | 7.9  | 10 |
| 20*  | 840  | 132 | 98  | 4.9 | 10.9 | 1.2 | 23    | 32 | 0.7    | 1.1  | 5.7      | 7.0  | 20 |
| 21*  | 836  | 218 | 106 | 4.3 | 8.8  | 1.1 | 47    | 58 | 3.5    | 5.9  | 15.0     | 18.0 | 20 |
| 22*  | 788  | 194 | 98  | 3.6 | 12.8 | 1.8 | 22    | 32 | 1.2    | 3.2  | 10.5     | 12.1 | 10 |
| 11*  | 1860 | 209 | 88  | 5.1 | 14.9 | 1.8 | 32    | 51 | 2.2    | 4.8  | 12.8     | 18.8 | 10 |
| 22*  | 788  | 196 | 98  | 3.6 | 12.0 | 1.9 | 18    | 28 | 1.2    | 2.2  | 10.0     | 11.5 | 10 |
| min. | 490  | 120 | 98  | 3.2 | 7.5  | 1.7 | 18    | 28 | 0.5    | 1.1  | 5.8      | 7.0  |    |
| max. | 1290 | 304 | 125 | 5.7 | 13.3 | 3.8 | 61    | 88 | 7.4    | 12.9 | 26.1     | 34.5 |    |
| mean | 823  | 212 | 92  | 4.4 | 10.3 | 1.4 | 40    | 55 | 3.0    | 5.2  | 13.7     | 17.9 |    |
| s.d. | 289  | 45  | 25  | 0.8 | 1.5  | 0.4 | 13    | 17 | 1.9    | 3.0  | 9.2      | 8.9  |    |

Remarks: Ho; Half load condition. Fo; Full load condition.  
Wet S.A.; Wetted surface area(m<sup>2</sup>).  
Model ship's scale ratios are \*1/18, \*1/38 and \*1/15.

5.1.1 模型曳航実験における抵抗性能分析の方法

小型模型を使用しての抵抗試験法としては、回流水槽を使用した実験例が報告されているが、この試験法は境界層内の乱れや水槽側壁の影響などの多くの問題点があった<sup>76)</sup>。しかし近年、精度的にも優れた大型の長水槽を用いた曳航試験が各研究機関で行われているので本論の和船漁舟模型による抵抗試験もこの曳航水槽を使用して行うことにした。

本試験に使用した曳航水槽は、北海道大学水産学部の長さ50m、幅3.5m、深さ1.8mの長水槽である。曳引台車による曳航速度は0.01~2.00m/secの範囲中、任意の速度が選択でき、0.06gの加速で設定速度に達したのち等速走行に移行する。全抵抗の計測は水平方向の抵抗検力計(5kgf)を用いて行った。ここで、曳航水槽では側壁影響に対する考慮が必要であるが、横山等<sup>68)</sup>が実施した同様な抵抗試験と比べ、模型の相対寸法が十分小さく無視できるとみなした。なお、この水槽の諸元等は、天下井等<sup>77)</sup>が報告している。

次に、模型試験の精度と関連して模型船寸法の問題がある。これについては種々検討されているが、模型船の大きさや尺度影響に対する考慮は、現在迄にかなり議論<sup>52-53),70-71),78-79)</sup>が為されている。本試験の和船漁舟の場合、実船の長さが4.9~12.9m、平均で9.2mと小さいことと、最近の小型漁舟の高速化を睨んで船速はラストハンプ(last hump)付近まで計測したいという考えもあって、鈴木等が行った同様な試験<sup>79)</sup>で模型船長0.7mと1.8mとで約1割程度の誤差に収まること、また、この確認のためには付録1に示すように縮尺率を変えた2種類の模型実験を行い、その結果をも考慮して、縮尺1/10~1/20の模型(Lwl=50~71cm)を製作した。また、模型船の表面は、木工パテで充填し、乾燥後水ペーパーで磨き、船体の凹凸を調整しニスを2回塗装して水漏れを防ぎ平滑に

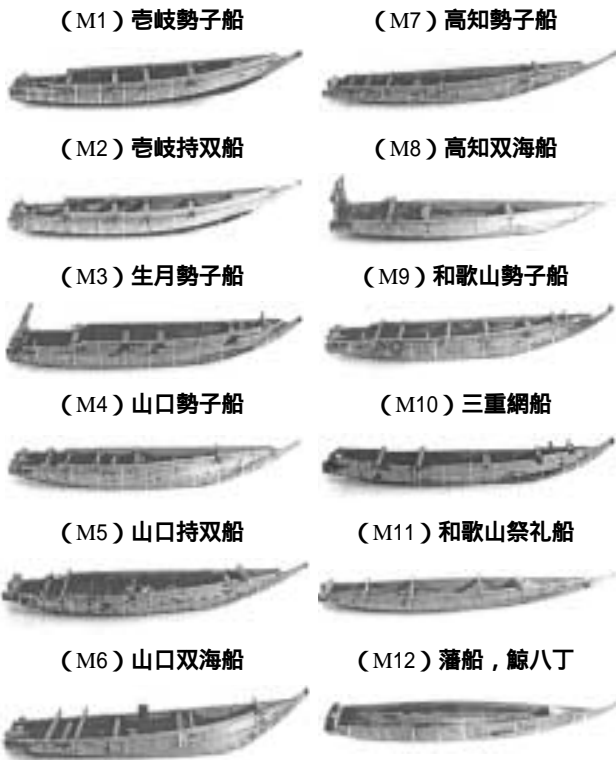


図 5 - 1(1) 実験に用いた模型船(鯨船とその類似船)  
Profile of model ship for towing test (whaling and its similar type boat).

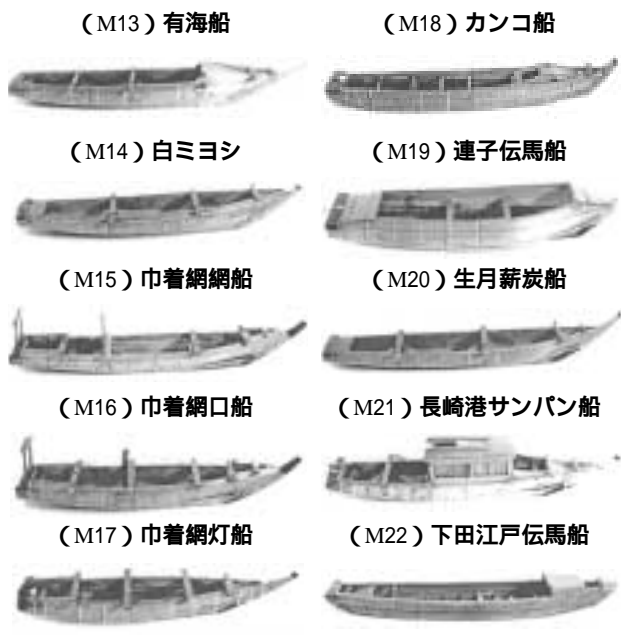


図 5 - 1(2) 実験に用いた模型船(網船・釣船・運搬船)  
Profile of model ship for towing test (seiner, angling and carrier boat).

仕上げた。なお、乱流促進用スタッド<sup>72),80)</sup>等は、特に取り付かなかった。

模型試験における初期設定に関しては、次の点を考慮した。

1) 曳航点

曳航点について藤井等<sup>81)</sup>および鈴木等<sup>79)</sup>によると、抵抗試験時の曳航点の前後位置、高さおよび方向は抵抗値計測に影響を与えている。しかし、和船漁舟では、推進に主として櫓、櫂、帆を用いたが、帆を使用した場合、帆心はかなり上方に位置する。また、人間が櫓や櫂を操作する場合、その推力中心は水面下にある。一方、漕ぎ手人員とも関係するが、人間の臍付近にある重心位置を勘案すると船の重心位置は水線付近から舷端近くまで上昇すると考えられる。そこで本試験では、曳航点を船の中心線上で、船体中央の舷端高さ付近に設定した。

2) 喫水

喫水は、満載と半載（稼動時の載荷状態）とを設定して行った。満載状態は各船とも最低舷端の小縁（こべり）を除いた上端から約20cm下方の位置とし、半載は、調査資料<sup>23)</sup>から船体中央で根板（または加敷）と上柵との交点、通称チェーン位置として喫水を設定した（第3章、試験船における排水量等曲線図参照）。

3) トリム (TR)

小林等の例<sup>52)</sup>もあるが、ここでは船首、船尾トリムおよび等喫水の3状態を満載および半載に対して設定し、1船について計6状態を設定した。トリムは実船換算で10~20cm、すなわち、TR/Lpp=0.8~1.8%、トリム角度0.5~1.2度の範囲となった。一般に和船漁舟は、等喫水もしくは船尾トリムで使用される場合が多いが、現在のように船外機を搭載した場合、高速時には半滑走状態を呈し、著しい船尾トリムを生ずる。そこで、本試験では初期設定に船首トリムも加え、中速および高速時のトリム影響も調査した。また、曳航時のトリム計測は、船首尾垂線 (F.P.およびA.P.) 位置における船首尾沈下量の自動計測によったが、これが不可能の場合は写真解析によった。

以上、本研究に使用した和船漁舟の推進は、人力の櫓漕ぎや自然の風を利用する帆に依存したことから、実船で考えられる最大速度は精々10ノット程度までと考えているが、本抵抗試験では、曳航速度を0.2~1.8 (m/sec) までを0.1 (m/sec) ずつ増速させて計測したので実船換算約15ノットまでとなった。なお、予備実験において、低速では層流の影響が大きいと考えられたので、解析には曳航速度0.5 (m/sec) 以上、実船換算約3ノット以上のものを採用した。

次に、模型抵抗試験の解析法は、従来から種々の方法<sup>52),53),68~75)</sup>で行われている。これらを参考にして、模型船ではなく実船に換算した（実船相当の）全抵抗係数値で表現した。抵抗試験において曳航速度を半滑走状態まで増加させた場合、顕著な船尾トリムと船体浮揚を示す。この時、静止時の水線長と中速~高速に至る間の水線長は同一長さではなく、また排水容積も異なるので、解析法は小林<sup>53)</sup>の報告例にならい、形状影響係数 (form factor K) を用いない2次元解析法を採用した。また、各供試船の抵抗値を比較

する場合、横軸には船速を示す項として静止時の水線長フルード数  $F_n (=M \cdot v \cdot (L_{WL} \cdot g)^{-0.5})$  と排水容積フルード数  $F_n (=M \cdot v \cdot (M^{-1/3} \cdot g)^{-0.5})$  とを併記し、縦軸には全抵抗係数を示した。また、本試験で用いた供試船の半載および満載の排水量は表5-2に示すように実船換算で0.5~12.3t、全平均は4.2tであったことから、それぞれの和船漁舟の船型比較をする場合には、同一の大きさにする必要から、各船とも排水量を5tに換算した全抵抗係数値によって比較した。以下にこれらの変換法を順次説明していくことにする。

模型船の全抵抗係数  $M \cdot R_T$  は、

$$M \cdot R_T = M \cdot R_T / (M \cdot M^{-2/3} \cdot M \cdot v^2 / 2) \dots\dots\dots (5.1)$$

とした。ここで

- $M \cdot R_T$  : 模型船の全抵抗値 (kgf)
- $M$  : 清水の密度 (kgf・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)
- $M$  : 模型船の排水容積 (m<sup>3</sup>)
- $M \cdot v$  : 模型船の曳航速度 (m/sec)

である。

次に、実船の全抵抗係数値  $S \cdot R_T$  は以下の順序で算定した。まず模型試験で計測した全抵抗を分解して、Schoenherrの摩擦抵抗の実験式から摩擦抵抗  $M \cdot R_F$  を求めたのち、これを全抵抗から減じて剰余抵抗  $M \cdot R_R$  を求める。ここでそれぞれの抵抗係数は、先の(5.1)式の変換式において、摩擦抵抗係数は浸水表面積、剰余抵抗係数は排水容積をベースにして求めた値である。次に、実船の全抵抗係数は、模型実験から得られた  $M \cdot R_R$  を用い、フルードの模型相似則により実船剰余抵抗  $S \cdot R_R$  へ換算し、後述の実船摩擦抵抗  $S \cdot R_F$  とを加え実船全抵抗値を求めた後、(5.1)式における水の密度、排水容積および速度の各項で除して求めた。これを以下に詳述する。

Schoenherrの摩擦抵抗係数  $C_{f0}$  は

$$0.242 \cdot C_{f0}^{-0.5} = \log_{10}(L \cdot v^{-1} \cdot C_{f0})$$

ここに、L : 船の水線長 (m)

v : 船の速度 (m/sec)

: 水の動粘性係数 (m<sup>2</sup>/sec)

$C_{f0}$  : 相当平板の摩擦抵抗係数

である。これにより模型、実船それぞれのレイノルズ数に対応する摩擦抵抗係数をSchoenherrの摩擦抵抗表より求める。実船摩擦抵抗  $S \cdot R_F$  は、この  $C_{f0}$  と実船の浸水表面積  $S$  を用いて

$$S \cdot R_F = C_{f0} \cdot (S \cdot S \cdot v^2 / 2) \dots\dots\dots (5.2)$$

である。

次に実船の全抵抗係数  $S \cdot R_T$  は、先に示した模型相似則より求めた  $S \cdot R_R$  を用いて

$$S \cdot R_T = (S \cdot R_F + S \cdot R_R) / (S \cdot M^{-2/3} \cdot M \cdot v^2 / 2) \dots\dots (5.3)$$

である。なお、Schoenherrの摩擦抵抗係数を求める場合の計算で使用する動粘性係数は、模型船では実験時の水槽温度（清水）の水温修正を行い、実船換算の場合には、海水温15℃として計算している。

なお、試験中抵抗値に極端な変動が生じた箇所は、2~3回追試を行い抵抗値を確認した。また、曳航速度を増速した時、船首部に生じた波や大きなトリムにより模型船が一部浸水し試験継続が不可能な場合があった。その場合は、一段前の速

度迄の計測値を有効とした。

5.1.2 曳航実験結果および船型と抵抗性能の特徴

抵抗試験結果の一例を表5-3に示す。これは模型船M13の場合を示しているが、表は実船換算の全抵抗係数値を満載と半載時に分けて表の上と下に示した。この表中の記号は、曳航速度  $v$ 、 $0.5 \sim 1.8$  (m/sec) の範囲を0.1 (m/sec) 毎にフルード数  $F_n$  および  $F_n \nabla$  と実船の対応速度  $V$  (ノット) を示している。次の欄には計測した全抵抗  $M R_T$  (kgf) をもとに、全抵抗係数  $M T$  を求め、またSchoenherrの実験式により摩擦抵抗 ( $M R_F$ ) と剰余抵抗 ( $M R_R$ ) に分解し、実船の摩擦抵抗  $S R_F$  と剰余抵抗  $S R_R$  を換算して全抵抗  $S R_T$  を求め、有効馬力 EHP を算出した。また全抵抗係数  $S T$  と排水量  $5t$  換算の全抵抗係数  $5 T$  も示している。以上の実験結果を全供試船について図5-2(1)~(22)に示した。各供試船は図5-1に示す船番号の順に並べている。この図における上図は満載時、下図は半載時のものをそれぞれ示し、実船換算の各試験曳航速度に対する全抵抗係数  $S T$  を示すとともに対応する  $F_n$  と  $F_n \nabla$  をそれぞれ示す。図中で、大、中および小の印はそれぞれ船尾トリム、等吃水および船首トリムの場合を示し、フルード数表示の水線長は3種のトリム表示がある場合は船尾トリムの水線長で示している。またそれぞれのトリム記号の印で示す位置は、試験時の各段階の設定曳航速度  $0.5 \sim 1.8$  (m/sec) に対応しており、Schoenherr の実験式による摩擦抵抗係数も合わせて表示した。

これらの抵抗試験結果の図を通覧すると、

- 1) 満載および半載状態の全抵抗係数  $S T$  は、 $F_n=0.5$  前後 ( $F_n = 1.1 \sim 1.3$ ) のlast hump付近では、約0.10~0.20の範囲であって、ここでは半載の方が小さい値をとる。これは、全供試船についてほぼ同様な傾向である。しかしそれよりずっと低速の  $F_n$  が  $0.5 \sim 0.7$  (実船速度の3~5ノット) では、大きな相違は認められない。
- 2) トリムの影響については、等喫水時の抵抗と比較して船首トリムで小さく、船尾トリムで大きい傾向がある。これも全船同様な傾向であるが、速い船(例えば勢子船)ほどその傾向があり、また、船が  $F_n = 1.0$  を超えて半滑走状態になると、より顕著に現われている。

このように和船漁舟の高速域(略  $F_n = 1.0$  以上、 $F_n=0.4$  以上)において、船首トリムで抵抗が小さい原因は、航走中のトリムが小さいこと、即ち迎角が小さいことが主たるものであるが、その他に船尾没水部の鱗航の反りによる渦抵抗の減少のほか、船首トリムでは浸水部のミヨシ部分の船首水切角がより鋭角化することによる造波抵抗の減少が考えられる。

図5-3は脊岐持双船の満載等喫水時の曳航試験における船速変化(停止, 低速, 中速および高速の各状態)に対する船の姿勢を示している。この図に示される高速時の半滑走状態になると、船首が浮き上がり船尾が沈下する。その時、幅広な船尾部が接水するなどトリム角(迎角)が大きくなり、抵抗増大に影響していることが考えられる。

表5-3 模型抵抗試験結果 模型船(M13:有海船)の例(上;満載,下;半載)

An example result of towing test of M13 model (upper: full load and lower: half load)

| v   | $F_n$ | $F_n \nabla$ | V    | $mR_t$ | $m r_t$ | $sR_f$ | $sR_r$ | EHP   | $5 r_t$ |
|-----|-------|--------------|------|--------|---------|--------|--------|-------|---------|
| m/s |       |              | kt   | kg     |         | kg     | kg     | ps    |         |
| 0.5 | 0.19  | 0.45         | 3.1  | 0.009  | 0.043   | 3.8    | 2.0    | 0.12  | 0.027   |
| 0.6 | 0.23  | 0.54         | 3.7  | 0.012  | 0.042   | 5.3    | 2.9    | 0.21  | 0.027   |
| 0.7 | 0.27  | 0.63         | 4.3  | 0.018  | 0.047   | 7.0    | 6.1    | 0.39  | 0.031   |
| 0.8 | 0.30  | 0.72         | 4.9  | 0.029  | 0.057   | 8.9    | 14.0   | 0.77  | 0.042   |
| 0.9 | 0.34  | 0.82         | 5.5  | 0.040  | 0.063   | 11.1   | 21.5   | 1.24  | 0.048   |
| 1.0 | 0.38  | 0.91         | 6.1  | 0.062  | 0.079   | 13.5   | 40.0   | 2.26  | 0.064   |
| 1.1 | 0.42  | 1.00         | 6.8  | 0.096  | 0.100   | 16.1   | 70.4   | 4.01  | 0.085   |
| 1.2 | 0.45  | 1.09         | 7.4  | 0.145  | 0.127   | 18.9   | 115.9  | 6.82  | 0.112   |
| 1.3 | 0.49  | 1.18         | 8.0  | 0.209  | 0.157   | 21.9   | 176.5  | 10.87 | 0.141   |
| 1.4 | 0.53  | 1.27         | 8.6  | 0.296  | 0.152   | 25.1   | 198.7  | 13.21 | 0.137   |
| 1.5 | 0.57  | 1.36         | 9.2  | 0.260  | 0.146   | 28.5   | 217.6  | 15.57 | 0.131   |
| 1.6 | 0.61  | 1.45         | 9.8  | 0.278  | 0.137   | 32.1   | 230.0  | 17.68 | 0.123   |
| 1.7 | 0.64  | 1.54         | 10.4 | 0.296  | 0.130   | 36.0   | 242.0  | 19.93 | 0.115   |
| 1.8 | 0.68  | 1.63         | 11.1 | 0.312  | 0.122   | 40.0   | 251.8  | 22.14 | 0.108   |

Remarks: Model condition is  $W=1.926$ kg,  $Lwl=0.71$ m, Wetted surface area= $0.097$ m<sup>2</sup> and scale ratio to the prototype= $1/10$ .

| v   | $F_n$ | $F_n \nabla$ | V    | $mR_t$ | $m r_t$ | $sR_f$ | $sR_r$ | EHP  | $5 r_t$ |
|-----|-------|--------------|------|--------|---------|--------|--------|------|---------|
| m/s |       |              | kt   | kg     |         | kg     | kg     | ps   |         |
| 0.5 | 0.19  | 0.51         | 3.1  | 0.006  | 0.050   | 2.7    | 1.3    | 0.08 | 0.030   |
| 0.6 | 0.23  | 0.62         | 3.7  | 0.009  | 0.052   | 3.8    | 2.5    | 0.16 | 0.033   |
| 0.7 | 0.27  | 0.72         | 4.3  | 0.013  | 0.056   | 5.1    | 4.4    | 0.28 | 0.037   |
| 0.8 | 0.30  | 0.82         | 4.9  | 0.018  | 0.059   | 6.5    | 7.1    | 0.46 | 0.040   |
| 0.9 | 0.34  | 0.92         | 5.5  | 0.025  | 0.063   | 8.0    | 11.1   | 0.73 | 0.045   |
| 1.0 | 0.38  | 1.03         | 6.1  | 0.041  | 0.085   | 9.8    | 24.6   | 1.45 | 0.067   |
| 1.1 | 0.42  | 1.13         | 6.8  | 0.059  | 0.101   | 11.6   | 39.8   | 2.39 | 0.053   |
| 1.2 | 0.45  | 1.23         | 7.4  | 0.079  | 0.115   | 13.7   | 57.4   | 3.60 | 0.097   |
| 1.3 | 0.49  | 1.34         | 8.0  | 0.095  | 0.118   | 15.8   | 70.2   | 4.71 | 0.100   |
| 1.4 | 0.53  | 1.44         | 8.6  | 0.106  | 0.113   | 18.2   | 77.5   | 5.65 | 0.096   |
| 1.5 | 0.57  | 1.54         | 9.2  | 0.119  | 0.111   | 20.7   | 86.8   | 6.79 | 0.093   |
| 1.6 | 0.61  | 1.64         | 9.8  | 0.131  | 0.107   | 23.3   | 94.7   | 7.96 | 0.090   |
| 1.7 | 0.64  | 1.75         | 10.4 | 0.140  | 0.101   | 26.0   | 99.3   | 8.98 | 0.085   |
| 1.8 | 0.68  | 1.85         | 11.1 | 0.148  | 0.096   | 28.9   | 102.7  | 9.99 | 0.079   |

Remarks: Model condition is  $W=0.905$ kg,  $Lwl=0.71$ m, Wetted surface area= $0.070$ m<sup>2</sup> and scale ratio to the prototype= $1/10$ .



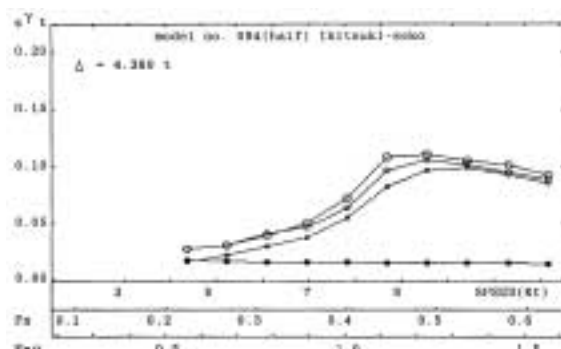
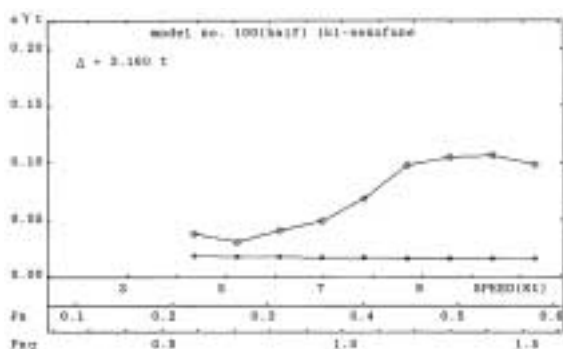
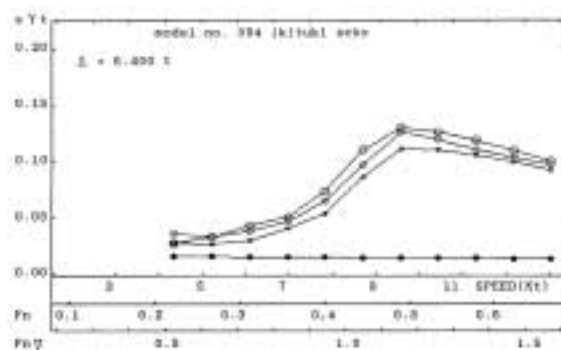
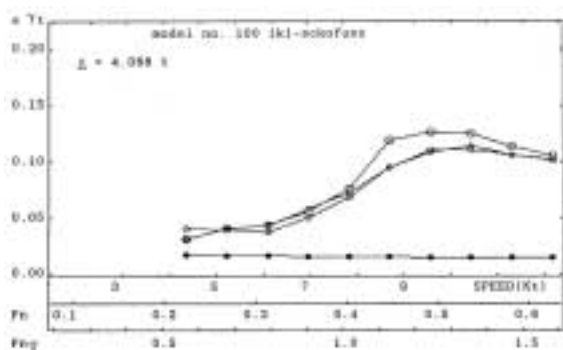


図 5 - 2(1) 実船換算の全抵抗係数  
 [ 杓岐勢子船M1, 上図; 満載, 下図; 半載 ]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\text{t}}$  of model boat number 1 (Iki-seko-bune). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(3) 実船換算の全抵抗係数  
 [ 生月勢子船M3, 上図; 満載, 下図; 半載 ]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\text{t}}$  of model boat number 3 (Ikitsuki-seko-bune). Upper: full load and lower: half load

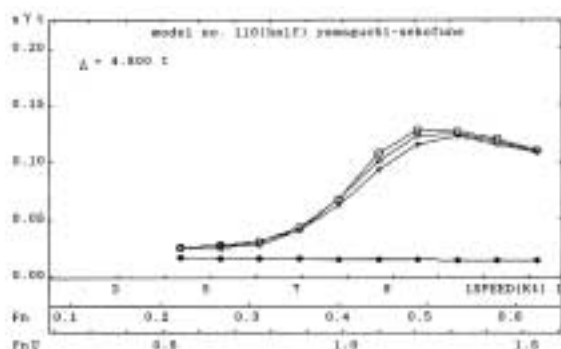
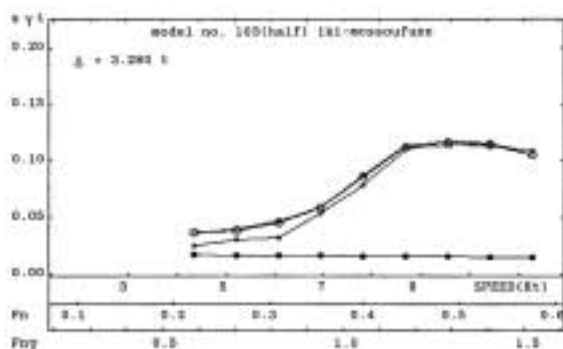
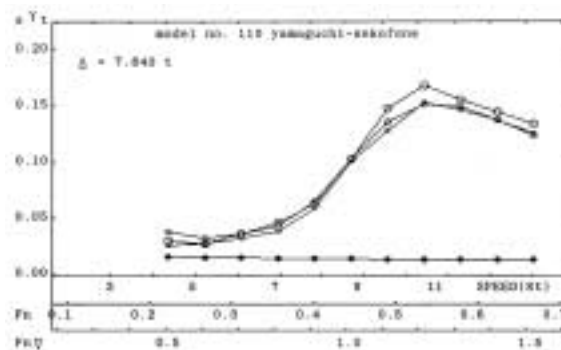
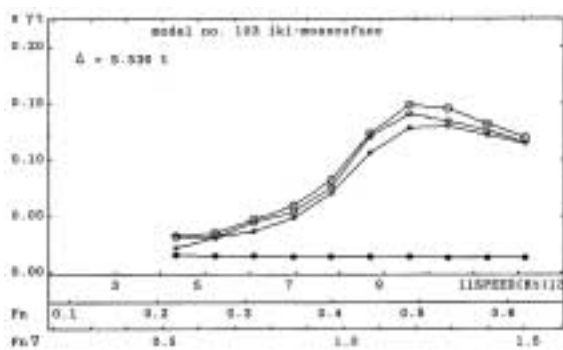


図 5 - 2(2) 実船換算の全抵抗係数  
 [ 杓岐持双船M2, 上図; 満載, 下図; 半載 ]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\text{t}}$  of model boat number 2 (Iki-mossou-bune). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(4) 実船換算の全抵抗係数  
 [ 山口勢子船M4, 上図; 満載, 下図; 半載 ]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\text{t}}$  of model boat number 4 (Yamaguchi-seko-bune). Upper: full load and lower: half load

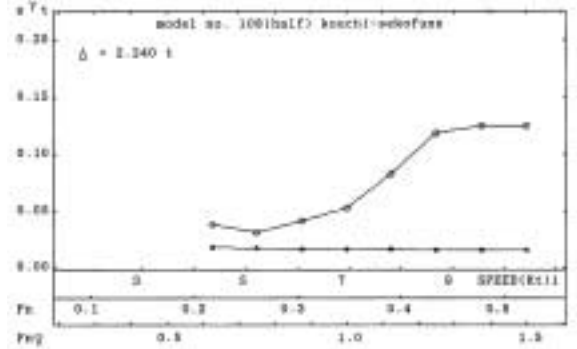
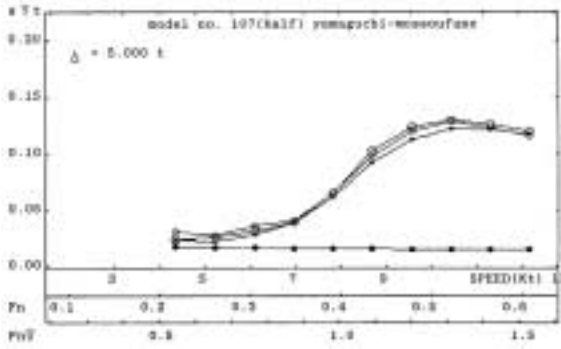
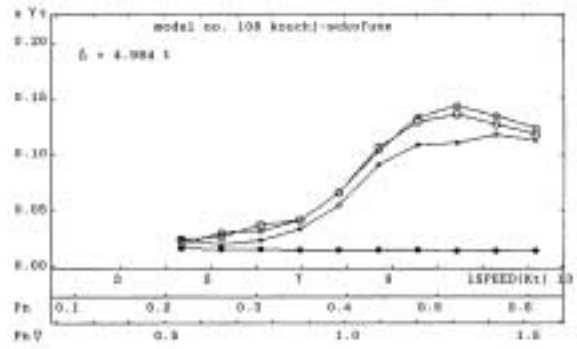
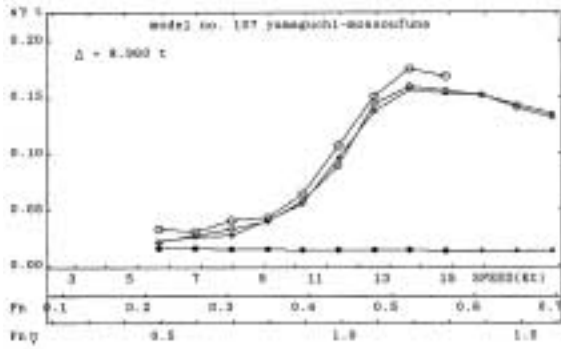


図 5 - 2(5) 実船換算の全抵抗係数  
 [山口持双船M5, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_t$  of model boat number 5 (Yamaguchi-mossou-bune). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(7) 実船換算の全抵抗係数  
 [高知勢子船M7, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_t$  of model boat number 7 (Kochi-seko-bune). Upper: full load and lower: half load

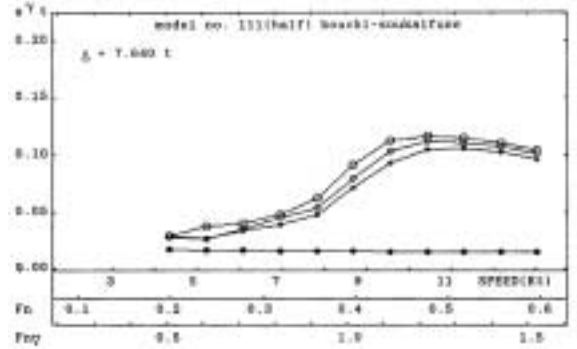
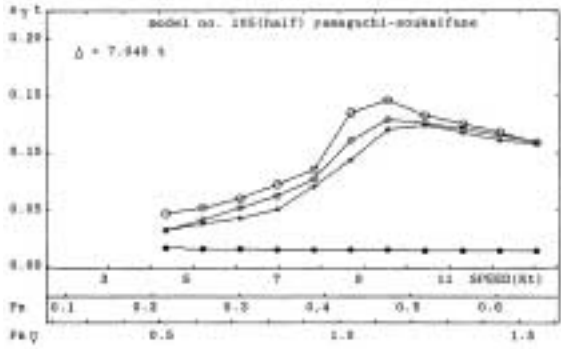
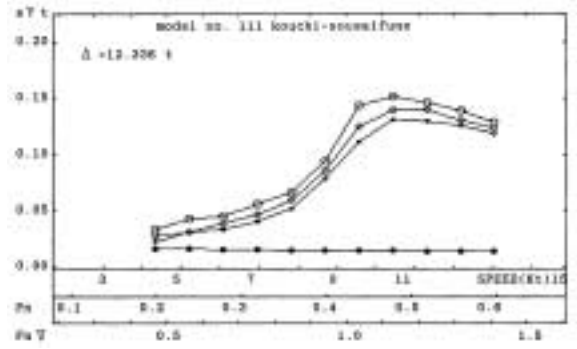
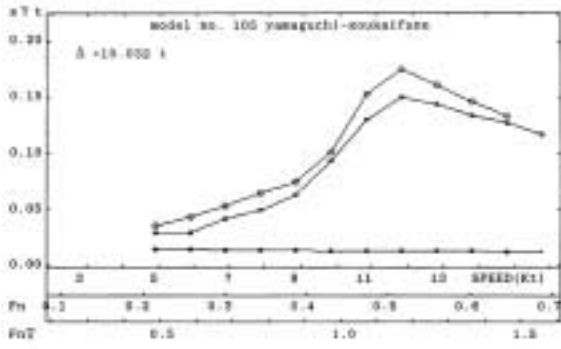


図 5 - 2(6) 実船換算の全抵抗係数  
 [山口双海船M6, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_t$  of model boat number 6 (Yamaguchi-sokai-bune). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(8) 実船換算の全抵抗係数  
 [高知双海船M8, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_t$  of model boat number 8 (Kochi-sokai-bune). Upper: full load and lower: half load

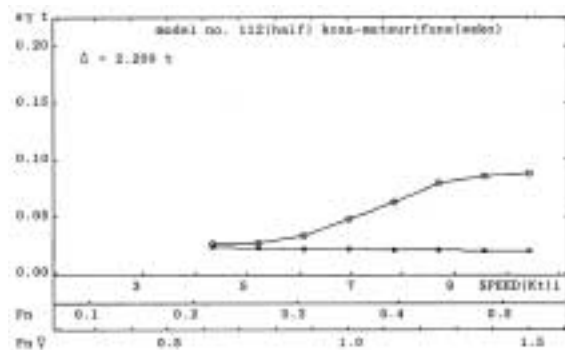
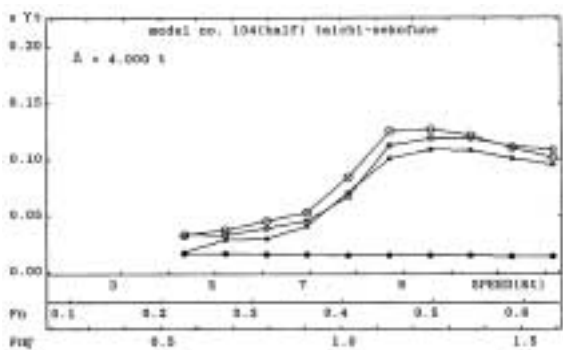
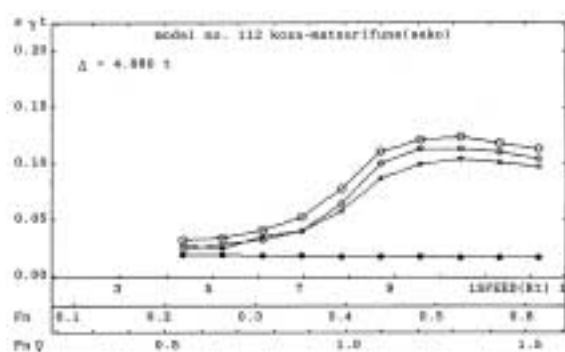
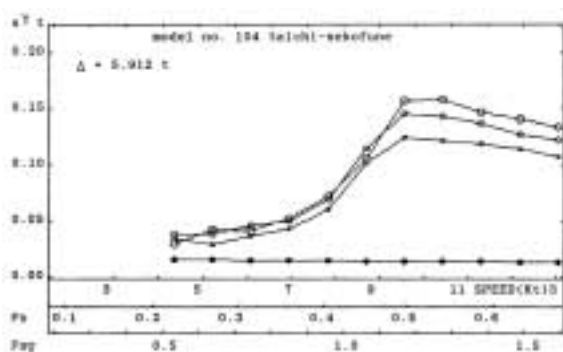


図 5 - 2(9) 実船換算の全抵抗係数  
 〔和歌山勢子船M9, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_t$  of model boat number 9 (Wakayama-seko-bune). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(11) 実船換算の全抵抗係数  
 〔和歌山祭礼船M11, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_t$  of model boat number 11 (Wakayama-sairei-bune). Upper: full load and lower: half load

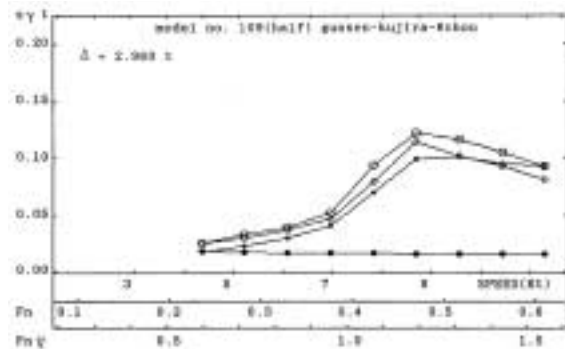
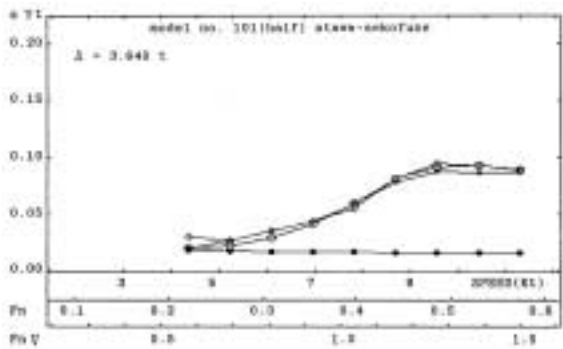
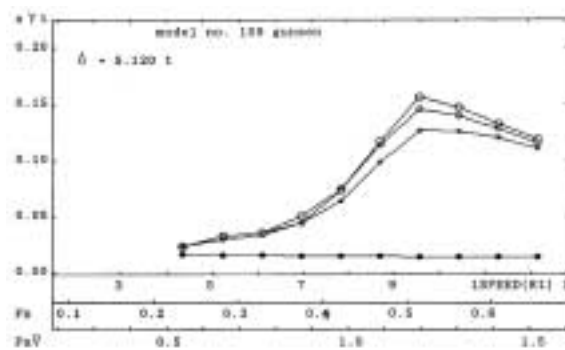
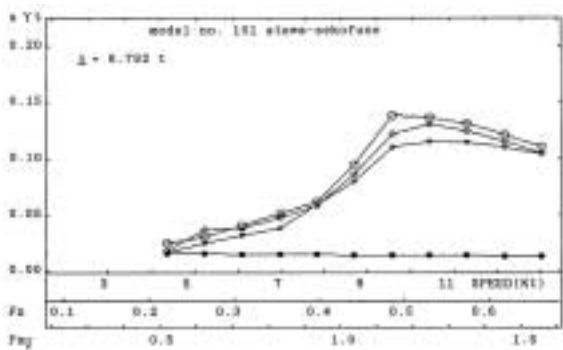


図 5 - 2(10) 実船換算の全抵抗係数  
 〔三重網船M10, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_t$  of model boat number 10 (Atawa-ami-bune). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(12) 実船換算の全抵抗係数  
 〔藩船・鯨八丁M12, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_t$  of model boat number 12 (Kujira-8-chou). Upper: full load and lower: half load

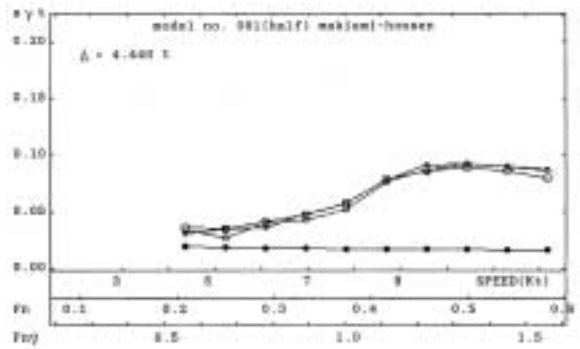
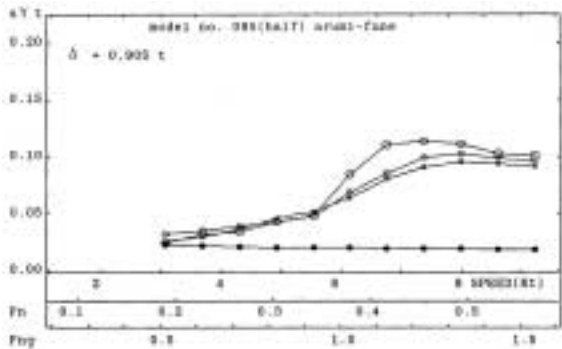
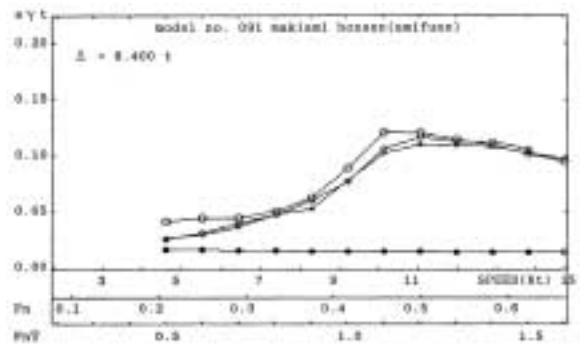
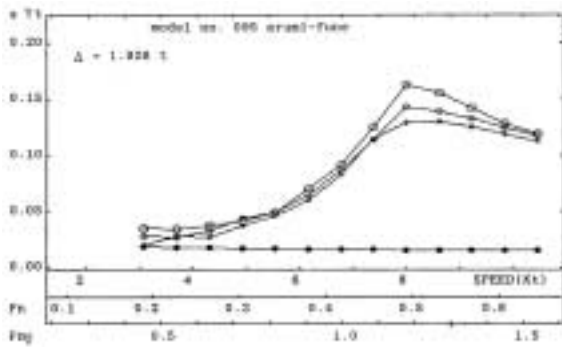


図 5 - 2(13) 実船換算の全抵抗係数  
 [有海船M13, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\Sigma}$  of model boat number 13 (Arumi-bune). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(15) 実船換算の全抵抗係数  
 [巾着網船M15, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\Sigma}$  of model boat number 15 (Kinchaku-ami-bune). Upper: full load and lower: half load

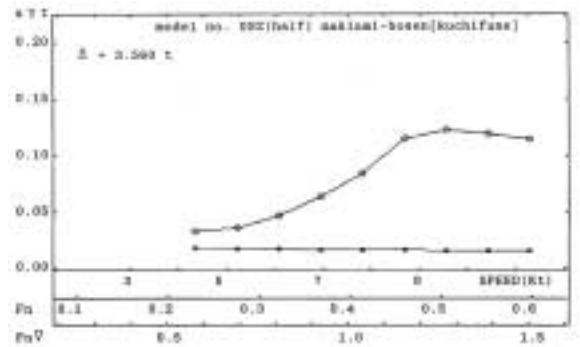
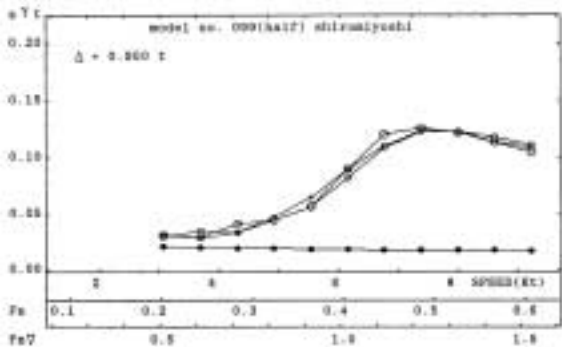
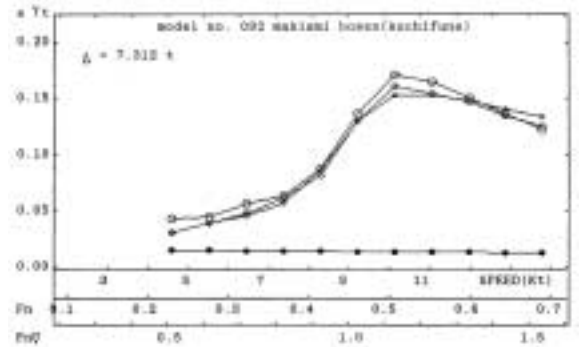
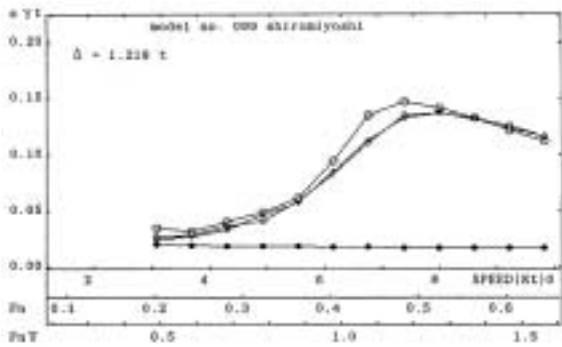


図 5 - 2(14) 実船換算の全抵抗係数  
 [白ミヨシ船M14, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\Sigma}$  of model boat number 14 (Shiromiyoshi). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(16) 実船換算の全抵抗係数  
 [巾着網口船M16, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\Sigma}$  of model boat number 16 (Kinchaku-ami, kuchi-bune). Upper: full load and lower: half load

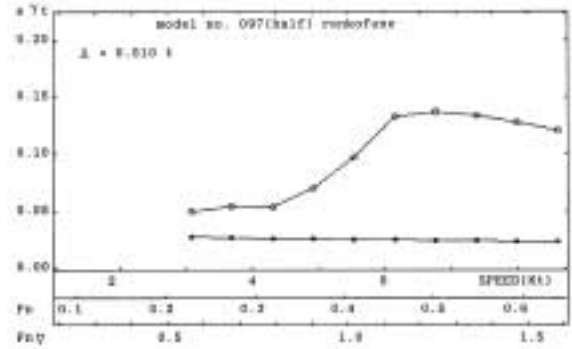
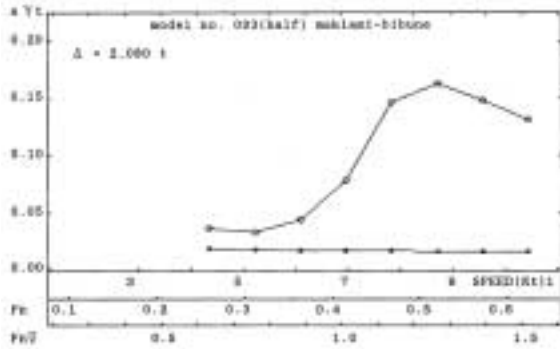
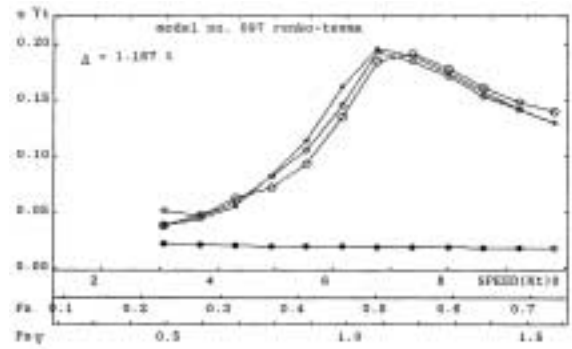
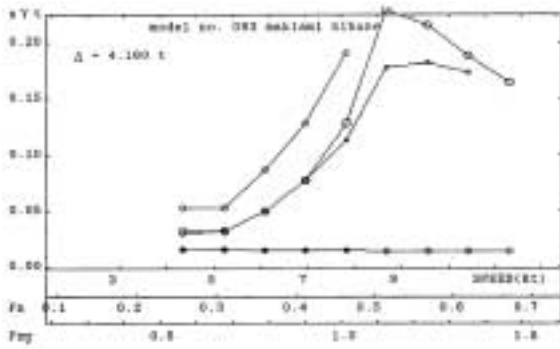


図 5 - 2(17) 実船換算の全抵抗係数  
 [巾着網灯船M17, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\text{t}}$  of model boat number 17 (Kinchaku-ami, hi-bune). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(19) 実船換算の全抵抗係数  
 [連子伝馬船M19, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\text{t}}$  of model boat number 19 (Renko-temma). Upper: full load and lower: half load

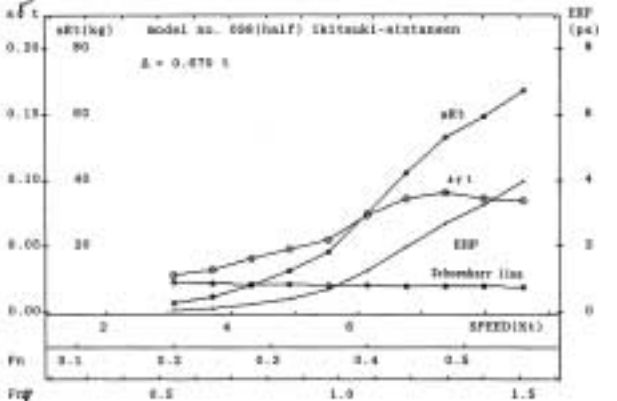
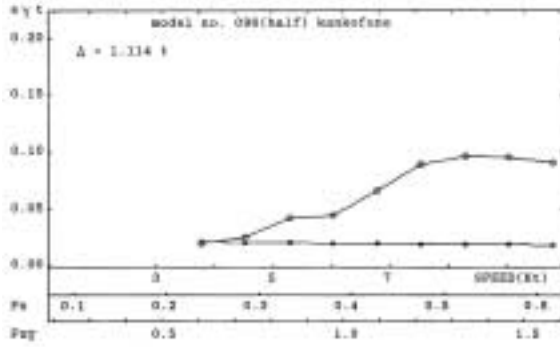
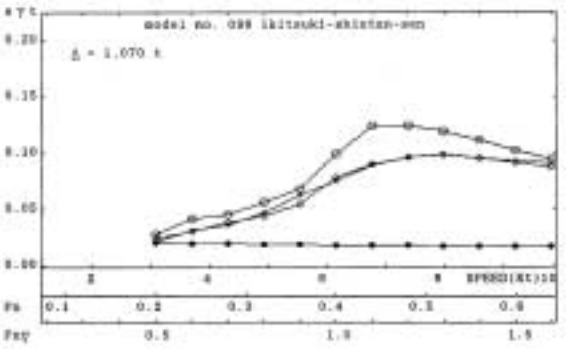
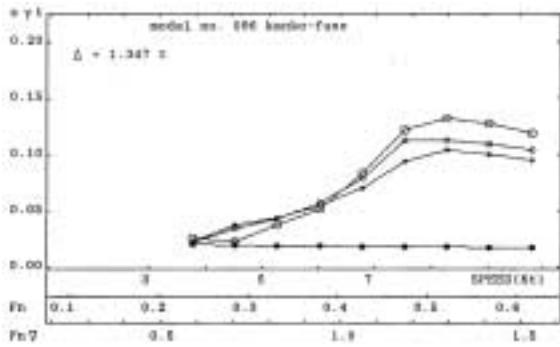


図 5 - 2(18) 実船換算の全抵抗係数  
 [カンコ船M18, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\text{t}}$  of model boat number 18 (Kanco-bune). Upper: full load and lower: half load

図 5 - 2(20) 実船換算の全抵抗係数  
 [生月薪炭船M20, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of the resistance coefficient,  $s_{\text{t}}$  of model boat number 20 (Ikitsuki-shintan-bune). Upper: full load and lower: half load

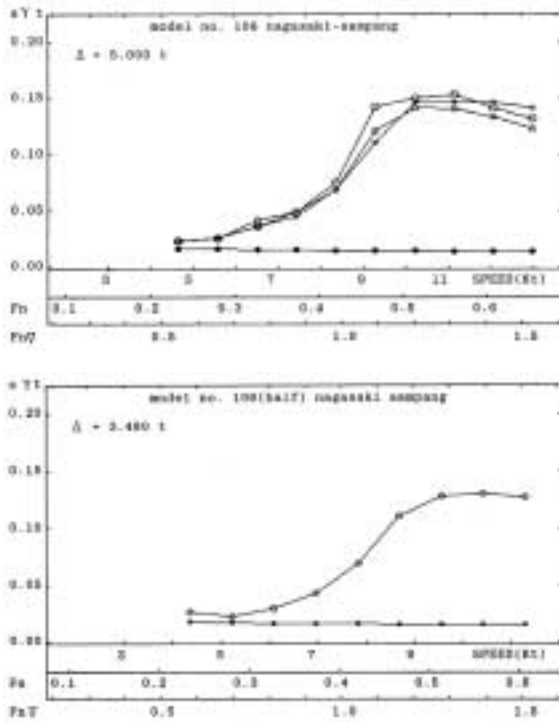


図 5 - 2(21) 実船換算の全抵抗係数  
〔長崎港サンパン船M21, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
Curves of the resistance coefficient,  $s_T$  of model boat number 21 (Sampang of Nagasaki). Upper: full load and lower: half load

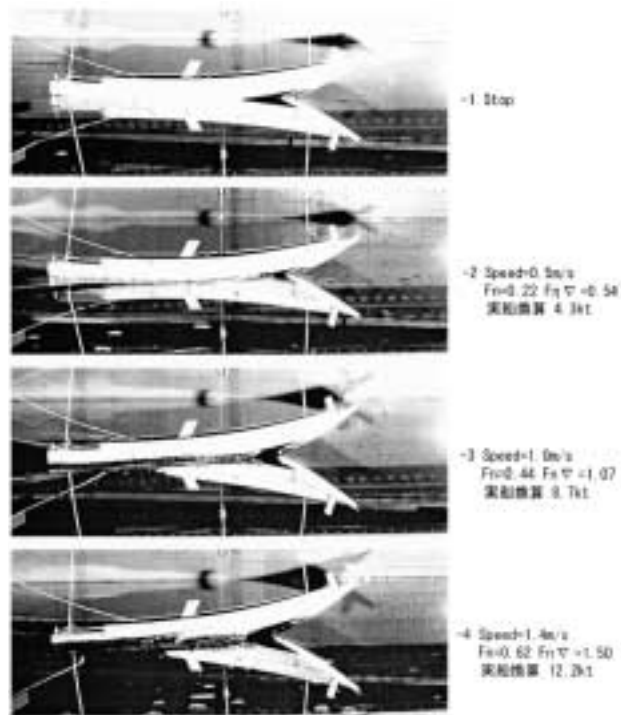


図 5 - 3 曳航実験における船の姿勢〔沓岐持双船M2, 満載時等喫水の例〕  
Profile view of towing test at various speeds, "Iki-mossou-bune", M2 in full load and even keel condition.

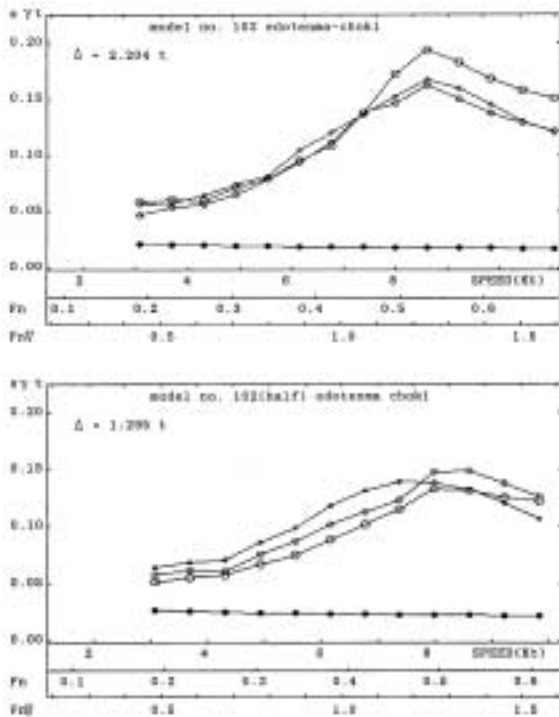


図 5 - 2(22) 実船換算の全抵抗係数  
〔下田江戸伝馬船M22, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
Curves of the resistance coefficient,  $s_T$  of model boat number 22 (Edo-temma in Shimoda). Upper: full load and lower: half load

次に船体排水量を同一にした船型での比較をするために、試験結果全体の船型要素ならびにlast humpにおける5 t換算の全抵抗係数値  $s_T$  を満載と半載に分けて表5-4~5に示した。また、その比較図を鯨船とその類似船は図5-4aに、鯨船を除く一般漁舟は図5-4bにそれぞれまとめて示した。なお、 $s_T$  の表現は、満載と半載のいずれも等喫水時のものを示す。これらによると

- 1) 鯨船とその類似船のうち、抵抗の大きい船は、満載(図5-4a上図)では山口双海船(M6)、同持双船(M5)で、また、last humpにおける  $s_T$  の値は0.19~0.18である。Fn が0.9以下の比較的低速域では、山口双海船と高知双海船(M8)が、他の鯨船よりも0.01~0.03大きい傾向がある。また、半載(図5-4a下図)では、山口双海船(M6)が低速部からlast humpにかけて他の鯨船より0.02~0.06程度、抵抗が大きい。
- 2) 抵抗の小さい船(図5-4a上図)は、満載時のlast hump 付近では、沓岐勢子船(M1)、和歌山の古座祭礼船(M11)、生月勢子船(M3)等で抵抗係数は0.130~0.145である。

これらは、小林等<sup>52)</sup>の実験例と比べると比較的大きな抵抗値となっているが、速度の速い勢子船等では、全抵抗係数は似ている。また、原田等<sup>73)</sup>のペーロン船の抵抗試験では、last hump付近の全抵抗係数は0.044~0.046となっており、高速時(競技中平均)のフルード数(Fn=0.37付近、速度約8ノット)においては0.039程度である。しかし鯨船の中でも全抵抗係数の小さい沓岐勢

表 5-4 和船漁舟満載時の船型要素

Hull-type elements of the wasens in full load conditions.

| M.no | L/B        | L/d         | B/d        | Wet S.A.    | Cb         | Cp         | Cv         | Cm         | Cvp        | σ <sub>T</sub> |
|------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| 1*   | 4.7        | 19.7        | 4.2        | <u>0413</u> | <u>.34</u> | <u>.60</u> | <u>.61</u> | <u>.57</u> | <u>.58</u> | .129           |
| 3*   | 4.6        | 15.9        | 3.5        | <u>0518</u> | <u>.42</u> | <u>.65</u> | <u>.69</u> | <u>.84</u> | <u>.61</u> | .143           |
| 4*   | 4.0        | <u>14.3</u> | 3.6        | <u>0575</u> | <u>.40</u> | <u>.61</u> | <u>.68</u> | <u>.86</u> | <u>.61</u> | .168           |
| 7*   | <u>5.1</u> | <u>17.5</u> | <u>3.4</u> | <u>0453</u> | <u>.35</u> | <u>.61</u> | <u>.61</u> | <u>.57</u> | <u>.57</u> | .160           |
| 9*   | 4.7        | <u>13.5</u> | 2.9        | <u>0490</u> | <u>.36</u> | <u>.63</u> | <u>.65</u> | <u>.57</u> | <u>.55</u> | .162           |
| 2*   | 4.4        | 17.0        | 3.8        | <u>0458</u> | <u>.40</u> | <u>.58</u> | <u>.64</u> | <u>.70</u> | <u>.63</u> | .157           |
| 5*   | 4.0        | <u>13.5</u> | <u>3.4</u> | <u>0445</u> | <u>.38</u> | <u>.62</u> | <u>.66</u> | <u>.61</u> | <u>.57</u> | .177           |
| 6*   | <u>3.8</u> | 15.3        | 4.0        | <u>0473</u> | <u>.43</u> | <u>.71</u> | <u>.66</u> | <u>.61</u> | <u>.65</u> | .192           |
| 8*   | 4.2        | 16.3        | 3.9        | <u>0452</u> | <u>.38</u> | <u>.63</u> | <u>.69</u> | <u>.80</u> | <u>.55</u> | .157           |
| 10*  | <u>5.0</u> | 15.3        | <u>3.0</u> | <u>0545</u> | <u>.46</u> | <u>.64</u> | <u>.71</u> | <u>.72</u> | <u>.65</u> | .147           |
| 11*  | <u>5.1</u> | 18.7        | 3.7        | <u>0520</u> | <u>.38</u> | <u>.65</u> | <u>.66</u> | <u>.59</u> | <u>.57</u> | .133           |
| 12*  | 4.3        | 16.2        | 3.8        | <u>0450</u> | <u>.43</u> | <u>.63</u> | <u>.69</u> | <u>.86</u> | <u>.62</u> | .163           |
| 15*  | 4.5        | 18.7        | 4.1        | <u>0463</u> | <u>.43</u> | <u>.66</u> | <u>.65</u> | <u>.65</u> | <u>.62</u> | .134           |
| 16*  | 3.9        | <u>13.7</u> | 3.5        | <u>0563</u> | <u>.43</u> | <u>.64</u> | <u>.71</u> | <u>.66</u> | <u>.61</u> | .179           |
| 17*  | 4.0        | <u>12.1</u> | <u>3.1</u> | <u>0370</u> | <u>.44</u> | <u>.61</u> | <u>.70</u> | <u>.72</u> | <u>.62</u> | ---            |
| 13*  | 4.5        | 18.2        | 4.1        | <u>0370</u> | <u>.43</u> | <u>.62</u> | <u>.68</u> | <u>.84</u> | <u>.63</u> | .157           |
| 14*  | 4.0        | <u>23.4</u> | <u>5.1</u> | <u>0760</u> | <u>.39</u> | <u>.53</u> | <u>.66</u> | <u>.87</u> | <u>.59</u> | .152           |
| 18*  | <u>5.7</u> | <u>23.4</u> | 4.1        | <u>0376</u> | <u>.35</u> | <u>.72</u> | <u>.72</u> | <u>.77</u> | <u>.76</u> | .192           |
| 19*  | 3.2        | <u>14.3</u> | <u>4.5</u> | <u>0760</u> | <u>.44</u> | <u>.60</u> | <u>.72</u> | <u>.74</u> | <u>.61</u> | .210           |
| 20*  | 4.9        | <u>19.9</u> | 4.1        | <u>0700</u> | <u>.38</u> | <u>.63</u> | <u>.69</u> | <u>.61</u> | <u>.55</u> | .112           |
| 21*  | 4.3        | 15.8        | 3.7        | <u>0450</u> | <u>.41</u> | <u>.66</u> | <u>.68</u> | <u>.82</u> | <u>.62</u> | .159           |
| 22*  | 3.6        | <u>22.3</u> | <u>5.2</u> | <u>1210</u> | <u>.49</u> | <u>.66</u> | <u>.64</u> | <u>.75</u> | <u>.75</u> | .178           |
| min. | 3.2        | 13.5        | 2.9        | .038        | .34        | .58        | .61        | .57        | .55        | .112           |
| max. | 5.7        | 23.4        | 6.2        | .121        | .55        | .72        | .73        | .77        | .76        | .210           |
| mean | 4.4        | 17.1        | 3.9        | .062        | .41        | .64        | .67        | .65        | .61        | .157           |
| s.d. | 0.6        | 2.8         | 0.5        | .021        | .05        | .04        | .03        | .06        | .06        | .023           |
| 11'  | <u>5.1</u> | <u>27.8</u> | <u>2.9</u> | <u>0463</u> | <u>.42</u> | <u>.64</u> | <u>.67</u> | <u>.66</u> | <u>.63</u> | .131           |
| 22'  | <u>3.6</u> | <u>13.8</u> | <u>3.8</u> | <u>1160</u> | <u>.35</u> | <u>.65</u> | <u>.67</u> | <u>.85</u> | <u>.82</u> | .153           |

Remarks: Single underlined values are smaller than mean( $\bar{x}$ ) - s.d. ( $\sigma$ ). Double underlined values bigger than  $\bar{x} + \sigma$ . Model ship's scale ratios are \*1/10, \*1/20 and \*1/15.

子船では、満載の8ノット前後 ( $F_n = 1.0$ 付近)の速度において抵抗係数は約0.087と約2倍であり、競争用に改良されたペーロン船と比較すれば、鯨船は抵抗が大きい。

3) 鯨船を除いた他の一般漁船等では、満載(図5-4b上図)での $\sigma_T$ は種類によって大きく変動している。低速域からlast humpまでの全体を通じて抵抗の大きい船は、巾着網灯船(M17)、連子伝馬(M19)、巾着網口船(M16)、下田江戸伝馬(M22)等で、抵抗の小さい船は、生月薪炭船(M20)、カンコ船(M18)、巾着網網船(M15)等である。抵抗の大きな船と小さな船との差は、低速域で0.02~0.05、last hump 付近で0.05~0.10と大きな値である。

4) 半載(図5-4b下図)でも同様な傾向であるが、低速域で抵抗の大きな船は、下田江戸伝馬、連子伝馬、巾着網口船等でlast hump付近では、巾着網灯船、下田江戸伝馬、連子伝馬であった。逆に抵抗の小さな船は低速からlast humpまで相対的に小さな値であるが、生月薪炭船、巾着網網船、カンコ船、有海船(M13)の順に小さくな

表 5-5 和船漁舟半載時の船型要素

Hull-type elements of the wasens in half load conditions.

| M.no | L/B        | L/d         | B/d         | Wet S.A.    | Cb         | Cp         | Cv         | Cm         | Cvp        | σ <sub>T</sub> |
|------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| 1*   | 4.7        | 22.7        | 4.9         | <u>0360</u> | <u>.30</u> | <u>.58</u> | <u>.55</u> | <u>.52</u> | <u>.56</u> | .124           |
| 3*   | 4.6        | 20.0        | 4.4         | <u>0425</u> | <u>.36</u> | <u>.62</u> | <u>.61</u> | <u>.58</u> | <u>.59</u> | .124           |
| 4*   | 4.0        | 19.2        | 4.8         | <u>0440</u> | <u>.33</u> | <u>.57</u> | <u>.54</u> | <u>.58</u> | <u>.61</u> | .141           |
| 7*   | <u>5.1</u> | <u>27.3</u> | 5.3         | <u>0288</u> | <u>.24</u> | <u>.54</u> | <u>.45</u> | <u>.45</u> | <u>.54</u> | .144           |
| 9*   | 4.7        | <u>18.6</u> | 3.8         | <u>0390</u> | <u>.30</u> | <u>.60</u> | <u>.55</u> | <u>.50</u> | <u>.54</u> | .136           |
| 2*   | 4.4        | 23.3        | 5.2         | <u>0363</u> | <u>.33</u> | <u>.54</u> | <u>.58</u> | <u>.61</u> | <u>.56</u> | .135           |
| 5*   | 4.0        | <u>18.6</u> | 4.7         | <u>0475</u> | <u>.29</u> | <u>.58</u> | <u>.52</u> | <u>.58</u> | <u>.56</u> | .146           |
| 6*   | <u>3.8</u> | 19.1        | 5.0         | <u>0375</u> | <u>.38</u> | <u>.53</u> | <u>.61</u> | <u>.55</u> | <u>.62</u> | .146           |
| 8*   | 4.2        | 21.3        | 5.1         | <u>0453</u> | <u>.31</u> | <u>.53</u> | <u>.55</u> | <u>.52</u> | <u>.56</u> | .129           |
| 10*  | <u>5.0</u> | 23.2        | 4.6         | <u>0398</u> | <u>.36</u> | <u>.58</u> | <u>.61</u> | <u>.62</u> | <u>.59</u> | .112           |
| 11*  | <u>5.1</u> | <u>28.5</u> | 5.6         | <u>0358</u> | <u>.26</u> | <u>.60</u> | <u>.52</u> | <u>.44</u> | <u>.51</u> | .109           |
| 12*  | 4.3        | 22.5        | 5.3         | <u>0340</u> | <u>.34</u> | <u>.58</u> | <u>.57</u> | <u>.59</u> | <u>.60</u> | .133           |
| 15*  | 4.5        | <u>27.1</u> | 6.0         | <u>0500</u> | <u>.33</u> | <u>.60</u> | <u>.58</u> | <u>.55</u> | <u>.57</u> | .111           |
| 16*  | 3.9        | 20.9        | 5.4         | <u>0393</u> | <u>.32</u> | <u>.57</u> | <u>.56</u> | <u>.56</u> | <u>.57</u> | .142           |
| 17*  | 4.0        | <u>18.3</u> | 4.6         | <u>0258</u> | <u>.33</u> | <u>.54</u> | <u>.57</u> | <u>.61</u> | <u>.58</u> | .183           |
| 13*  | 4.5        | <u>27.6</u> | 6.2         | <u>0710</u> | <u>.32</u> | <u>.63</u> | <u>.55</u> | <u>.51</u> | <u>.60</u> | .118           |
| 14*  | 4.0        | 23.7        | 5.3         | <u>0470</u> | <u>.35</u> | <u>.57</u> | <u>.58</u> | <u>.62</u> | <u>.60</u> | .136           |
| 18*  | <u>5.7</u> | <u>27.0</u> | 4.8         | <u>0351</u> | <u>.53</u> | <u>.71</u> | <u>.71</u> | <u>.74</u> | <u>.75</u> | .115           |
| 19*  | 3.2        | 21.4        | 6.7         | <u>0560</u> | <u>.32</u> | <u>.50</u> | <u>.62</u> | <u>.64</u> | <u>.51</u> | .157           |
| 20*  | 4.9        | 25.6        | 5.3         | <u>0570</u> | <u>.31</u> | <u>.60</u> | <u>.59</u> | <u>.52</u> | <u>.53</u> | .107           |
| 21*  | 4.3        | 20.0        | 4.8         | <u>0375</u> | <u>.35</u> | <u>.64</u> | <u>.59</u> | <u>.55</u> | <u>.60</u> | .149           |
| 22*  | 3.6        | <u>32.7</u> | <u>9.1</u>  | <u>1950</u> | <u>.42</u> | <u>.62</u> | <u>.63</u> | <u>.69</u> | <u>.67</u> | .167           |
| min. | 3.2        | 18.6        | 3.8         | .026        | .24        | .50        | .45        | .44        | .51        | .107           |
| max. | 5.7        | 32.7        | 9.1         | .195        | .53        | .71        | .71        | .74        | .75        | .183           |
| mean | 4.4        | 23.0        | 5.3         | .048        | .34        | .53        | .57        | .58        | .58        | .135           |
| s.d. | 0.6        | 4.0         | 1.1         | .018        | .06        | .05        | .05        | .07        | .05        | .019           |
| 11'  | <u>5.1</u> | <u>58.8</u> | <u>11.6</u> | <u>0323</u> | <u>.30</u> | <u>.57</u> | <u>.52</u> | <u>.52</u> | <u>.58</u> | ---            |
| 22'  | <u>3.6</u> | <u>22.1</u> | <u>6.1</u>  | <u>1000</u> | <u>.50</u> | <u>.60</u> | <u>.64</u> | <u>.82</u> | <u>.78</u> | ---            |

Remarks: Same as remarks of table 5-4 above.

り、 $\sigma_T$ は低速( $F_n = 1.0$ )の付近迄は0.04~0.06と小さな値である。また、その他の和船漁舟は、これらの中間にある。

5) 次にlast humpでの $\sigma_T$ に注目してみる。満載時のlast humpは $F_n$ の1.1~1.3の範囲にあって、その $\sigma_T$ は、表5-4によると、0.11~0.21の範囲、この平均値および標準偏差は $0.157 \pm 0.023$ で、半載では同様に $F_n$ は1.1~1.4の範囲、 $\sigma_T$ は、表5-5によると0.11~0.18の範囲、平均値と標準偏差は $0.135 \pm 0.019$ である。

表5-4~5の各船の長さ比等や肥せき係数は、ほぼ正規分布を示す。また、表中の下線は、平均値±標準偏差の値を超えるもの(下線1本は、負の偏り、下線2本は、正の偏り)で、他船と比べて特別な船型要素を持つとみなしても差し支えないものではあるが、 $\sigma_T$ (last humpにおけるピーク値)と船型要素等を対応させて考えると、相対的に抵抗が小さい船は、鯨船等ではM1, M3, M11, その他の漁船等ではM13, M15, M18, M20であり、抵抗の大きい船はそれぞれM5, M6, M8およびM16, M17, M19, M22である。これらに共通して言えることは、抵抗の小さい船はM3, M13, M15を

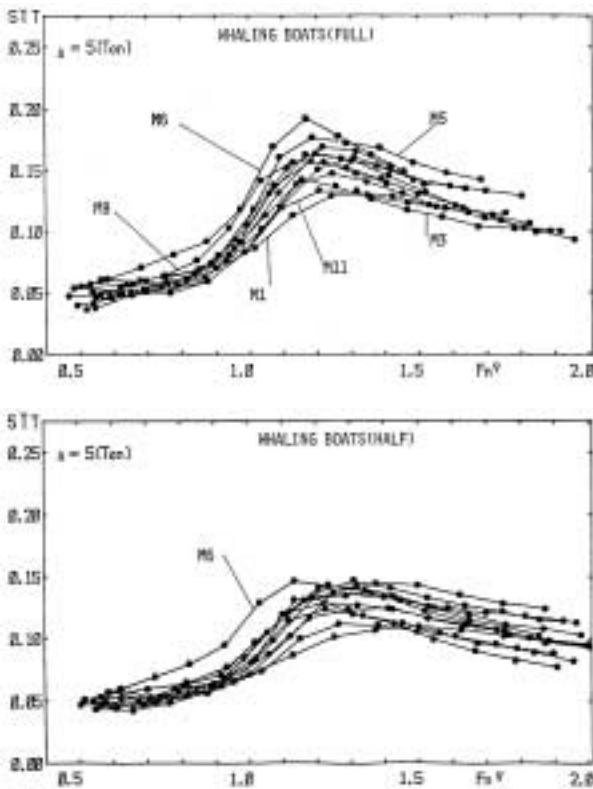


図 5 - 4a 鯨船とその類似船の曳航試験結果の比較〔 $F_n \sim 5 \tau$ 〕(上:満載時,下:半載時)  
Curves of the resistance coefficient,  $s_T$  of various whaling boats at even keel. Upper: full load and lower half-load condition

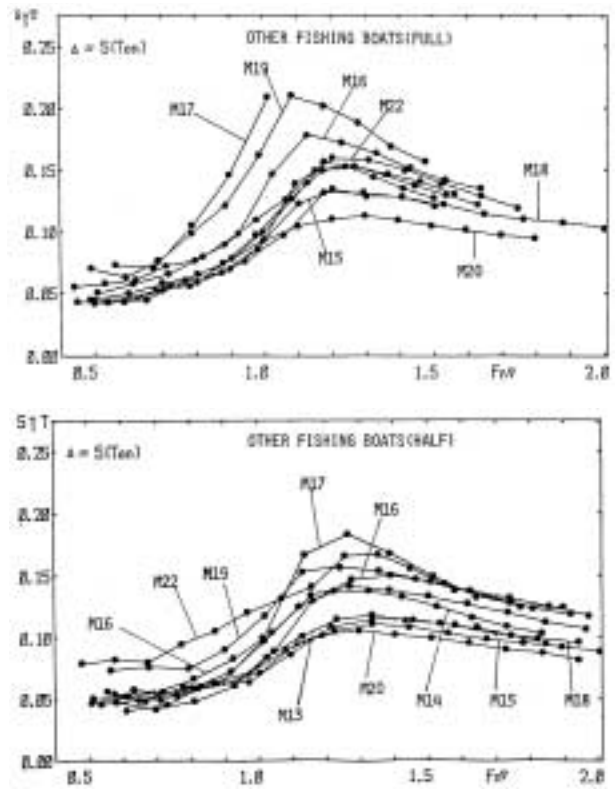


図 5 - 4b 一般漁舟と荷船の曳航試験結果の比較〔 $F_n \sim 5 \tau$ 〕(上:満載時,下:半載時)  
Curves of the resistance coefficient,  $s_T$  of various fishing boats at even keel. Upper: full load and lower half-load condition

除いてL/Bが比較的大きいこと、各肥せき係数が小さいこと(M1, M11)であり、 $C_{vp}$ が小さいこと(M20)である。

また、抵抗の大きい船は、逆にL/Bが小さいもの(M6, M19, M22)、肥せき係数が大きいもの(M6, M16, M17, M19, M22)であるが、M5, M8のように、明確な特徴が認められないものもある。

以上が同一排水量船型での抵抗比較の一般的結果であるが例外もある。カンコ船(M18)は抵抗の小さい船であり、L/Bが特に大きく細長い特徴を持つが、その各肥せき係数はいずれも大きく、抵抗の小さい船が肥せき係数も小さいという一般的傾向と相反している。このように抵抗に関与すると思われる主要な船型要素から抵抗の大小を見積もる場合、一部例外もあるため、より多くの船型要素や船の接水条件(ミヨシ傾斜角や船首水切り角)等も考慮して総合的に判断する必要がある。

### 5.1.3 実船と船漁舟の抵抗値と有効馬力

本項では実船の推進性能を把握するために、前項の結果を拡張して模型曳航実験より算定された実船の全抵抗値( $s_{RT}$ )を用いて有効馬力(EHP)への換算を行なう。

まず模型曳航実験から換算した実船の全抵抗値( $s_{RT}$ )および有効馬力(EHP)曲線を前節の船番号と同様、図5-5(1)~(22)に示した。この図には前項の図5-2を踏襲した形

で Schoenherrによる相当平板の摩擦抵抗係数と実船の全抵抗係数( $s_T$ )(いずれも等喫水時のものを代表させている)も示している。この図の上部は満載時、下部は半載時のものを示す。

図に示すように、各船の抵抗試験結果から、推進手段である主として櫓を用いた推進法において人力馬力から船速を推定する上で注意すべきことは、水線長フルード数  $F_n = 0.2 \sim 0.3$  近辺から徐々に抵抗値の増加が始まり、その後は急激に上昇している点である。これは実船相当の船速で見積もると4~6ノット付近である。これが、人力により出力できる船速の一つの目安とも言えるが、この船速より高速になると前述したように  $s_T$  の増加率が急激となり、もはや人力推進では対応不可能となる。この限界船速を比較することにより、一つ抵抗推進面からの船型評価が可能となる。

### 5.2 和船漁舟の推進性能<sup>2)</sup>

前節に示すように、模型曳航実験から和船漁舟実船の全抵抗係数を推測することができた。本節ではその実船が人力で稼動していた頃の船速の推測とその運用法の分析を試みてみる。これには、熟練者による櫓漕ぎ実験を行ない、また、供試船の抵抗試験結果を対照させて人力推進の船速から実船抵抗値を見出し、櫓漕ぎ時における有効馬力を算定するとともに、その時、推進具操作のために常時平均的に加える力量が



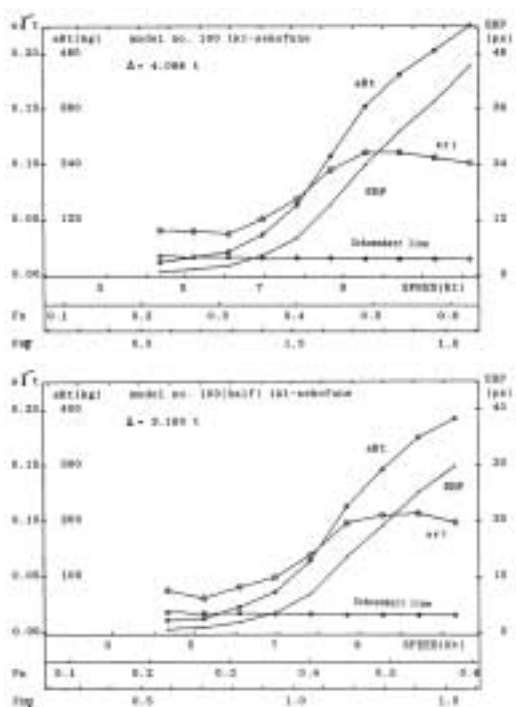


図 5 - 5(1) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [ 宍岐勢子船M1, 上図; 満載, 下図; 半載 ]  
 Curves of total resistance( $\zeta_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Iki-seko-bune), M1 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition in even keel.

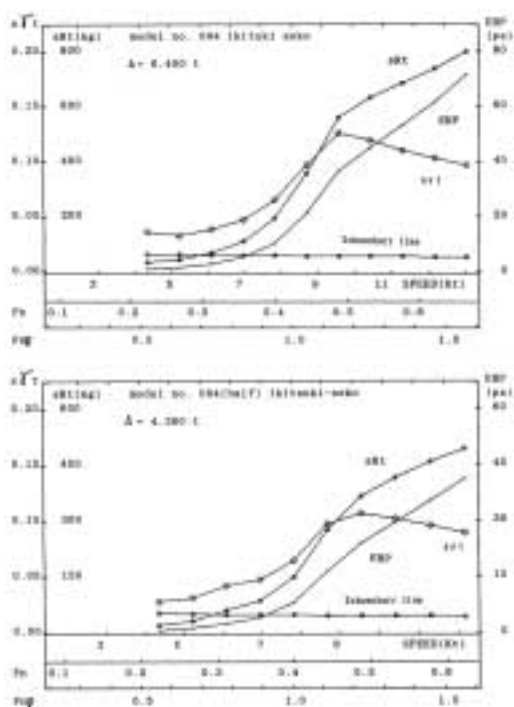


図 5 - 5(3) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [ 生月勢子船M3, 上図; 満載, 下図; 半載 ]  
 Curves of total resistance( $\zeta_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Ikitsuki-seko-bune), M3 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition in even keel.

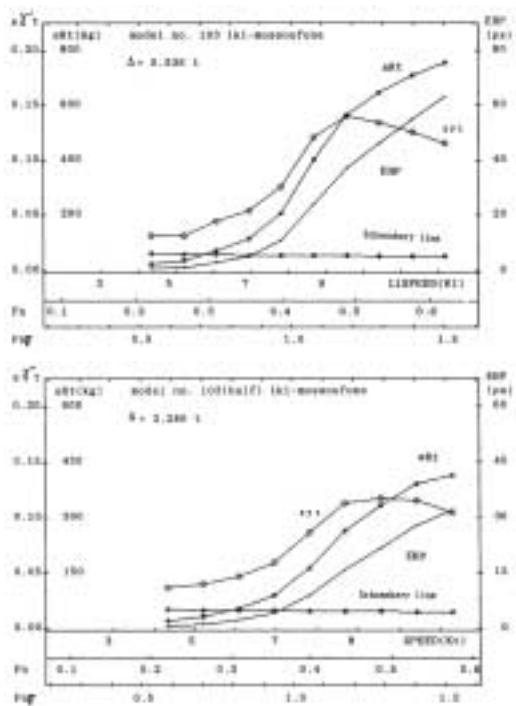


図 5 - 5(2) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [ 宍岐持双船M2, 上図; 満載, 下図; 半載 ]  
 Curves of total resistance( $\zeta_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Iki-mosso-bune), M2 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition in even keel.

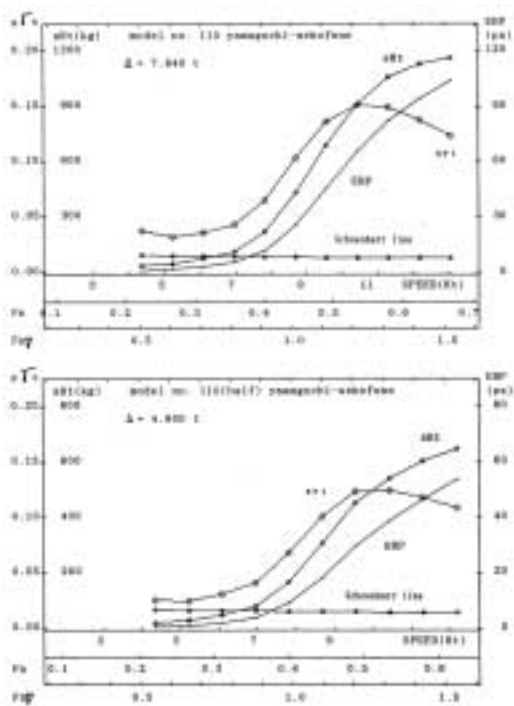


図 5 - 5(4) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [ 山口勢子船M4, 上図; 満載, 下図; 半載 ]  
 Curves of total resistance( $\zeta_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Yamaguchi-seko-bune), M4 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition in even keel.

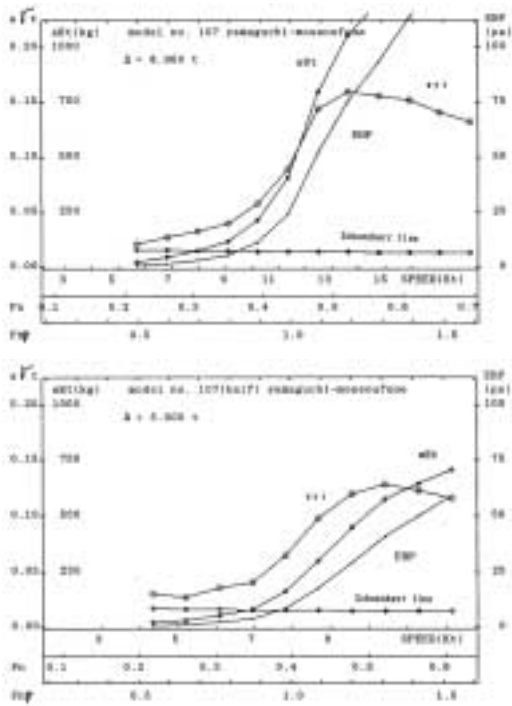


図 5 - 5(5) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [山口持双船M5, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of total resistance( $\zeta_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Yamaguchi-mossou-bune), M5 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition in even keel.

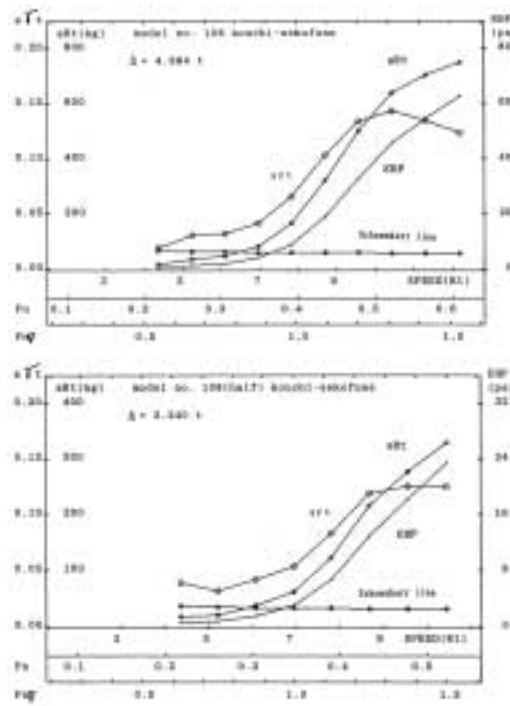


図 5 - 5(7) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [高知勢子船M7, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of total resistance( $\zeta_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Kochi-seko-bune), M7 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

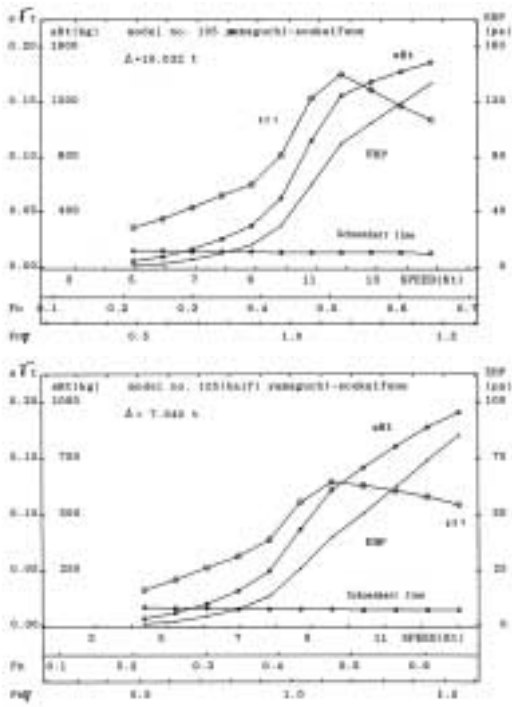


図 5 - 5(6) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [山口双海船M6, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of total resistance( $\zeta_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Yamaguchi-sokai-bune), M6 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition in even keel.

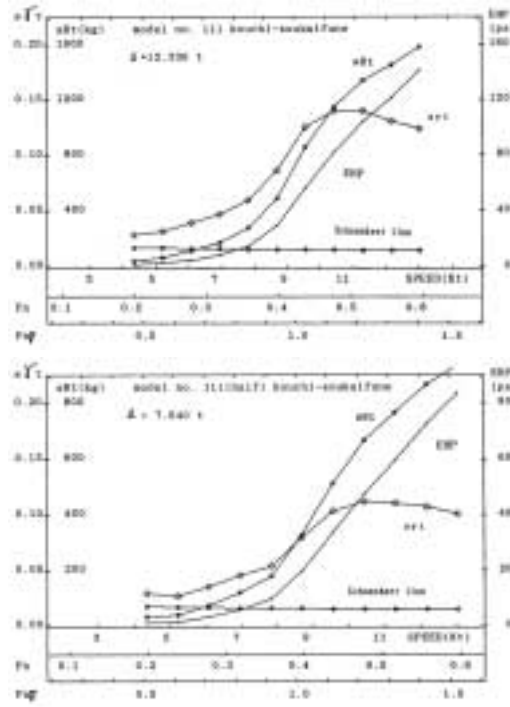


図 5 - 5(8) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [高知双海船M8, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of total resistance( $\zeta_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Kochi-sokai-bune), M8 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

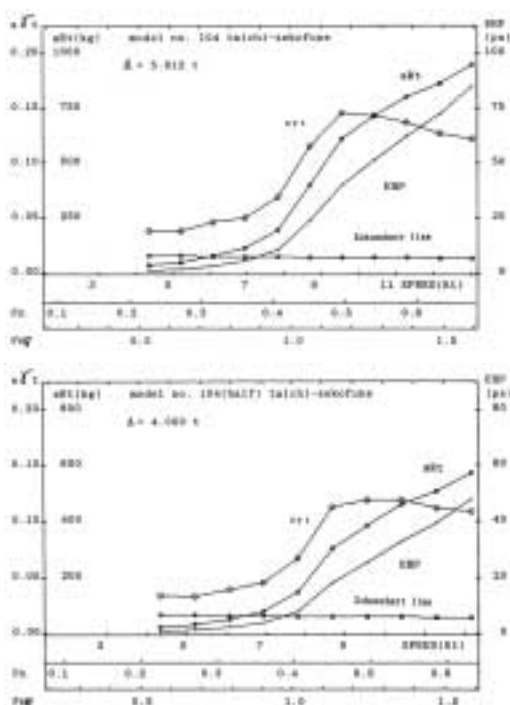


図 5 - 5(9) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
〔和歌山勢子船M9, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
Curves of total resistance( $R_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Wakayama-seko-bune), M9 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

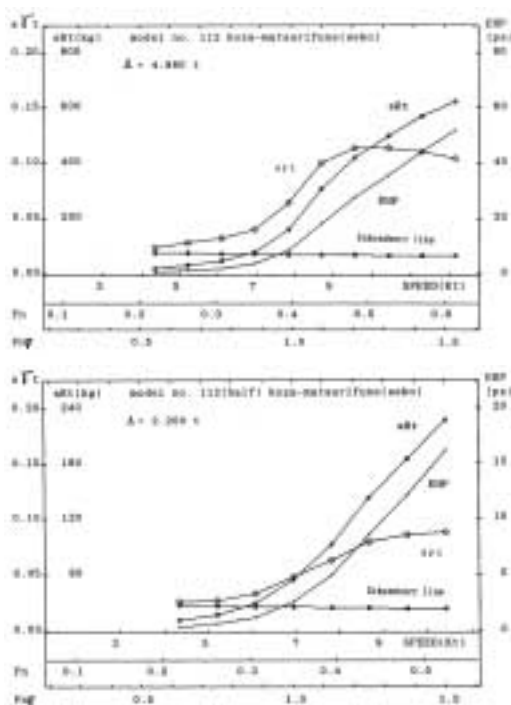


図 5 - 5(11) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
〔和歌山祭礼船M11, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
Curves of total resistance( $R_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Wakayama-sairei-bune), M11 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

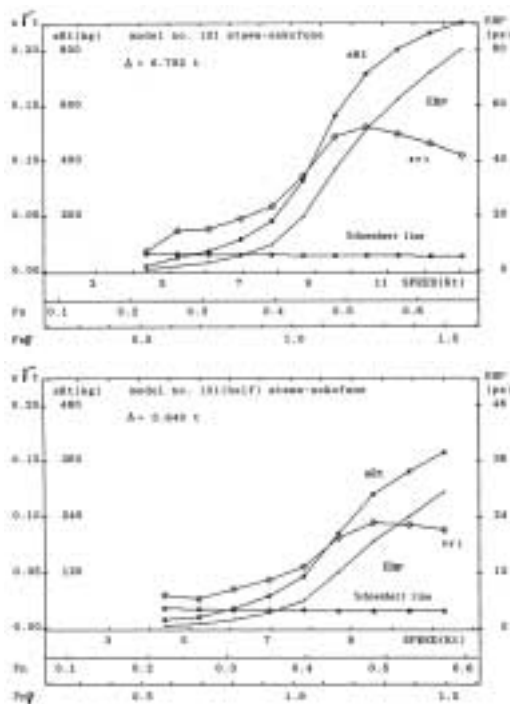


図 5 - 5(10) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
〔三重網船M10, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
Curves of total resistance( $R_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Atawa-ami-bune), M10 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

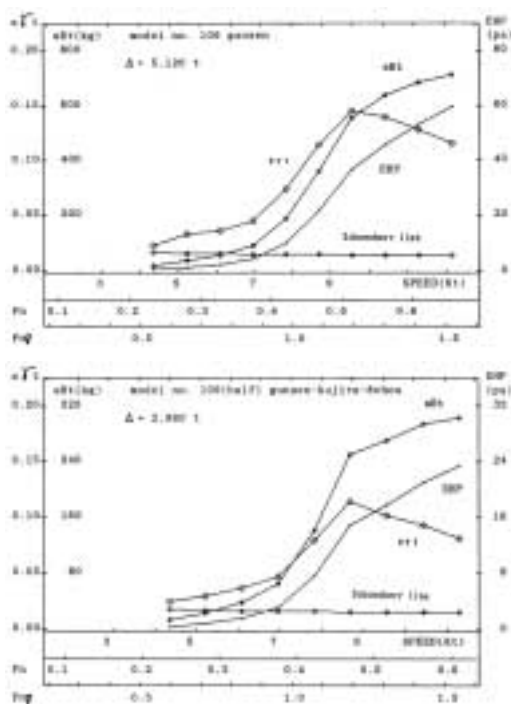


図 5 - 5(12) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
〔蒲船・鯨八丁M12, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
Curves of total resistance( $R_t$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Kujira-8-chou), M12 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

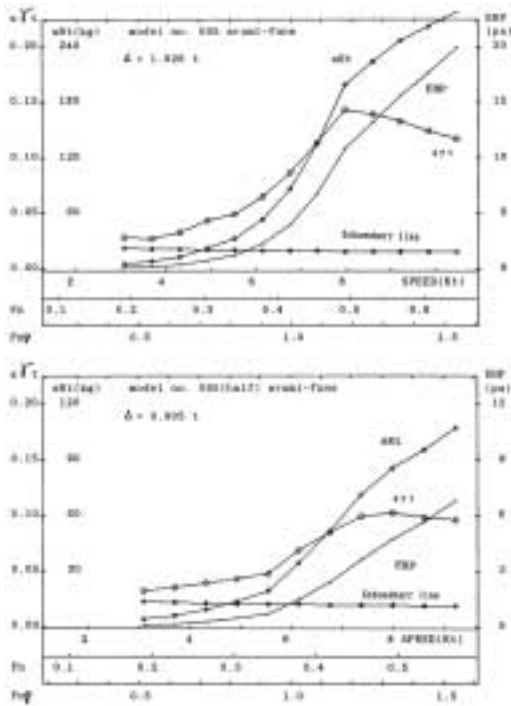


図 5 - 5(13) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [有海船M13, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of total resistance( $R_T$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Arumi-bune), M13 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

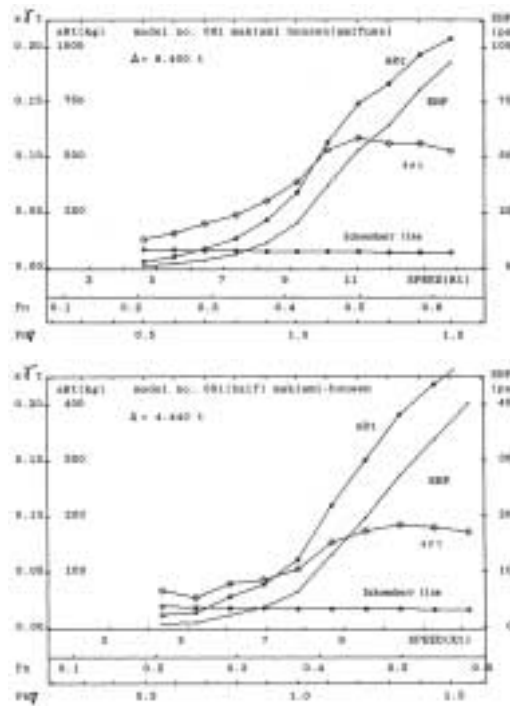


図 5 - 5(15) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [巾着網船M15, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of total resistance( $R_T$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Kinchaku-ami-bune), M15 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

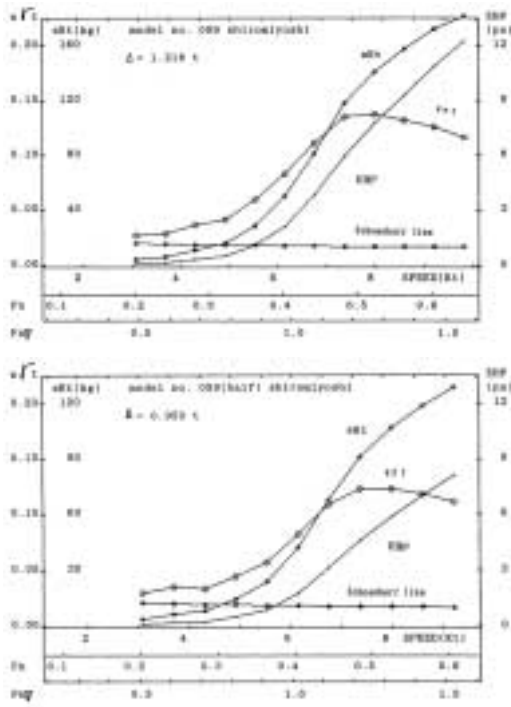


図 5 - 5(14) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [白ミヨシ船M14, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of total resistance( $R_T$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Shiromiyoshi), M14 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

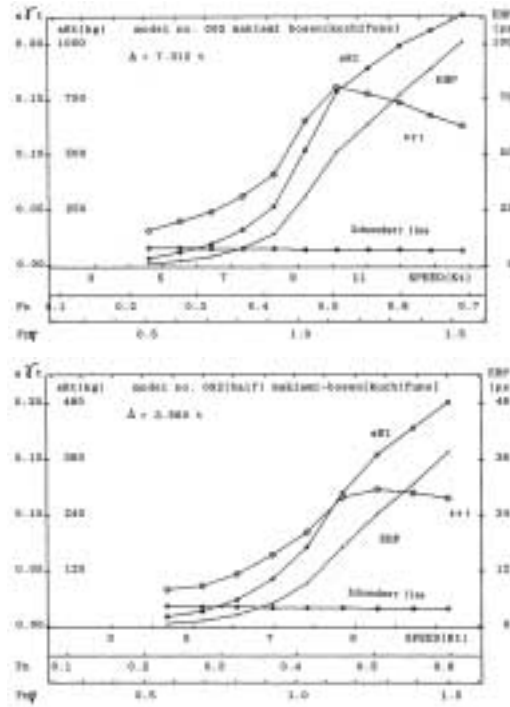


図 5 - 5(16) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 [巾着網口船M16, 上図; 満載, 下図; 半載]  
 Curves of total resistance( $R_T$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Kinchaku-ami, kuchi-bune), M16 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

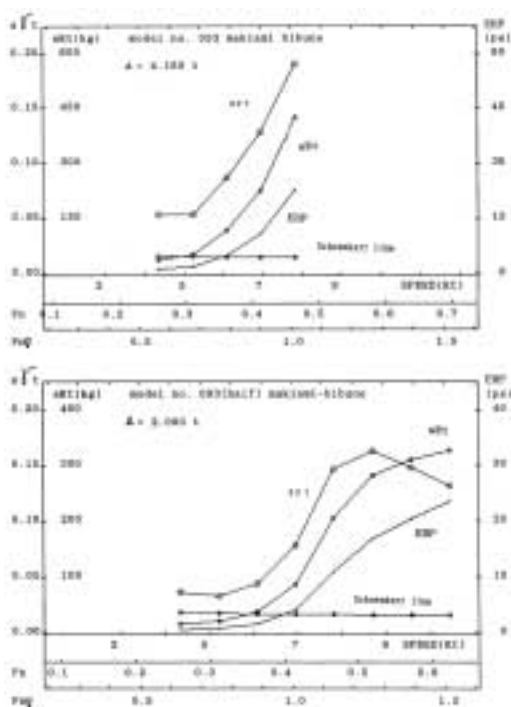


図 5 - 5(17) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 【巾着網灯船M17, 上図; 満載, 下図; 半載】  
 Curves of total resistance( $s$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Kinchaku-ami, hi-bune), M17 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

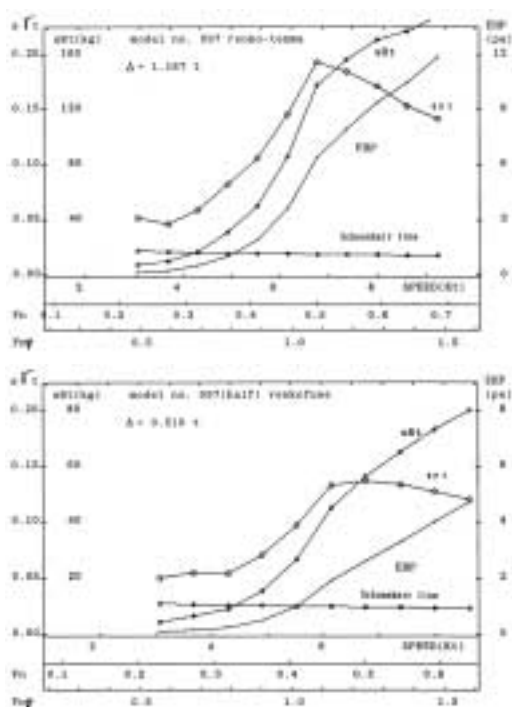


図 5 - 5(19) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 【連子伝馬船M19, 上図; 満載, 下図; 半載】  
 Curves of total resistance( $s$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Renko-temma), M19 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

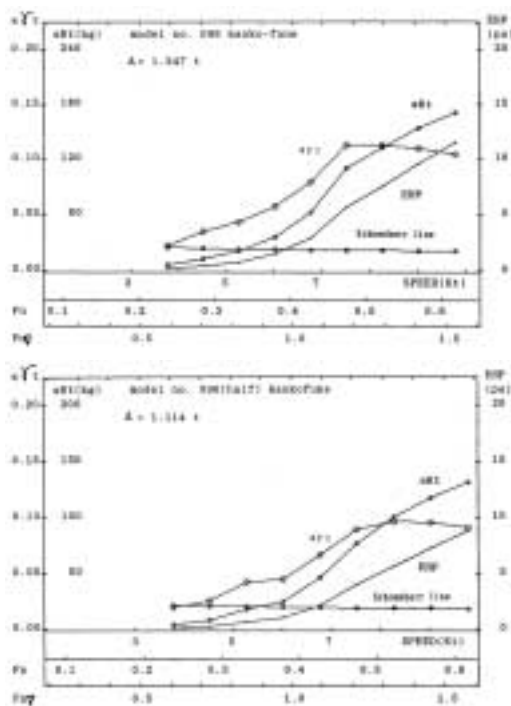


図 5 - 5(18) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 【カンコ船M18, 上図; 満載, 下図; 半載】  
 Curves of total resistance( $s$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Kanko-bune), M18 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

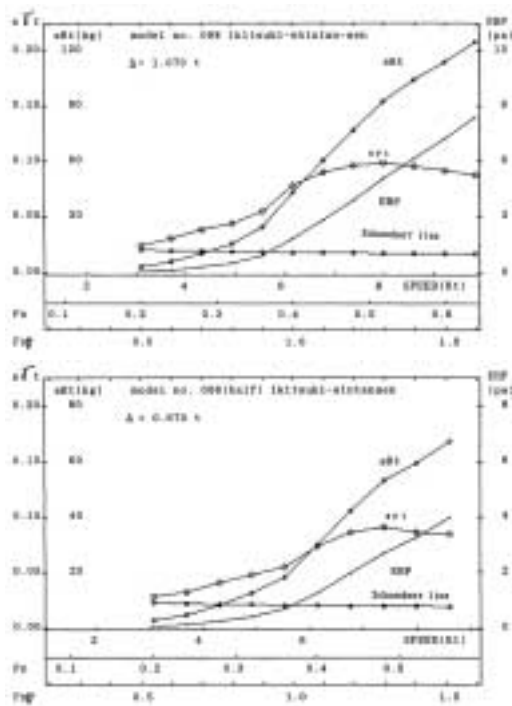


図 5 - 5(20) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
 【生月薪炭船M20, 上図; 満載, 下図; 半載】  
 Curves of total resistance( $s$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Ikitsuki-sintan-bune), M20 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

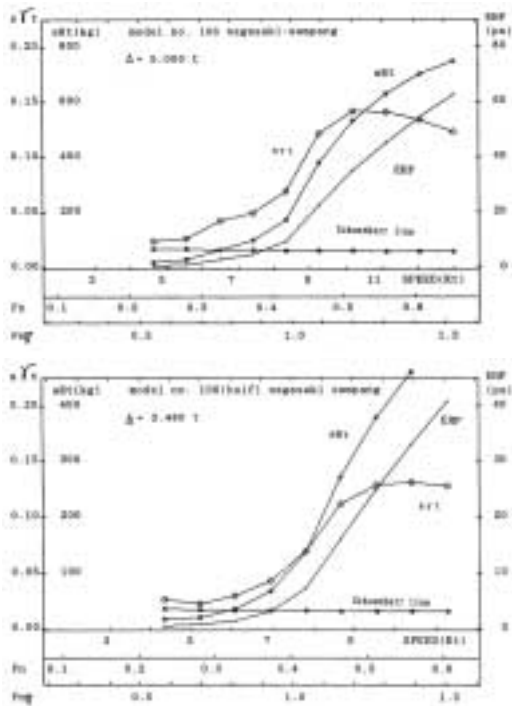


図 5 - 5(21) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
〔長崎港サンパン船M21, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
Curves of total resistance( $s$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Sampang of Nagasaki), M21 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

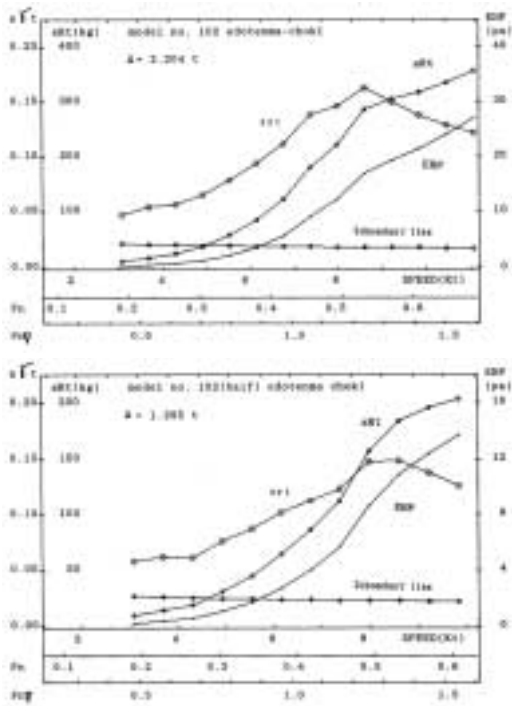


図 5 - 5(22) 模型曳航実験から得られた実船の全抵抗値と有効馬力  
〔下田江戸伝馬船M22, 上図; 満載, 下図; 半載〕  
Curves of total resistance( $s$ ) and effective force power(EHP) of actual boat (Edo-temma in Shimoda), M22 from towing test of model ship. Upper: full load and lower: half load condition on even keel.

最終的に船速にどの程度反映されるのか、その供試船に対する力量の比率を見積もることとした。そこで熟練者 2 名 (A,A') と対照被験者として中級 (B) 及び初心者 (C) とによる櫓漕ぎ実験を行った。

5.2.1 和船漁舟の櫓漕ぎ実験の方法

実験には供試船として、全長5.6m, 幅1.4m, 空中重量約250kgfのFRP和船を用い、供試櫓は10号櫓<sup>\*1</sup>(全長4.7m)を用いた。実験は3回(実験1~3)行ったが、それぞれの実験条件を表5-6に示す。それぞれの実験直前に供試船の曳航による抵抗試験を行なうとともに、船速の算定は陸側の見通し間距離の所要時間を用いて行った。また、櫓漕ぎ推進の評価に用いたデータの測得は、櫓下翼が水に作用する力を2枚ゲ

表 5 - 6 実験時の航走距離, 供試船の負荷状況及び海況  
Sweeping distance, sea and boat conditions for the experiments.

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| 実験 1               |                |
| ナギ・重量 88kg 搭載      | 距離 669m        |
| 往路(向かい風少々)         | 復路(追い風少々)      |
| 実験 2               |                |
| シケ・搭載重量なし          | 距離 367.5m      |
| 往路(追い風・追い波)        | 復路(向かい風・向かい波)  |
| 実験 3               |                |
| ナギ・船底洗浄塗装直後・搭載重量なし | 距離 600m        |
| 往路(Calm 向かい風少々)    | 復路(Calm 追い風少々) |

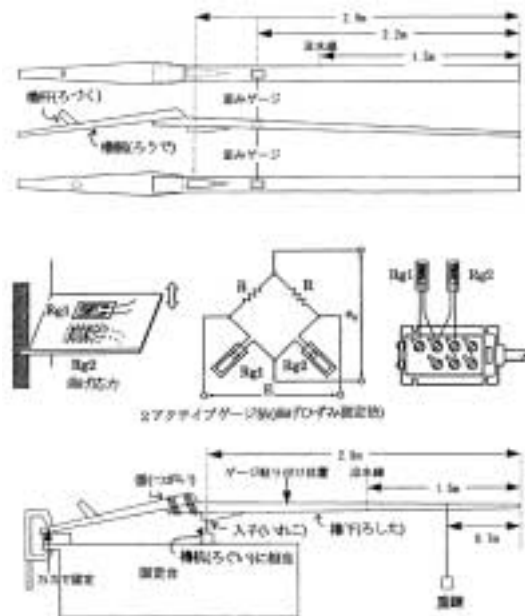


図 5 - 6 櫓の各部名称, 歪ゲージの取付法及び校正法  
Some part name of a "Ro", and method and uses of strain gages and its calibration.

\*1 海上幕僚監部編：短艇教範(海自教範36-01), pp69-86, 1958.

ージ (防水型歪ゲージ; 共和製:KFW-5-120-C1-11 L5M2R) を使用した2アクティブゲージ法により, また, 船と櫓 (櫓杆) を結びつける細索にかかる早緒の張力 (共和製: LT-100KG) をそれぞれ動歪計を介し, 他に船体運動のRoll, Pitch (垂直ジャイロ) をデータレコーダ (Teac-R61) に収録した。得られたデータは記録紙に保存し, 周波数分析<sup>3)</sup>に供した。なお櫓下翼への歪ゲージの取付け方法と校正法は櫓の各部名称とともに図5 - 6に示す。

5.2.2 実験結果と櫓漕ぎ熟練技能の分析

供試櫓 (櫓下翼) の校正結果を図5 - 7に示す。図より重量20kgfまでは直線近似できる。実験における熟練被験者1名 (A) の一連の櫓漕ぎ操作の要所部分を3枚の写真を用いて図5 - 8に示す。図中には実験器材の配置を合わせて示す。

1) 櫓漕ぎ実験の記録波形の一次処理と周波数分析

櫓漕ぎは水中の櫓下先端で八の字を描くように, 櫓杭に櫓の入子を陥入させ, 長さを調節した早緒を櫓腕部分の櫓杆にかけて, 引き (控え) と押し (押さえ) を交互に行うことにより櫓下部の同一片面翼を水に作用させて推進する。そこで櫓漕ぎ記録の記録波形の一例を図5 - 9に示す。図に示すように熟練被験者AおよびA の早緒張力の波形は時間経過に伴う変化が少なく, 控えの張力がBやCよりも大きく, また押さえはその1/3にも満たない。このことから, 櫓漕ぎによる船の直進には早緒 (張力) における控えと押さえるの力配分が異なることが明らかである。すなわち, 櫓 (早緒) に加える力が均一では直進しないことを示している。また櫓下翼出力でA は, 和船を直進させるために櫓の押さえが効き過ぎる点を配慮したとしており, 櫓腕において早緒にかかる力に連動して作用する櫓下翼においても押さえは控えの約半分程度の力となった。他の被験者では, 同様の櫓下翼の出力は控えおよび押さえともほぼ等しい。この実験はほぼ同一の海況で実施されたこともあり, AおよびA は出力が全て小さいCと同様, PitchとRollが小さい。

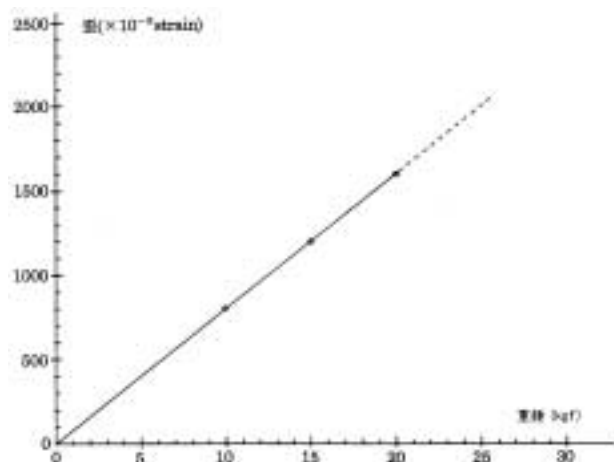


図5 - 7 櫓 (歪ゲージ) の校正結果

The calibrations of strain gages using the experiment for a seeping "Ro".



図5 - 8 櫓漕ぎの一連動作 (被験者A)

A series of seeping activities of a "Ro" for a skilled seaman.

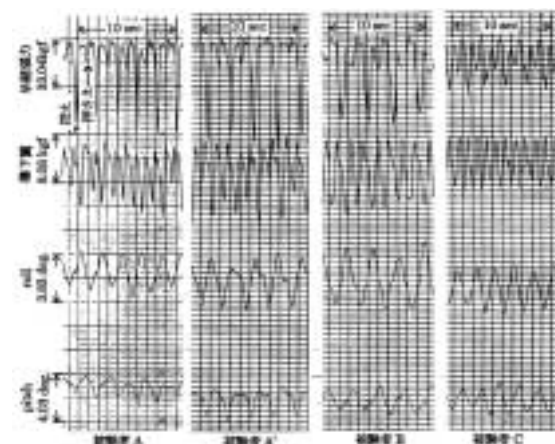


図5 - 9 櫓漕ぎ記録の例 (実験3, 被験者4名)

Output of analogeous data for No.3 experiment of various sweeping force of a "Ro", pitching and rolling of ship's motions for four testees.

次に, 被験者が船の前進時, 櫓の早緒および櫓下翼に作用させる力配分を櫓さばきと称し, 表5 - 7に示した。すなわち, 図5 - 9の記録波形における早緒張力および櫓下翼出力の各ピーク値50個の平均と標準偏差を海況の違いを考慮して, それぞれ往路と復路に分け被験者毎に示し, また, 同時に往復のタイム, 船速および相次ぐ早緒控え間の周期も示した。表から, 往路 (前半) の向かい風 (波) 時には, 船速を維持するためにより力を含めるためか, 一般に, 大きな出力となっているが, 復路 (後半) の追い風 (波) 時には, 比較的楽に漕げるためか出力が小さくなっている。実験3では, 実験1が船首に88kgfの重量を搭載し, 船底が汚れた状態であったものと比較して被験者A, BおよびCとも船速の上昇が見られ, この3者を平均して30%以上の上昇となった。

次に, 図5 - 9に示した4種のデータについて, それぞれ1/8秒 (125msec) 毎に300個のデータ (37.5秒間) を読み取り, ラグ数を30として周波数分析<sup>3)</sup>を行った。表5 - 8は周波数分析に用いたデータの平均値と標準偏差を示す。また, 実験3における全被験者の周波数分析結果を図5 - 10に, また被験者Aの実験1~3における周波数分析結果を図5 - 11に示す。

図5 - 10から, 早緒張力は被験者Aに大きなピークが一つ

表 5 - 7 櫓さばき(早緒張力・櫓下翼)と船速に関する計測結果 (N=50 ; kgf)

Result of ship's speed, time of one cycle period, load and pressure force of sweeping a "Ro" throughout 50 times sweeping for the experiment.

| 実験 1(ナギ・多少のうねりあり、搭載重量88kg) 699m |          |          |       |                 |          |          |       |      |          |          |        |
|---------------------------------|----------|----------|-------|-----------------|----------|----------|-------|------|----------|----------|--------|
| 往路(向かい風少々)                      |          |          |       | 復路(向かい風少々)      |          |          |       |      |          |          |        |
| 早緒張力                            |          | 櫓下翼      |       | 早緒張力            |          | 櫓下翼      |       | 早緒張力 |          | 櫓下翼      |        |
| (控え)                            | (押さえ)    | タイムs     | 周期    | (控え)            | (控え)     | タイムs     | 周期    | (控え) | (押さえ)    | タイムs     | 周期     |
| 被験者                             |          |          |       |                 |          |          |       |      |          |          |        |
| A                               | 47.4±6.9 | 18.9±2.3 | 737   | 2.28            | 35.2±5.8 | 15.9±1.8 | 627   | 2.25 | 9.7±5.4  | 12.3±3.0 | 1.26   |
| B                               | 47.6±7.9 | 15.9±1.5 | 733   | 2.62            | 44.4±6.1 | 15.7±1.4 | 606   | 2.84 | 23.4±5.2 | 16.2±1.6 | 1.17   |
| C                               | 30.9±7.9 | 15.4±2.4 | 1185  | 2.83            | 28.7±6.7 | 14.7±2.0 | 657   | 2.48 | 23.7±6.4 | 15.2±2.8 | 1.10   |
|                                 |          |          |       |                 |          |          |       |      |          |          |        |
| 実験 2(シテ・バラストなし) 367.5m          |          |          |       |                 |          |          |       |      |          |          |        |
| 往路(追い風・追い波)                     |          |          |       | 復路(向かい風・向かい波)   |          |          |       |      |          |          |        |
| 被験者                             |          |          |       |                 |          |          |       |      |          |          |        |
| A                               | 40.1±5.5 | 18.3±2.6 | 314   | 2.21            | 45.4±8.5 | 19.4±3.6 | 520   | 2.13 | 7.7±4.8  | 10.3±3.2 | 2.28   |
| B                               | 54.8±8.5 | 18.3±2.2 | (381) | 2.62            | 47.5±7.6 | 19.7±2.2 | (487) | 2.55 | 30.6±4.6 | 16.1±1.8 | (1.87) |
| C                               | 30.8±6.1 | 15.3±2.3 | 377   | 2.23            | 37.3±7.3 | 18.3±2.7 | 511   | 1.84 | 19.7±4.3 | 15.2±2.5 | 1.89   |
|                                 |          |          |       |                 |          |          |       |      |          |          |        |
| 実験 3(ナギ・船体清掃機装着後・バラストなし) 499m   |          |          |       |                 |          |          |       |      |          |          |        |
| 往路(Calm 向かい風少々)                 |          |          |       | 復路(Calm 向かい風少々) |          |          |       |      |          |          |        |
| 被験者                             |          |          |       |                 |          |          |       |      |          |          |        |
| A                               | 48.2±5.0 | 11.3±0.8 | 546   | 2.13            | 41.0±6.9 | 10.2±1.1 | 498   | 2.17 | 16.4±3.1 | 9.7±1.2  | 2.38   |
| A'                              | 76.3±6.1 | 14.1±0.9 | 533   | 2.15            | 70.3±6.6 | 13.8±1.0 | 497   | 2.28 | 6.5±4.1  | 8.6±1.3  | 2.44   |
| B                               | 44.4±7.4 | 10.1±1.3 | 621   | 2.43            | 53.6±6.7 | 11.3±0.8 | 553   | 2.68 | 24.5±6.0 | 11.1±1.4 | 2.09   |
| C                               | 32.1±3.9 | 8.2±0.6  | 647   | 1.96            | 33.4±6.8 | 9.2±0.8  | 543   | 1.84 | 20.9±2.5 | 8.4±0.9  | 2.01   |
|                                 |          |          |       |                 |          |          |       |      |          |          |        |

併し、( )内は櫓が構材からはずれたための参考まで

現れているのに対して、他の3者は2箇所に見れた。そのうち被験者A とBについては周期の長いほうに、Cについては周期の短いほうがより卓越していた。これは被験者Cについては櫓漕ぎ(早緒操作)において交互に行う控えと押さへの出力がほぼ拮抗していることを示すものであり、一方の被験者A およびBがパワー値の違いはあるもののより周波数が小さい方にピーク値があることから、ここでは控えがより効いた状態を示している。次に櫓下翼出力については、大きなピーク値が1つ現れ、その周波数は、被験者AとA'で等しく、Bでは周期が長く、Cでは短い。また、このパワー値は、被験者Bが一番大きく、次いでA'、AおよびCの順であるが後3者に大差はない。残りの船体動揺ではそれぞれピーク値は1つであり、控えから押さえに至る一連の櫓の動きと一致した周期を示している。このパワー値は被験者Cが一番小さく、次にA、A'が続き、一番動揺が大きいのがBであった。

船速は表5-7にも示した通り、被験者A、A'、BおよびCの順であったから、Bは他3者と比較して櫓下翼で出力された力に対して十分な推力が得られないか、針路維持に余分な力を費やしたために漕ぎ方にロスが生じた可能性がある。

また図5-11から、被験者Aは早緒張力を除いて残りの櫓

表 5 - 8 周波数分析に用いた櫓漕ぎ波形データの平均値と標準偏差(データ; 37.5sec, t: 125msec, N=300) Means and standard deviations of the sweeping experiment of a "Ro", used for the frequency analysis (sampling time 37.5sec and data size 300).

| 実験 1        |           |           |           |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 被験者         | A         | A'        | B         | C         |
| 早緒(kgf)     | 13.6±12.0 | -----     | 18.7±13.6 | 13.5± 9.2 |
| 櫓下(kgf)     | 5.8± 4.4  | -----     | 6.7± 5.2  | 5.4± 5.0  |
| Pitch(deg.) | 0.8± 1.0  | -----     | 0.9± 1.1  | 0.8± 1.0  |
| Roll(deg.)  | 1.0± 1.3  | -----     | 1.4± 1.7  | 0.9± 1.0  |
| 実験 2        |           |           |           |           |
| 被験者         | A         | A'        | B         | C         |
| 早緒(kgf)     | 13.6±11.3 | -----     | 22.7±15.7 | 16.1± 8.7 |
| 櫓下(kgf)     | 5.2± 4.1  | -----     | 7.4± 5.4  | 6.6± 4.9  |
| Pitch(deg.) | 0.9± 1.2  | -----     | 0.9± 1.1  | 1.0± 1.3  |
| Roll(deg.)  | 2.0± 2.6  | -----     | 1.7± 2.1  | 1.4± 1.7  |
| 実験 3        |           |           |           |           |
| 被験者         | A         | A'        | B         | C         |
| 早緒(kgf)     | 18.3±13.1 | 19.7±20.6 | 24.9±14.3 | 15.3± 8.8 |
| 櫓下(kgf)     | 8.5± 5.7  | 8.7± 6.3  | 10.4± 6.6 | 7.1± 5.1  |
| Pitch(deg.) | 0.5± 0.6  | 0.6± 0.8  | 0.8± 0.9  | 0.5± 0.6  |
| Roll(deg.)  | 1.0± 1.2  | 1.0± 1.2  | 1.6± 1.9  | 0.8± 0.9  |

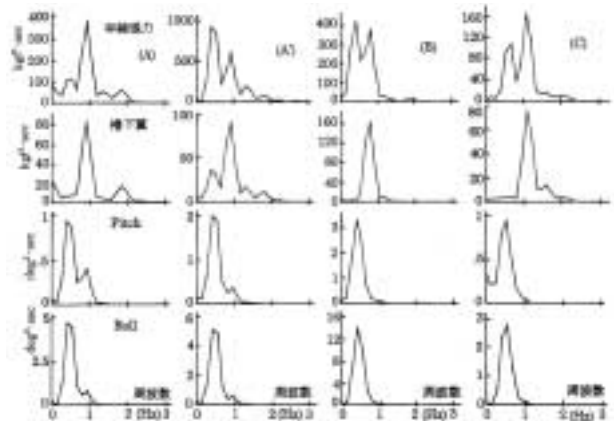


図 5 - 10 櫓漕ぎ周波数分析結果(実験3, 被験者4名) Frequency distributions of various sweeping force of a "Ro", pitching and rolling of ship's motions for four testees.

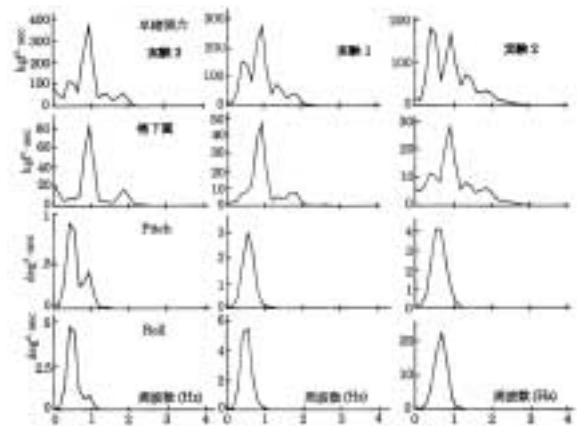


図 5 - 11 櫓漕ぎ周波数分析結果(被験者A, 実験1~3) Frequency distributions of various sweeping force of a "Ro", pitching and rolling of ship's motions for a skill seaman in three conditions.



下翼の出力, Pitch, Rollのピーク周波数は一定しており, 櫓漕ぎピッチ(リズム)は海況および搭載重量に左右されないことが伺われる。但し, 早緒張力については海況がシケた実験2では, 通常のピーク周波数の他にその半分の周波数(長い周期側)にピークが見られる。これは, パワー値が分散し, 通常のナギの漕ぎと比較して控えのみを効かして漕いだために相次ぐ控えの約2秒を1周期とする周波数が強調されたものと推定される。その他, 海況がシケた場合, 櫓下翼のパワー値はナギと比較してより小さな出力となるが, PitchおよびRollは海況の影響により過大となった。

2) 櫓漕ぎ経験と熟練技能

被験者4名を対象とした櫓漕ぎに関するアンケート結果をまとめ表5-9に示す。表には年齢, 体格のほか, 櫓漕ぎ経験, 実験時の船や櫓への対応の仕方, および櫓以外の人力推進具の経験と櫓漕ぎとの対比について示している。これによると, 櫓漕ぎ経験において, 熟練被験者であるA, Aはともに小学生位から遊び等を通じ櫓漕ぎを経験しており, 熟練すなわち櫓漕ぎに自信を持てる迄3ヶ月程度と期間は僅かであった。その後は時々思い出す程度の数年に2~3回の経験であるが, 被験者Aが所有している小型漁船のFRP艇は船外機のみで櫓は積んでおらず, 最近殆ど櫓は漕いでいないとのことであった。

また, 実験時の船および櫓の大きさについては, 中級者及び初心者では良く判らないのではと思える船のくせや櫓の長さの指摘もあり, 彼等自身の経験からこれらの判断が容易なのであろう。その他, 早緒の長さ(高さ)については臍までの距離が適当であることや左舷櫓であるため, 左足を前に, 両足の間隔は肩幅程度, 注意点としては目標に向け, 力の整

合をはかること等を挙げている。また実験の結果, 普段漕ぎ慣れていないためか, 櫓杆(ろづく)を握る左手に豆が出来たことや, FRP和船が木船より軽いという指摘まで, 1回が往復で30分に満たない実験であったにもかかわらず, これら船と櫓に関する多くの情報を漕ぎを通して収集し, かつ状況に応じた櫓漕ぎ法を展開したと言える。

また最下欄に示す他の人力推進具の経験であるが, 長崎市近郊という地域柄, 被験者Aはペーロンの櫓のほか, 「ねり櫓」や「和船用オール」の経験を有していた。ねり櫓は櫓と同様に以前小型船の操船に用いられ, 前進と後進が1本の櫓で可能な道具である。その中で, 櫓はねり櫓と比較して難しいとしている。もう一人の熟練被験者Bは, 中級者のBと同様, ローボートや端艇のオールの経験を有するが, 櫓は慣れており, Bは, 一旦コツを覚えると漕げることを指摘している。また初心者のCは, 櫓が端艇オールと比較して非力で漕げるとしている。

5.2.3 熟練者の櫓漕ぎにおける船速と有効馬力

船速と全抵抗値との関係について, 曳航試験による結果を図5-12に示す。供試船への負荷条件はいずれも同一状態(全体重量350kgf)として示した。図から実験2は, 実験1と比較して全抵抗値は船速2.7ktで約33%増加している。また, 実験3は実験1とほぼ等しい海況条件であり, 船底力キ落とし洗浄塗装直後のものであったが, 全抵抗値は実験1と比較して約6%減少した。ここで, 被験者Aの体重と復路の船速を考慮すると, 全抵抗曲線は実験3の外側(下側)に示される曲線<sup>62), 64)</sup>によって示される。これを用いると, 被験者Aの最大船速2.7ktの時, 全抵抗値は3.2kgfと算定できる。

表5-9 櫓漕ぎ経験等に関するアンケート結果

Result of some questionnaires to the sweeping condition of a "Ro", experience to the other rowing tools of manpower's thruster and impressions of the experiments for the testee.

| 被験者       | A     | A'          | B            | C               |
|-----------|-------|-------------|--------------|-----------------|
| 年齢        | 56    | 49          | 44           | 23              |
| 体格・身長(cm) | 152   | 162         | 174          | 168             |
| 体重(kg)    | 60    | 62          | 77           | 52              |
| 腕長さ(cm)   | 86    | 97          | 102          | --              |
| 同じ年齢(子)   | 12    | 7           | 10           | 10              |
| 熟練(歳月)    | 3ヶ月   | 遊玩に使用済      | 訓練・習得練習(30年) | --              |
| 作業者       | 13    | 13          | 35           | --              |
| その他       | 年2-3回 | 訓練等3-4年に数回  | (同左)         | 実験数十回           |
| 実験時 船     | 普通    | 押さえ過ぎる      | 普通           | --              |
| 櫓         | 適当    | やや短い        | 適当           | 適当              |
| 早緒        | 調整し難い | 適当          | 適当           | 適当              |
| 足位置・幅     | 左前・肩幅 | 左前・肩幅(40cm) | 左前・肩幅        | 左前・肩幅           |
| 注意点       | 目標向け  | 目標向け・方の場合   | 大きくゆったり      | 櫓柄のずれ・目標        |
| リズム(調子)   | 自然体   | 物になし        | 大急ぎ          | 押え・控え同じに        |
| その他       | 1回OK  | 左マメ, 傾いた    | 足ある所大家       | 船右側のため          |
|           |       | 船は木船より軽い    | 直道困難・傾いた     | やや左へ舵差          |
| 人力推進具経験   |       |             |              |                 |
| ペーロン      | ○     | ---         | ---          | ---             |
| ローボート     | ---   | ○           | ○            | ---             |
| ねり櫓       | ○     | ---         | ---          | ---             |
| オール       | ○(有難) | ○           | ○            | ○               |
| 全席両端等     | ねり櫓経験 | 櫓は慣れている     | 櫓は慣れにくい      | 櫓はオールより安心して操作可能 |
|           |       | 二つを覚えると漕げる  | 左方でもOK       |                 |

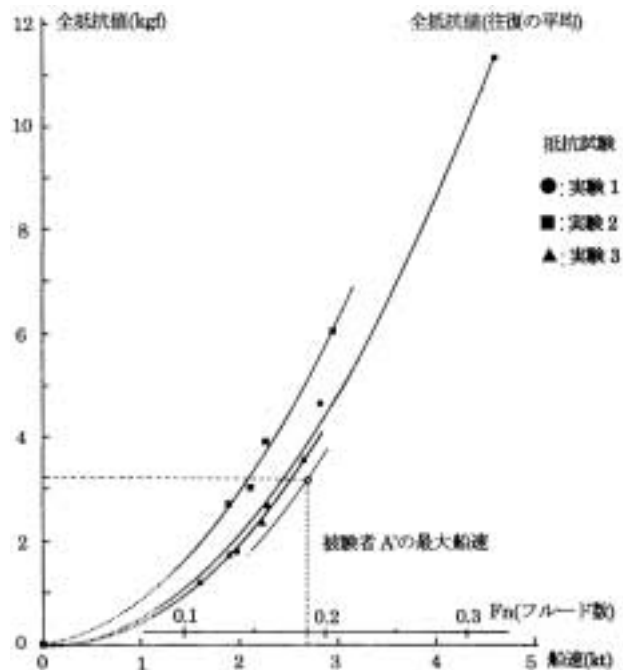


図5-12 船速と全抵抗値との関係(和船曳航実験結果)  
Relations between ship's speed and total resistance under towing of an actual wasen.

表 5 - 10 櫓漕ぎ各被験者の各種出力と伝達効率および有効馬力

Effective horsepower and some ratios of output force of sweeping a "Ro" for each testee.

| 被験者             | A      | A'     | B      | C      |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| 体重(kg)          | 60     | 62     | 77     | 52     |
| ①平均早緒出力(kgf)    | 18.3   | 19.7   | 24.9   | 15.3   |
| (① / 体重 (%))    | (30.5) | (31.8) | (32.3) | (29.4) |
| ②平均櫓下出力(kgf)    | 8.5    | 8.7    | 10.4   | 7.1    |
| (② / ① (%))     | (46.4) | (44.2) | (41.8) | (46.4) |
| 櫓漕ぎ平均船速(kt)     | 2.45   | 2.53   | 2.22   | 1.85   |
| ③平均船速の全抵抗値(kgf) | 2.45   | 2.51   | 2.45   | 1.25   |
| (③ / ① (%))     | (13.4) | (12.7) | (9.8)  | (8.2)  |
| (③ / ② (%))     | (29.2) | (28.9) | (23.6) | (17.6) |
| 有効馬力(ps)        | 0.041  | 0.044  | 0.037  | 0.016  |

これから A の有効馬力は約0.06psである。またこの2.7ktの船速は、同じX軸に示す $F_n$  (フルード数)では0.19となる。

以上を考慮し、櫓漕ぎ実験各被験者の有効馬力と櫓漕ぎ力量の効率算定を試みた結果を表5-10に示す。表は各被験者について表5-8の実験3で示した平均的な人が持つ潜在的な力量に対し、櫓の早緒を介して櫓に働きかける力、同じく櫓に働きかけた力のうちで櫓下部分が水に作用する力、さらに各人の平均船速について図5-12から読み取った船が櫓の推進《水面下の櫓下の八の字運動によってもたらされる》により前進力として発揮される力 (=全抵抗値)を示した。また各被験者の体重に対するの出力比、ならびに および に対する出力比をそれぞれ百分率で示した。これから各被験者の櫓下出力は早緒出力に対して41~46%であるが、それを前進力に変換させる効率について熟練者は中級および初心者より優れており、同様の早緒出力に対して12~13%および櫓下が水に作用する力に対して29%前後と高率であった。また、早緒出力は各被験者の体重からみると29~32%と体重の約3割は平均的に出力されることが考えられる。船速を考慮した各被験者の仕事の伝達量は下欄に示す通りであり、熟練者の有効馬力は0.04ps程度とみなせるが、前述のように最大では0.06ps程度となる。これは付録4にも示すように端艇競技の漕ぎ手12人の内の一人に対する有効馬力<sup>85)</sup> (0.10~0.14ps) に比して平均では30~40%程度となる。但し、端艇では多人数で漕ぐ伴流(wake)を利用した漕法の競技であり、船速が増すと船体表面近くでは船速と同一方向の流れが生じ、一人漕ぎの場合に比して有効馬力が増加することが考えられる。

以上をまとめると、熟練者の櫓漕ぎは、海況にかかわらずほぼ一定のピッチを持続し、漕ぎに伴う船体動揺が小さいことが特徴である。また、早緒張力の平均値は各被験者とも体重の約3割程度までは出力可能であるが、瞬間最大値の控えでは体重もしくは体重を上回る力を出すこともあり、また押さえについては控えの1/3以下となる。更に櫓下翼の水への作用力は、船のくせや被験者の櫓さばきにもよるが、直進時には控え及び押さえはほぼ等しいことが判り、一人漕ぎ櫓漕ぎ推進の熟練者における有効馬力は0.04~0.045psと計測された。

これらのFRP和船による実験結果は本来の和船漁舟のものではないが、和船漁舟の推進性能については参考となる。上記の実験で熟練者における有効馬力は、最大船速に対する全抵抗値の計測から0.06ps程度と算定されたが、これから高速和船漁舟の鯨船の八丁櫓船は単純にこの値を8倍すると0.48psとなり、前述した模型抵抗試験から換算した実船抵抗値における有効馬力から鯨船としても抵抗値の小さい老岐の勢子船(M1)の場合、船速は4.0ktを超えると考えられる。これは半載のものであるが、実際の重量は更に軽減(3.16tから2t前後に)されるので全抵抗値は小さくなること、また、前述の12人漕ぎ端艇競技の一人当りの有効馬力は0.1~0.14psであることから八丁櫓による推進では、一人漕ぎよりは馬力が増すことによる伴流が利用でき、このことにより当然推進効率が増すため高速が期待できる。

## 第6章 和船漁舟の復原安定性能

前章において、和船漁舟の運動性能のうち最も重要な抵抗および推進性能に関わる事項について検討した。本章においては同じく運動性能において、抵抗・推進性能に次いで重要であろうと見なされる復原安定の安全性の問題に焦点を絞って検討してみる。ここで、復原性能の取り扱い、和船漁舟の使用範囲が比較的沿岸のうちに留まり、しかも荒天時もしくは荒天が予想される時は稼働を見合わせる事がごく一般的であったことから、主として静復原性能のみについて検討してみることにするが、これらの静復原性能における初期復原力は稼働時の動復原力、すなわち横揺れ周期と密接に関係している。そこで、まず静復原力について概要を把握することに努め、後に推定したメタセンター高さ(GM)や実験で求めた慣動半径を用い、横揺れ性能の推定を行って和船漁舟の安全性を判定した。そこで、選定した和船漁舟の計22隻についてその船型を示す線図を利用して復原力計算を実施し平水中の静復原力曲線を描き、これらの用途および使用海域等から相互に検討を行った。

### 6.1 静的復原性能

これまでの復原性能に関する報告には、和船漁舟およびカヌーに対して柴田等<sup>23),31)</sup> および小型船<sup>55),86)</sup> に対しての報告が見られるが、ここでは選定した和船漁舟について、満載と半載の稼働状態を仮定して平水中の静復原性能について検討してみることにした。計算に用いた和船漁舟(船番号M1~M22)の概要と船型要素は第5章における表5-1~2に、また、模型船の外観も同様に図5-1(1)~(4)に示している。なお、それぞれの線図および排水量等曲線図(等喫水の場合について)は第3章の関連項に示している。

#### 6.1.1 静復原力

静復原力の計算においては、その船の重心高さが必要となり、また重要であるが、この値は、用途によって異なる乗組員の人数や姿勢および搭載重量の高さ配置などによって変動

する。そこで仮の重心高さ(仮想重心)を設定する必要があるが、長崎近郊で実施された櫓樫舟の实地調査<sup>23)</sup>からこの重心高さは深さの65%前後を示すことが観測されている。よって便宜上本節でもその値を採用し、満載および半載とも仮想重心をG とすると、 $KG = 0.65D$ とした。静復原力は、まず復原力交叉曲線の計算を行った後、船の満載と半載の各排水量からそれぞれの静復原力曲線を得て、静復原力範囲、最大復原挺を算定した。

以下に、沓岐の鯨勢子船〔図3-24, 図5-1(1)(M1)〕を例に順追って、和船漁舟船型から静復原力曲線を描くまでの本論における計算の過程を略説する。

#### 1) 復原力交叉曲線の計算<sup>87)</sup>

復原力の計算法には、計算による法、計算機械による法、模型による実験的方法などいくつかの方法があるが、ここでは計算による法のうち比較的簡便でしかも手計算と計算機を使用しての同様の比較が可能な計算表による法を採用して実施した。但し船の長さ方向の分割点については、排水量等の計算でも用いた等分割点で行った。そこで復原力交叉曲線の計算としては次の手順に従って実施した。すなわち、

##### 1) 計算用断面(オーディネイト)の決定

長さを10等分(11点)し、船首および船尾側にそれぞれ更に等分の1/2点を加え、計13点の断面を作製。

##### 2) 仮想重心の決定

仮想重心高さ(KG)を深さ(D)(平板キールより最小舷端高さ)の65%の位置に設定。この仮想重心位置(G)を中心として傾角を5度毎に約60度まで傾斜させる。

##### 3) 傾斜時断面と水線との交点の座標読み取り

人が図より値を読み取って計算表により計算する方法。

傾斜時、仮想重心を通る鉛直線とこれに直角で最も下部の断面と接する直線を基線として、これより最小舷端に至るまで、実船対応で1cm毎にW.L.を設定し各断面交点の読み取りを行う。

計算機によって自動計算させる方法。

和船漁舟の角型形状の各断面は直線近似できることからこれらの回帰直線の方程式を求め、前法と同様な最も低い断面と接する直線を基線として最小舷端に至るまで20等分し、このW.L.と各断面との交点を自動的に算定する。

##### 4) 傾斜時の排水量と復原挺(GZ)の算定

最小舷端に至るまでの各W.L.での各断面の面積を計算し、これを更に船の長さ方向に積分して体積を計算、海水比重(1.025)を乗算して排水量とする。同時に仮想重心を通る鉛直軸に対する水線面のモーメントを計算し、前述の体積で除してこの傾斜角における復原挺(GZ)を計算していく。

##### 5) 計算表の方法と計算機による計算結果の比較。

水線(W.L.)と各オーディネイトの断面交点の読み取りに関しては、両計算法とも図6-1に示すように傾斜側への交点を求める場合、傾斜角によっては、交点が

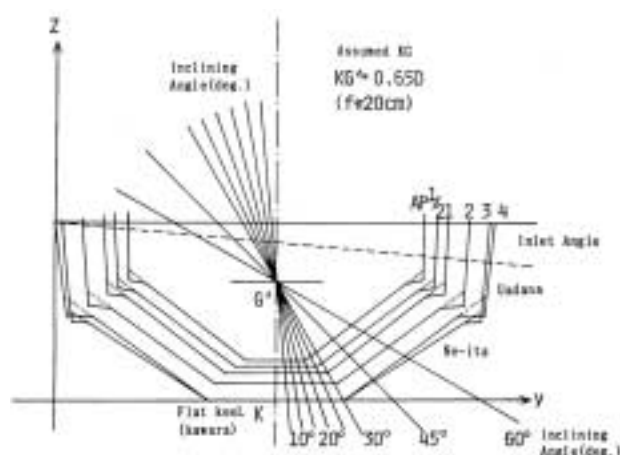


図6-1 復原性および海水流入角計算いた和船漁舟の断面、仮想重心及び傾斜角

Ordinates sections used for the calculation of inlet angle and cross curves.

2~3点出来る場合もあり、この処理法に関する考え方等煩雑である。そこで図に示すように上棚と根板の交点の出っ張りに対して、根板をそのまま延長した点(点線で示す)を計算上の外法点とすると交点は1点のみ定まる。そこで、このような略図に対して以後の計算を行った。この方法により静復原力曲線作成時における不自然な凹凸がなくなるとともに、表計算法と計算機法結果の概ね良好な一致を見たので以後は、この略図を用いた計算機法によって自動的に交点の座標を求めていく方法を採用することにした。この略図に対する排水量等の計算誤差は許容範囲にあると考える。

#### 1) 静復原力曲線の表現

前述の計算から求められた復原力交叉曲線の横軸に示される排水量に対し、稼働時の満載および半載時の相当量から垂線を立て、設定傾斜角毎に示されるGZ~排水量曲線との交点のGZを読み取り、静復原力(挺)曲線図(横軸に傾斜角度、縦軸に復原挺GZ)にプロットしていく。プロット後、0点からスムーズにこのプロット点を結び、曲線を仕上げ静復原力曲線とする。但し、和船漁舟のような無甲板船においては、ある傾斜角度を超えて海水が流入すると、その時点で復原力が消失するため、次節に示す方法により海水流入角を求め、静復原力曲線の記載と合わせて復原力消失角を示すこととした。

#### 6.1.2 海水流入角

前述したように和船漁舟のような開放された甲板を持つ船の場合、傾斜して舷端から海水流入が生じることは即、復原力の減少を意味し復原力の消失につながる。そこで、前節と同様の断面の略図を用い、舷端から設定した傾斜角における残有排水量を求めることで海水流入角の計算を行った。即ち図6-1に示すように、最下点の平板キール(航)を基線としてこれをY軸にとり、断面のセンターラインを最小舷端高

さで最も幅が広い断面の半幅長さ分、Y軸の正の方向に移動し、この断面の外法点とZ軸との交点を求めた。次にこの点を中心として、図に破線で示す傾斜角を順次与え、最小舷端がZ軸を通る直線と、傾斜した直線が通る断面の交点との間で求められる面積をその断面の全面積から差引くことにより残りの面積が求められるが、これを船の長さ方向に積分して体積を計算し、水の比重（海水=1.025）を乗算することによりその傾斜角の排水量を算出した。

### 6.1.3 和船漁舟の静復原性能の特徴

以上の計算から求めた和船漁舟の静復原性能の特徴等についてまとめ次に示す。

#### 静復原力の範囲

静復原力および海水流入角計算を行った結果の一例として、前述の鯨勢子船 [  $L \times B \times D = 1024 \times 220 \times 89(\text{cm})$  ] の等喫水 (even keel) の場合について、図6-2に示す。この図では海水流入角曲線(a)、また仮想重心高さ58cm ( $KG = 0.65D$ )としたときの復原力交叉曲線(b)を示す。これらに鯨勢子船の半載時および満載時の排水量3.2t, 4.1tを当てはめると、海水流入角はそれぞれ、 $23^\circ$ 、 $19^\circ$ となる。また、復原力交叉曲線では同様の排水量で半載では $35^\circ$ 未満、満載では $30^\circ$ 未満で復原力を失うことを示している。両者の差異は約 $10^\circ$ と大きい、これは海水流入角計算では、便宜上、全対象船一律に

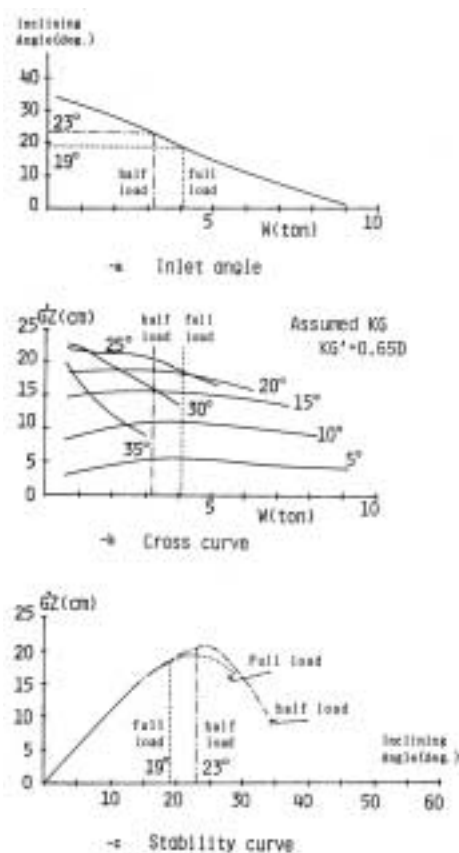


図6-2 復原性および海水流入角計算例〔鯨勢子船(M1)〕  
Result of the stability calculation (whaling chaser Iki-seko-bune).

傾斜角の中心となる点を最低舷端高さである深さ(D)の位置としたが、復原力計算ではDの65%の位置としたためによる違いが表れたものである。しかし、海水流入角計算で求めた復原力消失角がより厳しい海況にも適合すると考え、この値を本論では復原力消失角とすることにした。

この両図より満載および半載時の静復原力曲線を作成し同図(c)に示す。この図では傾斜角の $20^\circ$ までは満載、半載の両方ともほぼ同様な(GZ)値を取っており、それ以後の傾斜角から差が生じている。最大復原挺は、半載および満載時でそれぞれ $25^\circ$ および $22^\circ$ 前後であるが、海水流入角曲線によると、このいずれの場合も最大復原挺角度までに復原力消失角が現われ、同じく半載および満載で $23^\circ$ および $19^\circ$ がそれぞれ最大復原挺角度となる。またGMの値は半載および満載でそれぞれ62cmおよび63cmである。

また、模型曳航実験で設定したと同様の船尾トリム (stern trim) についても計算を行ったが、このトリムにしても、最小舷端の高さが5cm程度下がるものの断面の形状に大きな差が見られない等の理由により、even keelに比べて最大復原挺などは半載と満載時それぞれ2~3%小さい値を取ったが、ほとんど変わらないといえる。

以上の結果をまとめて表6-1に示す。この表は前章の表5-1と同じ船番号を示しているが、一区切り毎に上から鯨勢子船(1, 3, 4, 7, 9), 以下持双船(2, 5), 双海船(6, 8), 鯨船類似船(10, 11, 12), 一般漁舟(13~19)および荷船等(20~22)である。それぞれの長さ、幅および深さの基本要目の他に仮想重心KG (= 0.65D)を示し、続いて半載時の喫水 $d$ 、排水量W、基線よりのメタセンター高さKM、仮想重心よりのメタセンター高さGM、最大復原挺GZmax、最大復原挺角度( $\theta$ )および復原力消失角( $\theta_r$ )を示した。また、同様に満載時のものを並べて示している。表中の印は最小舷端における海水流入のために最大復原挺を示す角度が制限された場合を示し、+印はこの海水流入角が最大復原挺を示す角度とほぼ等しい場合である。以上の記号が付していないものは、最大復原挺を示す角度は海水流入角より小さいところにある。

この表で半載時の復原力消失角は、鯨船で $17 \sim 38^\circ$ 、一般漁舟で $30 \sim 41.5^\circ$ および荷船で $21.5 \sim 32^\circ$ の範囲にあり、特に外洋の荒波の中で操業することが予想される船は、相当する大角度までの復原力を示す船型が採用されているものと考えられる。

また、表中で最大復原挺とその角度の記載のない一般漁舟中の18番の船は、カンコ船〔図3-5、図5-1(4)(M18)〕である。図に示すように幅が狭く細長い船型で、 $KG = 0.65D$ ではGMが10cm台と非常に小さな値を示し、傾斜角の $10 \sim 30^\circ$ までは負のGZを示す。重心をDの50%以下とするとこの範囲の傾斜角でも正のGZを示すようになる。また、荒天時には2隻をそれぞれの帆柱と櫓で繋ぎ合わせ、双胴船のようにして凌いだという記録があることから、海面が平穏時においても通常考えられるよりも、かなり重心を下げた状態で稼動していたものと考えられる。

表 6 - 1 和船漁舟の半載および満載における静復原力に関する算定結果

Various statistical stability parameters of the model of M1-M22 wasens for half and full load conditions.

| Ship No. | hull type elements |      |      |      | half load |     |      |      |      |        | full load      |      |      |      |      |      |        |                |
|----------|--------------------|------|------|------|-----------|-----|------|------|------|--------|----------------|------|------|------|------|------|--------|----------------|
|          | L                  | B    | D    | KG   | d         | W   | KM   | GM   | GZ   | θ      | θ <sub>r</sub> | d    | W    | KM   | GM   | GZ   | θ      | θ <sub>r</sub> |
|          | m                  | m    | m    | m    | m         | t   | m    | m    | m    | deg    | deg            | m    | t    | m    | m    | m    | deg    | deg            |
| 1        | 10.24              | 2.20 | 0.89 | 0.58 | 0.45      | 3.2 | 1.20 | 0.62 | 0.20 | * 23.0 | 23.0           | 0.52 | 4.1  | 1.21 | 0.63 | 0.19 | * 19.0 | 19.0           |
| 3        | 10.32              | 2.24 | 1.01 | 0.86 | 0.52      | 4.4 | 1.06 | 0.40 | 0.13 | 30.0   | 36.0           | 0.65 | 6.4  | 1.12 | 0.46 | 0.13 | * 28.0 | 28.0           |
| 4        | 10.30              | 2.57 | 1.14 | 0.74 | 0.54      | 4.8 | 1.17 | 0.43 | 0.17 | 24.5   | 26.5           | 0.72 | 7.8  | 1.31 | 0.57 | 0.13 | * 17.0 | 17.0           |
| 7        | 10.80              | 2.11 | 0.89 | 0.58 | 0.40      | 2.2 | 0.90 | 0.32 | 0.17 | * 25.0 | 25.0           | 0.62 | 5.0  | 1.11 | 0.53 | 0.11 | * 12.0 | 12.0           |
| 9        | 10.04              | 2.16 | 1.12 | 0.73 | 0.61      | 4.0 | 1.11 | 0.38 | 0.15 | 28.5   | 30.0           | 0.75 | 5.9  | 1.09 | 0.36 | 0.14 | * 22.0 | 22.0           |
| 2        | 10.04              | 2.26 | 0.88 | 0.84 | 0.43      | 3.3 | 1.47 | 0.78 | 0.14 | * 20.0 | 20.0           | 0.59 | 5.5  | 1.24 | 0.60 | 0.11 | * 12.5 | 12.5           |
| 5        | 10.80              | 2.69 | 1.04 | 0.68 | 0.57      | 5.0 | 1.32 | 0.64 | 0.24 | + 23.5 | 23.5           | 0.80 | 9.0  | 1.43 | 0.75 | 0.15 | * 11.5 | 11.5           |
| 8        | 11.00              | 2.39 | 1.24 | 0.61 | 0.58      | 7.0 | 1.45 | 0.84 | 0.19 | * 17.0 | 17.0           | 0.72 | 10.0 | 1.44 | 0.63 | 0.14 | * 11.0 | 11.0           |
| 9        | 12.90              | 3.06 | 1.35 | 0.88 | 0.61      | 7.6 | 1.52 | 0.64 | 0.28 | 25.0   | 30.5           | 0.79 | 12.3 | 1.89 | 1.01 | 0.25 | + 21.5 | 21.5           |
| 10       | 10.50              | 2.06 | 1.20 | 0.78 | 0.45      | 3.6 | 1.12 | 0.34 | 0.12 | 28.0   | 38.0           | 0.69 | 7.2  | 0.99 | 0.21 | 0.10 | * 23.0 | 23.0           |
| 11       | 10.80              | 2.09 | 0.80 | 0.52 | 0.32      | 2.2 | 1.29 | 0.77 | 0.20 | 23.5   | 27.0           | 0.51 | 4.9  | 1.15 | 0.63 | 0.14 | * 13.5 | 13.5           |
| 12       | 9.30               | 2.19 | 0.89 | 0.64 | 0.41      | 3.0 | 1.01 | 0.37 | 0.16 | 29.0   | 31.0           | 0.57 | 5.1  | 1.12 | 0.48 | 0.15 | + 22.0 | 22.0           |
| 15       | 11.80              | 2.60 | 1.20 | 0.83 | 0.44      | 4.4 | 1.55 | 0.72 | 0.17 | 24.5   | 37.5           | 0.63 | 8.4  | 1.45 | 0.62 | 0.15 | 23.5   | 28.0           |
| 16       | 9.80               | 2.46 | 1.09 | 0.71 | 0.46      | 3.6 | 1.38 | 0.65 | 0.20 | 27.0   | 32.0           | 0.70 | 7.3  | 1.30 | 0.59 | 0.16 | * 18.0 | 18.0           |
| 17       | 7.86               | 1.94 | 1.02 | 0.66 | 0.42      | 2.1 | 1.02 | 0.38 | 0.13 | 29.0   | 34.0           | 0.63 | 4.2  | 0.96 | 0.30 | 0.11 | * 23.0 | 23.0           |
| 13       | 7.10               | 1.59 | 0.67 | 0.44 | 0.26      | 0.9 | 0.86 | 0.42 | 0.14 | 28.0   | 30.0           | 0.39 | 1.9  | 0.86 | 0.42 | 0.10 | * 17.5 | 17.5           |
| 14       | 6.30               | 1.57 | 0.60 | 0.39 | 0.27      | 1.0 | 0.90 | 0.51 | 0.12 | 29.0   | 34.0           | 0.31 | 1.2  | 0.96 | 0.56 | 0.11 | 27.0   | 31.5           |
| 18       | 8.80               | 1.20 | 0.63 | 0.41 | 0.25      | 1.1 | 0.56 | 0.15 | ---  | ---    | 39.0           | 0.29 | 1.4  | 0.54 | 0.13 | ---  | ---    | 35.0           |
| 19       | 4.90               | 1.53 | 0.55 | 0.36 | 0.23      | 0.5 | 1.35 | 0.99 | 0.14 | 28.0   | 41.5           | 0.34 | 1.2  | 0.89 | 0.53 | 0.09 | 27.5   | 30.0           |
| 20       | 6.40               | 1.32 | 0.59 | 0.38 | 0.25      | 0.7 | 0.77 | 0.35 | 0.12 | 26.0   | 32.0           | 0.32 | 1.1  | 0.78 | 0.40 | 0.11 | * 24.5 | 24.5           |
| 21       | 9.36               | 2.18 | 1.06 | 0.69 | 0.47      | 3.5 | 1.08 | 0.39 | 0.14 | 30.0   | 31.0           | 0.59 | 5.0  | 1.09 | 0.40 | 0.14 | * 24.5 | 24.5           |
| 22       | 7.06               | 1.96 | 0.55 | 0.36 | 0.18      | 1.3 | 1.28 | 0.92 | 0.14 | 20.0   | 21.5           | 0.28 | 2.2  | 0.92 | 0.56 | 0.07 | * 14.5 | 14.5           |

Remarks: \* Maximum inlet angle, + Maximum angle of righting lever = inlet angle  
Assumed KG' = D+0.65, θ<sub>r</sub>: range of the inlet angle (varying point of stability)

) W/LB<sup>2</sup>と海水流入角

前述した方法によって求めた海水流入角と排水量との関係から、これらの和船漁舟の性質を検討した。図6-3(1)に鯨船とその類似船について、図6-3(2)に一般漁舟と荷船についてそれぞれの船番号と共に示した。但し、横軸に示す排水容積(W)に対しては、無次元化した値(W/LB<sup>2</sup>)を用いた。この図において内側に示される船ほど、排水量が小さく、また海水流入角もより小さい角度で生じることを示しており、従って波の小さい場所で使用される比較的内湾型の船<sup>23)</sup>であると考えられる。図から鯨船(図6-3(1))では、山口(M5, M6)、壱岐(M1, M2)が海水流入角・排水容積が小さな値を示すが、生月(M3)、和歌山(M10)の網船(勢子船)が大きな値を示した。また、一般漁舟(図6-3(2))では川船の荷船(M22)や定置網用の有海船(M13)が小さく、外洋型と考えられる前述のカンコ船(M18)、連子延縄母船搭載伝馬(M19)が大きな値を示した。よって、これらの海水流入角と排水容積との関係を示すW/LB<sup>2</sup>に対する海水流入角曲線の結果は、和船漁舟等の出漁範囲を規定する復原安定性に関する一つの指標としても利用できることが示唆された。

6.2 動的復原性能の推定

次に和船漁舟の動的復原性能の推定に当たって、その基礎となる船の横揺れ周期を模型実験により求めた慣動半径(C=k/B=0.355)を用い、GMから算定して、和船漁舟の寸法比などの船型要素と合わせ表6-2に示した。そこでこれらの値について、水産庁が小型漁船の総合的安全性向上のために安全基準として昭和47年3月に設定した「20t未満小型漁船安全基準」<sup>88)</sup>に当てはめ、安全性について判定してみるとした。

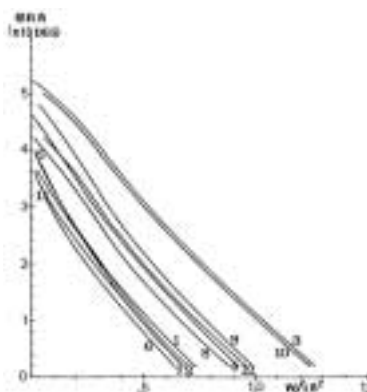


図 6 - 3(1) 和船漁舟のW/LB<sup>2</sup>と海水流入角との関係(鯨船とその類似船)

Relations between W/LB<sup>2</sup> and inlet angle for sample wasens (whaling and its similar boat).

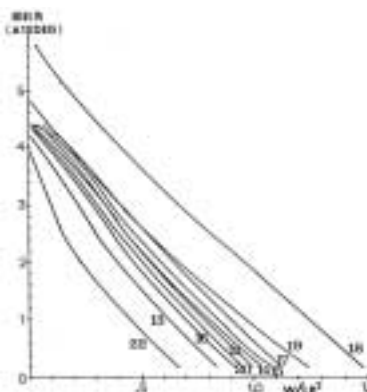


図 6 - 3(2) 和船漁舟のW/LB<sup>2</sup>と海水流入角との関係(一般漁舟と荷船)

Relations between W/LB<sup>2</sup> and inlet angle for sample wasens (fishing and carrier boat).

表 6 - 2 和船漁舟の半載および満載における船型の各種要素と復原性能  
Various hull-type elements and statistical stability of the model of M1-M22 wasens for half and full load conditions.

| Ship No. | hull type elements |      |      |      |      |       |      | half load |      |      |      |     | full load |      |      |      |      |      |     |      |      |
|----------|--------------------|------|------|------|------|-------|------|-----------|------|------|------|-----|-----------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
|          | L                  | B    | D    | L/B  | B/D  | L/D   | KG   | d         | KM   | GM   | f    | Tr  | f/D       | Tr/B | d    | KM   | GM   | f    | Tr  | f/D  | Tr/B |
|          | m                  | m    | m    |      |      |       | m    | m         | m    | m    | sec  |     |           | m    | m    | m    | m    | sec  |     |      |      |
| 1        | 10.24              | 2.20 | 0.89 | 4.65 | 2.47 | 11.51 | 0.58 | 0.45      | 1.20 | 0.62 | 0.44 | 2.0 | 0.49      | 0.91 | 0.52 | 1.21 | 0.63 | 0.37 | 2.0 | 0.43 | 0.80 |
| 3        | 10.32              | 2.24 | 1.01 | 4.61 | 2.22 | 10.22 | 0.66 | 0.52      | 1.06 | 0.40 | 0.49 | 2.5 | 0.49      | 1.13 | 0.65 | 1.12 | 0.46 | 0.36 | 2.4 | 0.36 | 1.05 |
| 4        | 10.30              | 2.57 | 1.14 | 4.01 | 2.25 | 9.04  | 0.74 | 0.54      | 1.17 | 0.43 | 0.60 | 2.8 | 0.53      | 1.09 | 0.72 | 1.31 | 0.57 | 0.42 | 2.4 | 0.37 | 0.95 |
| 7        | 10.80              | 2.11 | 0.89 | 5.12 | 2.37 | 12.13 | 0.58 | 0.40      | 0.90 | 0.32 | 0.49 | 2.7 | 0.55      | 1.26 | 0.62 | 1.11 | 0.53 | 0.27 | 2.1 | 0.30 | 0.98 |
| 9        | 10.04              | 2.18 | 1.12 | 4.65 | 1.93 | 8.98  | 0.73 | 0.61      | 1.11 | 0.38 | 0.51 | 2.5 | 0.46      | 1.16 | 0.75 | 1.09 | 0.38 | 0.37 | 2.5 | 0.33 | 1.18 |
| 2        | 10.04              | 2.28 | 0.99 | 4.44 | 2.31 | 10.24 | 0.64 | 0.43      | 1.42 | 0.78 | 0.55 | 1.8 | 0.58      | 0.81 | 0.59 | 1.24 | 0.60 | 0.39 | 2.1 | 0.40 | 0.93 |
| 5        | 10.80              | 2.89 | 1.04 | 4.01 | 2.59 | 10.38 | 0.68 | 0.57      | 1.32 | 0.64 | 0.47 | 2.4 | 0.45      | 0.89 | 0.80 | 1.43 | 0.75 | 0.24 | 2.2 | 0.23 | 0.82 |
| 8        | 11.00              | 2.88 | 1.24 | 3.81 | 2.35 | 8.87  | 0.81 | 0.58      | 1.45 | 0.64 | 0.60 | 2.6 | 0.55      | 0.89 | 0.72 | 1.44 | 0.63 | 0.32 | 2.8 | 0.43 | 0.80 |
| 1        | 12.00              | 3.08 | 1.35 | 4.19 | 2.28 | 9.59  | 0.88 | 0.61      | 1.52 | 0.84 | 0.74 | 2.7 | 0.55      | 0.89 | 0.79 | 1.89 | 1.01 | 0.58 | 2.2 | 0.41 | 0.71 |
| 10       | 10.50              | 2.66 | 1.20 | 5.02 | 1.74 | 8.75  | 0.78 | 0.45      | 1.12 | 0.34 | 0.75 | 2.8 | 0.63      | 1.22 | 0.69 | 0.99 | 0.21 | 0.51 | 3.3 | 0.43 | 1.56 |
| 11       | 10.80              | 2.69 | 0.80 | 5.07 | 2.61 | 13.25 | 0.52 | 0.32      | 1.29 | 0.77 | 0.48 | 1.7 | 0.60      | 0.81 | 0.51 | 1.15 | 0.63 | 0.29 | 1.9 | 0.36 | 0.90 |
| 12       | 9.30               | 2.19 | 0.98 | 4.25 | 2.21 | 9.39  | 0.64 | 0.41      | 1.01 | 0.37 | 0.58 | 2.6 | 0.59      | 1.17 | 0.57 | 1.12 | 0.46 | 0.42 | 2.3 | 0.42 | 1.03 |
| 15       | 11.80              | 2.60 | 1.28 | 4.54 | 2.03 | 9.22  | 0.83 | 0.44      | 1.55 | 0.72 | 0.84 | 2.2 | 0.66      | 0.84 | 0.63 | 1.45 | 0.82 | 0.65 | 2.4 | 0.51 | 0.91 |
| 16       | 9.80               | 2.46 | 1.09 | 3.90 | 2.26 | 8.81  | 0.71 | 0.40      | 1.36 | 0.45 | 0.63 | 2.3 | 0.58      | 0.89 | 0.70 | 1.30 | 0.59 | 0.39 | 2.3 | 0.38 | 0.93 |
| 17       | 7.88               | 1.94 | 1.02 | 3.95 | 1.90 | 7.51  | 0.88 | 0.42      | 1.02 | 0.38 | 0.80 | 2.3 | 0.59      | 1.19 | 0.63 | 0.98 | 0.30 | 0.39 | 2.5 | 0.38 | 1.30 |
| 13       | 7.10               | 1.59 | 0.87 | 4.47 | 2.37 | 10.80 | 0.44 | 0.26      | 0.86 | 0.42 | 0.41 | 1.8 | 0.61      | 1.10 | 0.38 | 0.88 | 0.42 | 0.28 | 1.8 | 0.42 | 1.10 |
| 14       | 8.30               | 1.57 | 0.80 | 4.01 | 2.62 | 10.50 | 0.39 | 0.27      | 0.90 | 0.51 | 0.33 | 1.8 | 0.55      | 1.00 | 0.31 | 0.95 | 0.56 | 0.29 | 1.5 | 0.48 | 0.95 |
| 18       | 8.80               | 1.20 | 0.83 | 5.87 | 1.90 | 10.79 | 0.41 | 0.25      | 0.56 | 0.15 | 0.38 | 2.2 | 0.60      | 1.84 | 0.29 | 0.54 | 0.13 | 0.34 | 2.4 | 0.54 | 1.98 |
| 19       | 4.90               | 1.53 | 0.55 | 3.20 | 2.78 | 8.91  | 0.36 | 0.23      | 1.35 | 0.88 | 0.32 | 1.1 | 0.58      | 0.72 | 0.34 | 0.89 | 0.53 | 0.21 | 1.5 | 0.38 | 0.88 |
| 20       | 6.40               | 1.32 | 0.59 | 4.85 | 2.24 | 10.85 | 0.38 | 0.25      | 0.77 | 0.39 | 0.34 | 1.5 | 0.58      | 1.14 | 0.32 | 0.78 | 0.40 | 0.27 | 1.5 | 0.46 | 1.13 |
| 21       | 9.38               | 2.18 | 1.06 | 4.29 | 2.06 | 8.83  | 0.83 | 0.47      | 1.08 | 0.39 | 0.59 | 2.5 | 0.56      | 1.14 | 0.59 | 1.09 | 0.40 | 0.47 | 2.5 | 0.44 | 1.13 |
| 22       | 7.08               | 1.96 | 0.55 | 3.60 | 3.56 | 12.84 | 0.38 | 0.18      | 1.28 | 0.82 | 0.37 | 1.5 | 0.67      | 0.74 | 0.28 | 0.92 | 0.56 | 0.27 | 1.9 | 0.46 | 0.95 |

f: freeboard, Tr: rolling period

6.2.1 小型漁船安全基準<sup>8)</sup>の概要

この基準は、小型漁船の分類および仮定限界風速を次のように定めている。即ち、操業区域までの距離および所要時間により甲、乙および丙の各区分に分け、甲区は最寄りの避泊地まで、その漁船の最高速度で3時間を超える海域に出漁する小型漁船をいい、最悪気象での定常風速が約15m/secと推定される海域を航行する小型漁船である。乙区は最寄りの避泊地まで、その漁船の最高速度で3時間以内の海域のみに出漁する小型漁船であって、根拠地よりその漁船の最高速度で2時間を超える海域に出漁するものをいい、遭遇する最悪気象での定常風速が約10m/secと推定される海域を航行する小型漁船である。丙区は、甲および乙区分漁船以外の小型漁船をいう。この基準の主要寸法比は、L/B=4.7~3.5、L/D=11.0~8.5、B/D=2.8~2.0とされている。最小乾舷(f)は、甲区ではf=0.192 D、乙および丙区では、f=0.128 Dである。また最小横メタセンタ高さ(GM)は、Bおよびf/Dに応じ、B/D=2.20を標準とし0.06B以上であることと、さらに静的横傾斜の限度として、漁具などの操作により生ずる横傾斜は12度を超えないこと及びその場合において上甲板舷端が水没しないことなどが規定されている。次にGMの判定法は、傾斜試験の結果より、出漁状態の値を算出して行うものとする。また、傾斜試験によりGMの確認が困難な場合、停泊中の横揺れ周期から求めた自由横揺れ周期(秒)が基準に掲げる値以下であるものは、安全なGMを有するものとしてよいと規定されている。

以上のことは、人力の櫓漕ぎ推進による和船漁舟には、仮定限界風速の設定など一部適当でない場合もあるが、GM値(GM)、模型実験で得られた慣動半径などを用いて推定した横揺れ周期などを和船漁舟の船型各要素と対応させて安全性を検討してみることにする。

6.2.2 “小型漁船安全基準”への適用結果

対象の和船漁舟は、丙区分漁船に該当し、風速を考慮すると乙区まで行き着かないと考えられるが、まず船の深さと乾舷との関係における安全基準について図6-4に示す。図は船の深さ(D)に対する甲、乙および丙区分漁船の乾舷の各基準を示すとともに、乾舷0.4m未満で該当する半載の漁舟(印)および満載の漁舟(x印)を図中に示した。図から計測結果は、いずれも甲基準に照らしても十分安全であると判断された。同様に船の幅とGMとの関係における安全基準について半載と満載に分け、それぞれ図6-5(1)~(2)に船番号とともに示す。安全基準は船幅の1.5mからの該当船について示すが、カンコ船(M18)および荷船(M20)の両船が、幅が小さいことで外れている。図ではより厳しい条件の甲区分の該当する箇所に印しているが、半載(図6-5(1))においてカンコ船(M18)の一隻が、また満載では同様にカンコ船と鯨船類似船の網船(M10)の二隻が図のパラメータであるf/Dの0.15未満で基準値に抵触している。しかし当該船のf/Dはカンコ船0.54、鯨船類似船の網船0.43であり、これに照らすと安全側にあり基準を満足するものであった。また、船の幅と横揺れ周期の関係を船の深さ(D)のパラメータで示した安全基準について図6-6に示す。図では半載を下部に満載を上部に示している。この図の満載(上図)において、前述の1例(M10)が危険側に入り込んでいるがD=1.2であり安全側にある。よって、どの船幅においても横揺れ周期は各パラメータで示される下側の値、即ち横揺れ周期が短く、従ってGM値が大きいことで安全側にあり、基準が満たされる結果が得られた。

以上から選定した22隻の和船漁舟は、3tから20t未満の通常、動力を常備する小型漁船安全基準に照らしても、安全性を十分クリアーする船型を保持しているものと判断された。

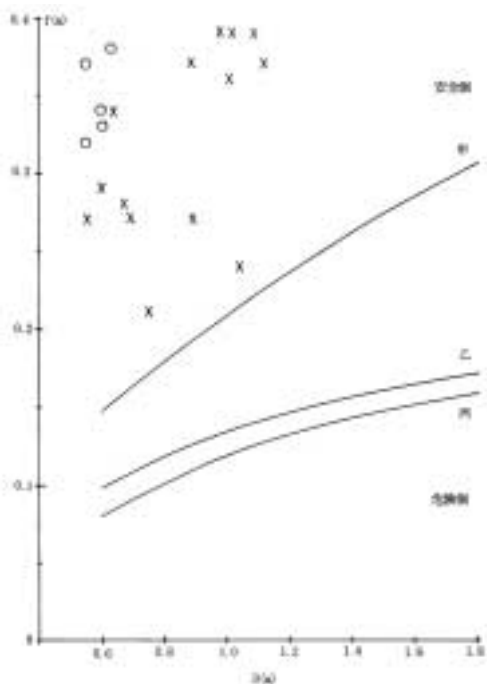


図 6 - 4 小型漁船安全基準による安全性の判定 (船の深さと乾舷との関係)

Judge of security of the fishing boats used the experiment for the rules of safety in the small fishing boat (relations between depth and draft of the boat).

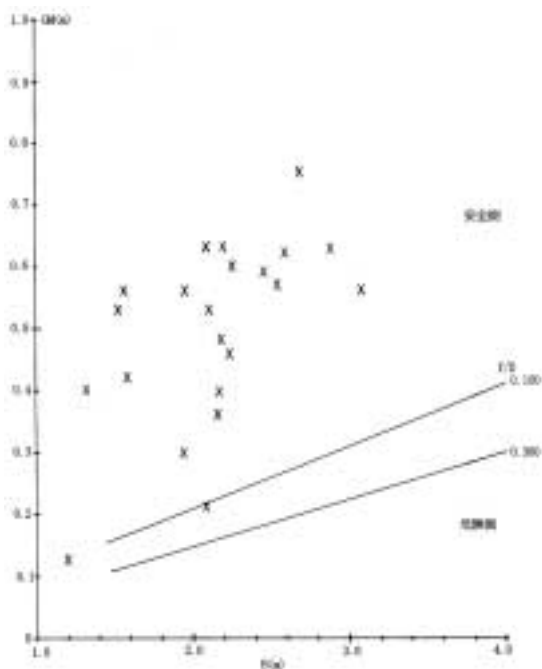


図 6 - 5(2) 小型漁船安全基準による安全性の判定 (船の幅とGMとの関係) 和船漁舟満載時のもの

Judge of security of the wasens under full load condition used the experiment for the rules of safety in the small fishing boat (relations between width and GM of the boat).

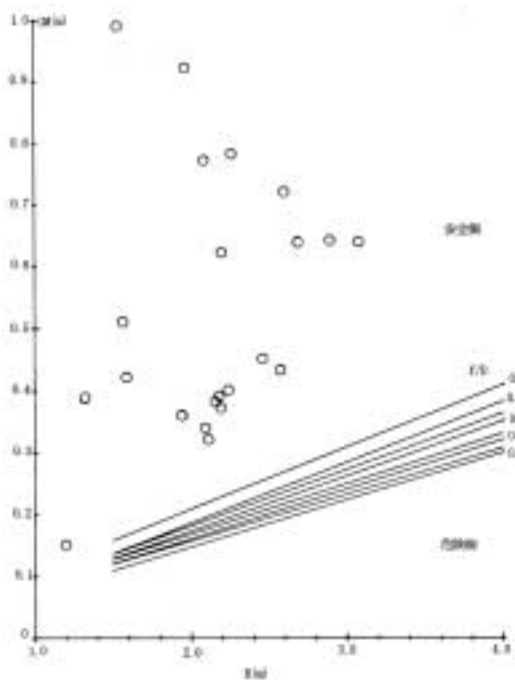


図 6 - 5(1) 小型漁船安全基準による安全性の判定 (船の幅とGMとの関係) 和船漁舟半載時のもの

Judge of security of the wasens under half load condition used the experiment for the rules of safety in the small fishing boat (relations between width and GM of the boat).

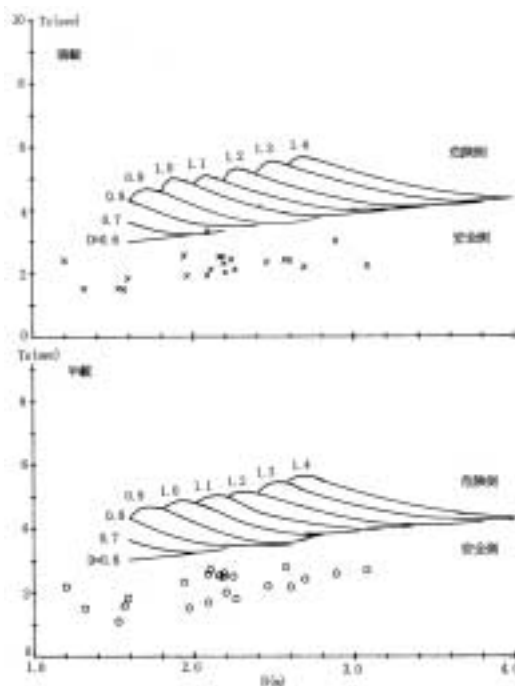


図 6 - 6 小型漁船安全基準による安全性の判定 (船の幅と横揺れ周期との関係) 上 (満載), 下 (半載)

Judge of security of the wasens used the experiment for the rule of security to the small fishing boat (relations between width and rolling period of the boat). Upper: full load and lower: half load.

6.2.3 和船漁舟の横揺れ周期の特徴

和船漁舟の釣船（大村湾釣船）と網船（M15）の2m模型を使用して静水中の横揺れ減衰に関する実験を行い、その横揺れ波形を観測するとともにN係数<sup>89)</sup>（減衰係数）の算定を行った。計測波形の一例を釣船（図6-7）、網船（図6-8）に示し、N係数の算定法を図6-9に示し、また、釣船模型にGYROを搭載した状況について図6-10に示す。横揺れの実験状態は、図に示すように船尾トリムで満載時の状態に近いものとなった。網船についてもほぼ同様の設定である。

釣船の横揺れ減衰（図6-7）は、初期傾斜約10度に設定して行ったが、1~2揺れで急激に減衰している様子を示している。この傾斜角では、上柵の半分程度没水することになり、1揺れ後、根板と上柵の交点（チェーン）の張り出し部分の抵抗により急激に減衰され、その後は船の残有慣性力と生じた波の影響を受けながらも徐々に減衰していく様子が観察できる。また、網船の減衰（図6-8）については、水中に浮かべた時、既に船体中央より後方における上柵部1/4が没水し、釣船と同様約10°の傾斜時にチェーン上部まで没水していたにも関わらず、釣船のような一気に減衰するような揺れは示さず、一般船舶が示すような比較的スムーズな減衰を示した。これらについて、図6-9に示す方法でN係数を算定したところ、釣船では、初期の $\theta_1 \sim \theta_4$ までのN係数の平均は0.0336であり、大減衰後のN係数の平均は0.0368であった。また、網船では同様の $\theta_1 \sim \theta_4$ までのN係数の平均は0.0183であった。

以上のことから、和船漁舟のうちでも釣船のようなチェーンの張り出しが比較的大きな船について、上柵部まで没水している状態からの横揺れ、もしくは没水するような傾斜横揺れに対しては、一端大規模に減衰するような特異な性質を示

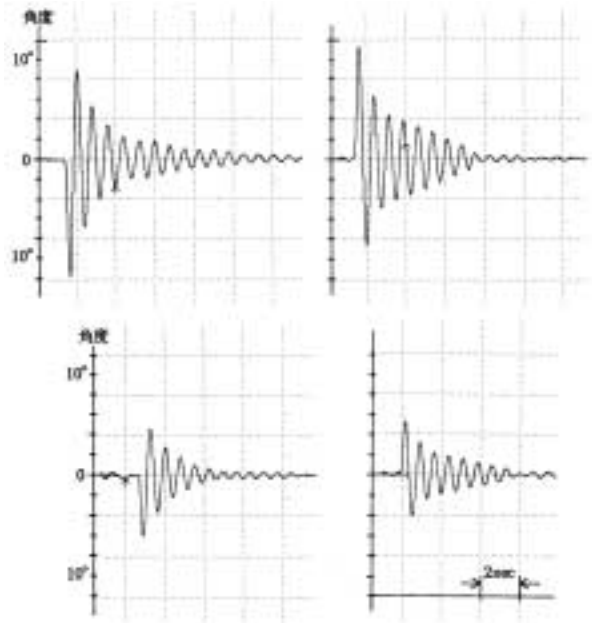
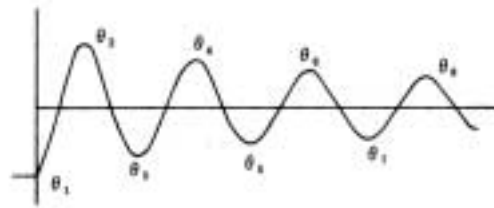


図6-8 網船船型（模型）の横揺れ減衰の例  
Several rolling extinction curves for seiner type model boat.



$$\Delta \theta_1 = \theta_1 - \theta_{(n)}$$

$$\Delta \theta_m = (\theta_1 + \theta_{(n)})/2$$

$$N = \Delta \theta_1 / (\Delta \theta_m)^2$$

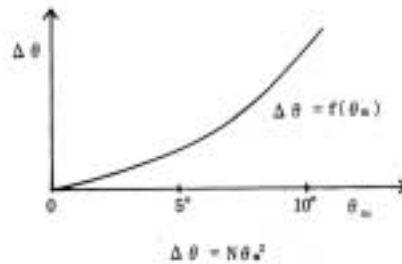


図6-9 Bertinの表現によるN係数の算定法<sup>89)</sup>  
An estimation N-coefficient for Bertin's method.

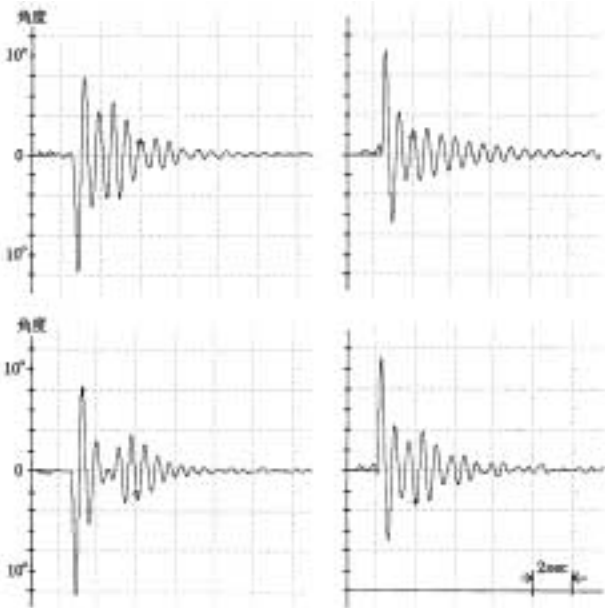


図6-7 釣船船型（模型）の横揺れ減衰の例  
Several rolling extinction curves for angling type model boat.

し、通常の船舶が水中に有するビルジキールとはやや異なる横揺れ減衰を示すことが特徴である。この時、普通の大きさのビルジキールを有する商船が20度程度の傾斜時に示すN係数(=0.02)<sup>89)</sup>よりも大きなN係数が計測されたことにより、和船漁舟船型（釣船）は安定性に関しても優れた船型を所持していることが伺われる。



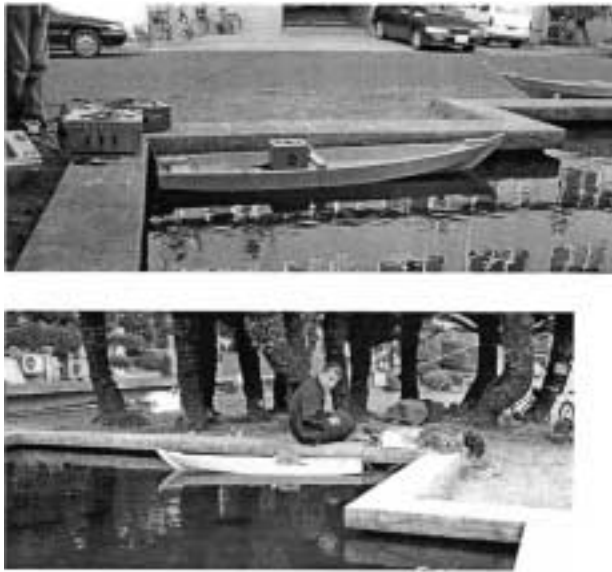


図 6-10 横揺れ実験に使用した釣船船模型船のGYRO搭載位置と船の姿勢

Profile of the angling model boat and vertical-gyro used for the rolling experiment.

## 第7章 和船漁舟船型の操船運用面からの評価と現状

今まで述べてきた和船漁舟運動性能の解析結果等を整理しながら、これらの船型について船の操船運用面から総合的に考察することとする。

### 7.1 櫓漕ぎ和船漁舟船型の評価

ここでは、船型調査から得られた和船漁舟船型の特徴を評価するために実施した船の基本性能である抵抗推進および復原安定の各運動性能を、実験および理論計算結果等から総合的に考察した結果について述べる。

#### 7.1.1 抵抗性能からみた和船漁舟船型

選定した和船漁舟の模型船22隻を用いて行った曳航実験から、実船および5t換算の全抵抗係数の比較を行ったところ、鯨船とその類似船では比較的船速を必要とする勢子船が予想通り低速域から高速域の $F_n = 1.0$ 付近(船速7~8kt)に至るまで抵抗値は小さく、半載に設定した稼働状態では $s_T (=s_{RT} / (\rho \cdot v^2 \cdot L)) = 0.05$ 前後と算定された。その他の一般漁舟の釣船、網船および運搬船の中で抵抗が小さいものは、生月薪炭船、巾着網船、カンコ船および有海船などであり、人力推進による船速の限界域付近( $F_n = 1.0$ )では、同じく $s_T = 0.04 \sim 0.05$ と算定され、船速が要求される船の抵抗性能が優れていることが実験から確認できた。

以上から抵抗性能上優れていると認められた和船漁舟船型の特徴は、それぞれの船で微妙な違いがあるものの船型要素をもって示すとL/Bが大きいこと、各肥せき係数が小さいこと、そのうちでも特に $C_{vp}$ (豎柱形肥せき係数)が小さいことの特徴があり、反対に抵抗値の大きいものはその逆

のことが言えた。但し、例外もありそれはカンコ船(M18)であった。この船の断面形状は四角に近いものであり、抵抗の小さい船と判明したが、その船型はL/Bが特に大きく、しかし各肥せき係数も同時に大きく上記の一般的傾向と異なっていたことである。また、その他の抵抗値を小さくする船型条件としては、船首ミヨシの傾斜角および水切り角度が小さいこと、船尾艦航(トモガワラ)の反りが大きいことや船型ではないが、和船漁舟船型ではトリム条件のうち喫水もしくは船首トリムであることが高速時にはより有利に働くことが判った。

また、抵抗性能には船の船型要素が重要である。よって和船抵抗試験結果から類似船型の抵抗値推定にも使用できるよう、低速から高速に至るまで $F_n$ の0.5~1.2迄の0.1毎に8段階設定速度について、各種の文献を参考にしてそれぞれが所有している抵抗に影響すると思われる船型要素項を取り上げ重回帰分析を行って船型要素の抵抗値算定上の寄与度などを求めてみた(付録2に示す)。この結果によると、基本船型要素項として示した9つの項目のうち低速から高速に至るまで抵抗の増減に関して同一傾向を示すものに水線幅と吃水との比、柱形肥せき係数( $C_p$ )、船体中央部における水線幅の1/4パトックラインの吃水線に対する船尾艦航部分の傾斜角度があった。しかし、低速、中速、高速とそれぞれ傾向が変化しており、かつ影響度が大きいものは、豎柱肥せき係数( $C_{vp}$ )、浮心の前後位置、船首水線の入射角などであった。抵抗性能を重視するのであれば常用する船速に応じ、これらの影響度を考慮して和船設計に応用する必要があると思われる。

#### 7.1.2 推進性能からみた和船漁舟船型

次に推進性能を検討するために、全長5.6m、幅1.4m、艇重量250kgのFRP和船を用いて熟練者による櫓漕ぎ実験を行った結果、海況および使用艇の条件が良い時、一人漕ぎで平均船速2.5ktが得られ、その時の全抵抗値から有効馬力は平均で0.04~0.045ps、最大で0.06psと算定できた。この結果に模型実験を行った和船漁舟のうち、八丁櫓の高速鯨船(老岐の勢子船; M1)をあてはめると、設定した半載の稼働状態で船速は4.0ktを超えるとみられる。同船の設定喫水における艇重量は3.2tであるが、船重量および搭載の櫓の重量や漕ぎ手8人の重量を勘案するとまだ軽量となることが予想(1.8t程度)され、このことは抵抗値軽減につながるとともに船速の増加が期待でき、史実通りの7~8kt<sup>90</sup>の船速も瞬間的には可能であったことも考えられる。また、櫓漕ぎ実験で被験者の初心者Cにも見られるように、目的を持って練習すれば僅かな期間で櫓漕ぎに習熟でき、また操櫓法に習熟すれば、低速のうちは推進抵抗が極めて小さい和船漁舟では、比較的非力であっても長時間安定的に漕ぎ続けられることが実証された。最近の1986年6月、対馬北西端の大河内湾に面する河内地区の住民らによって七丁櫓の地船と称する和船漁舟を用い、村興しの一環を兼ねた古代航海を模擬する渡海実験<sup>91)</sup>が実施された。これは対馬棹崎から韓国釜山まで直線距離にして53km余の朝鮮海峡を風力3~4、海潮流の影響も大

きい中、8時間かけて漕ぎきったものであり、この平均船速3.5kt程度に相当する。実験に用いた地船は対馬においてかつて定置網の網起こしや地引網に用いられたもので、現在は櫓漕ぎ競争の「船グロー」に用いられている全長10m、幅2mのものである。渡海実験の計画にあたって、住民は操船法に不慣れであったため、二人の予備人員を含む9人を一組とし、2班(計18人)編成し、実質2ヶ月間の練習を行ってこの実験に備えた。この実験の成功は、櫓漕ぎ推進の和船漁舟が持つ航海性能を実証したものとして意義深い出来事であった。

### 7.1.3 復原性能からみた和船漁舟船型

抵抗性能の算定に利用した選定した和船漁舟22隻について、同じく復原力計算を行ってその復原性能を確認した。計算は現場での使用状況を勘案し、実測の平均値として得られた重心高さ(KG=0.65D)を仮想重心にして和船漁舟の平水中の復原性を示す静復原力について実施し、初期復原力に影響するGMのほか、復原力消失角および海水の流入角を得た。その結果、半載時の復原力消失角は、鯨船で $17\sim 38^\circ$ 、一般漁舟で $30\sim 41.5^\circ$ および荷船で $21.5\sim 32^\circ$ の範囲にあり、特に外洋の荒波の中で操業する船は、相当する大角度までの復原力を示す船型であると判った。また、一般漁舟中のカンコ船は幅が狭く細長い特殊な船型であるが、仮想重心KG=0.65DではGMが10cm台と非常に小さな値であった。荒天時には2隻をそれぞれの帆柱と櫓で繋ぎ合わせ、双胴船のようにして凌いだという記録もあることから、海面が平穏時でも通常考えられるよりも、かなり重心を下げて稼動していたものと推定される。

次に海水流入角と排水容積との関係について、W/LB2〔排水容積(W)と長さ・幅の自乗比〕で比較した海水流入角が鯨船では、山口(M5, M6)、香岐(M1, M2)において小さな値を示すが、生月(M3)、和歌山(M10)の網船(勢子船)において大きな値を示した。また、一般漁舟では川船の荷船(M22)や定置網用の有海船(M13)で小さく、外洋型と考えられる前述のカンコ船(M18)、連子伝馬(M19)で大きな値を示した。このことは、必ずしも全てではないが、同じ和船漁舟の中でも外海で使用される船は、十分大きな海水流入角を示すことが判り、この算定法は和船漁舟船型の安全性の判断尺度として有用なものと考えられる。

また、これらの和船漁舟を現代の小型漁船安全基準に対応させた結果、選定した22隻の和船漁舟は、同基準に照らしても、十分安全性が認められる船型と判った。更に動揺時の減衰係数(N係数)の判定を、和船漁舟の釣船(大村湾釣船)と網船(M15)の2m模型を使用して実施した結果、釣船では、傾斜角 $10^\circ$ で0.035前後であり、同様に網船では0.018程度と判明した。このことは、和船漁舟のうちでも釣船のようなチェーンの張り出しが比較的大きな船について、上棚部まで没水している状態からの横揺れ、もしくは没水するような傾斜横揺れに対しては、一挙に減衰する性質があることを示すものである。よってチェーン付近に大きな張り出しを持つ和船漁舟のような船型、特に釣船は、安定性に関しても優れた船型と評価できた。

以上見て来た通り、低速の和船漁舟では比較的安定性を重視した船型、高速では速力性能を重視した船型が採用される傾向にあるが、その和船漁舟がどのような目的で使用されるかにより、重点的に選択される船型要素が変わって来る。現在の和船漁舟由来のFRP艇については、このことは十分考慮されて新たな船型が開発されているものと思われるが、今後なお、この和船漁舟船型がFRP化して各種の目的に使用された場合、速力性能上、常用船速をどの程度に設定するかによって、第一義に考える船型要素を選択し、また安全性を考慮してこれらのバランスの中で船型を決定していく必要がある。

## 7.2 和船漁舟船型の現状と和船型小型漁船の実態

### 7.2.1 和船漁舟船型の現状

以上、和船漁舟の船型の合理性について各運動性能等から記述してきたが、これらは現在、新船では殆ど求められないというのが現状である。和船漁舟は、かつて漁村に生きる人々にとって、その生活の糧を得るための道具(手段)の一つとして存在し、発達してきたものである。これらの和船漁舟は、結論にも示したような経過をたどり、必ずしも和船漁舟と同一船型ではないが、現在では動力化、FRP化されて木造の櫓漕ぎ時代と比べると行動範囲も広がり、より遠くへ、より早く、また各種の需要に合わせて大量生産がなされている。これに伴い、かつてその主要推進具であった櫓は、船外機船では非常時の補助的存在から、櫓を使用できない人が増えたこともあって船に搭載すること自体無意味になりつつあり、エンジントラブルが発生した場合の非常用としては2つ目の船外機がその機能を果たしている現状もある。

和船漁舟船型の将来展望を言及するとき、上記の点や和船漁舟を取り巻くそれを利用する人々の生活環境や社会情勢に十分配慮して、これらの変化に敏感に対応していかなくてはならない。動力化された小型船舶(和船漁舟の形状を一部留めるものも含む)は、用途的には従来の漁船としての利用のほか、現在では生活の余暇を大自然の海などで楽しく過ごすことを目的とした海洋レジャー船の分野が主流を占めるまでになってきた。これら小型船舶を運航するにあたり、海上気象の無知、操船の未熟が原因とされる遭難や衝突事故などの海難事故が船舶隻数の増加とともに年々多発している。また、都市から遠い漁村や離島などでは、過疎化が進行するとともに後継者不足が深刻である。これらの状況を考えると、和船漁舟の将来展望の一環にこれら海洋レジャーとの共存への道も模索できるのではないかと考えられる。

すなわち、海でこれら小型船を使用する場合の訓練・練習艇としての機能であり、自らの手で船を操作できるよう櫓の操作・技能の習得を通し、非常時でも自力での対応を目指したものである。これにより海洋レジャー初心者には、これらの訓練を通して慣海性を培うことが期待される。

また、それを実施する場を、現在、櫓漕ぎ技術や和船漁舟がまだ得られるであろう「船グロー」などの櫓漕ぎ競争を行事化している地域やその周辺の過疎化した漁村に求めることができるのではと考える。すなわち、これら漁村の活性化を促すとともに、手漕ぎ和船漁舟の櫓漕ぎ操作習熟の体験学習

等を通して、船の基本的な性質、推進や抵抗の各性能を経験者の指導の元にも身をもって経験することにより安全性への見極めや、海や船への理解がより深められ、変化する自然の状況を敏感に察知しながら船を安全に使用できる資質も養成されることが考えられる。

7.2.2 長崎茂木地区の和船型小型漁船の実態

現在、和船漁舟は新船の建造が殆どなくその隻数は、船の老朽化とともに年々減少の一途をたどっており、各地漁村の漁船の多くは、従来の和船船型の名残を留めた角型船型の機関を搭載したFRP製（一部の構成部材に木造を含む）小型漁船である。そこで、和船漁舟が現在のままでは残り得ない現状を考慮し、和船漁舟の現実を踏まえ、また将来展望として実用の見地から、GT 5t前後のいわゆる「和船型小型漁船」について、長崎市近郊でも漁業基地として良く知られている長崎市茂木町の底曳網及び延縄漁船群を対象にその復原安定性能を小型漁船安全基準および船舶復原性規則に照らしてみることにした。

小型漁船のGM及び横揺れ周期の実態

先に示した和船漁舟の小型漁船安全基準への適用に当たっては、各漁舟の線図があり、排水量等曲線の計算結果と設定仮想重心から各船のGM値が求められていた。従って、これらの代表模型船により傾斜試験を実施して慣動半径を求めた後、各漁舟の横揺れ周期を計算したものである。

本項で取り扱う小型漁船の場合、図面が一部の船しか得られなかったため、GMが計算で求められなかった。そこで、図面が得られた代表船の傾斜試験と横揺れ実験を実施し、慣動半径を計測した後、現場にて対象漁船の横揺れ周期を計測して上記和船漁舟の場合とは逆にGM値を推定することとする。

1) 小型漁船の傾斜試験

傾斜試験の方法は、船舶復原性規則<sup>2)</sup>に従い、次の方法によって行った。まず、試験場所はなるべく波、風、岸壁および他船の影響の少ない場所を選定し、船舶が自由に横揺れできるよう係留索を緩めた状態で係船しておく。傾斜用の移動重量物は、当該船舶の排水量5~10tを考慮にその100~200分の1の重量である人間(約75kgf)を用い、試験を行う位置と移動距離は、船体中央部付近において左右各舷の舷端から舷端に移動する。また、人間の移動に伴う傾斜角の計測は、同じく船体中央部付近に設置した気泡式傾斜計<sup>3)</sup>を用い、もう一人の移動に関与しない人が目盛りを読み取り計測する。これを両舷3回ずつ実施した後、その平均傾斜角を求める。この時、船体中央部に船橋がある場合は、船橋を挟んで船首側および船尾側で同様の計測を行った後、当該船舶の排水量を用い、両者のGMを算出し、平均GMを算定した。

2) 船の横揺れ周期からGMおよび慣動半径の算出法

まず、図面が完備した船を求め、この船の排水量等曲線を

計算する。次のその船の喫水を計測し排水量を決定する。この船について、前述した方法で傾斜試験を実施し、そのGMを求めるとともに慣動半径を算定する。この慣動半径( $k=C \cdot B$ )はGMが計測された船について、横揺れ周期から次式に従って求めた。

傾斜試験によるGM;

$$GM = w \cdot d / ((W+w) \cdot \tan \theta) \dots\dots\dots(1)$$

ここで、GM: 横メタセンター高さ(m), w: 移動重量(kg), d: 移動距離(m), W: 船の全重量(kg),  $\tan \theta$ : 傾斜角である。

また横揺れ周期;

$$T_R = 2 \cdot k / (g \cdot GM)^{0.5} \dots\dots\dots(2)$$

$$k = C \cdot B$$

ここで、 $T_R$ : 横揺れ周期(sec) g: 重力加速度(m/sec<sup>2</sup>) B: 船の幅(m)であり、また、kは慣動半径で、船幅の関数として示されるため(2)式から得られたkを用い係数のCを算定した。

ここで、船の慣動半径を算出した理由は、調査した当地の小型漁船では図面の得られない船も多かったが、喫水線下の形状はいずれも和船型特有の角型形状を示すものであり、また造船所が同じで、同じ型から抜き出した同系船と見られるFRP製小型漁船について、この慣動半径がほぼ等しいとみなすことができると考えたからである。以上から各実船の横揺れ周期を計測し、同船のGMを算定した。

3) 小型漁船の使用実態とGM及び横揺れ周期の計測結果

調査対象の茂木漁協漁船群の内訳は表7-1に示すように、全隻数290隻のうち底曳漁船は125隻(43%)、延縄漁船は103隻(36%)および一本釣漁船は62隻(21%)である。総トン数の主要な階層は、底曳では3~5tが122隻(98%)、延縄は同様の3~5tが86隻(83%)および一本釣では1~3tが51隻(82%)である。また、操業区域は底曳漁船に限って規定されていて、図7-1に示すような橘湾の湾奥と中央部とからなり、出漁範囲、時期および入漁隻数などが決められている。図のA~D区域のうちA区域は許可された317隻が周年操業できる。この317隻は、表7-2に示す橘湾周辺の各漁協に所属している。B区域は10月1日~3月31日までの期間制限が設けられており、この期間中は許可船全て操業できる。C区域はBの期間中、茂木、野母崎および三和町の許可船が1日97隻に限って操業できる。D区域は同じくBの期間中長崎県橘湾各漁協の許可船がすべて操業できるが、1日97隻と決められている。また使用漁具は、ビーム長さ12m以内、同時に使

表7-1 茂木小型漁船の漁業種別、トン数階層別隻数  
Number of Mogi's small fishing boats divided into kinds and size.

|     | 無動力 | 動力    |       |       |        | 合計  |
|-----|-----|-------|-------|-------|--------|-----|
|     |     | 0-1トン | 1-3トン | 3-5トン | 5-10トン |     |
| 底曳網 |     |       | 1     | 122   | 2      | 125 |
| 延縄  |     |       | 17    | 86    |        | 103 |
| 一本釣 |     | 4     | 51    | 7     |        | 62  |
| 合計  | 0   | 4     | 69    | 215   | 2      | 290 |

\*1 水管傾斜計(小林計器製)

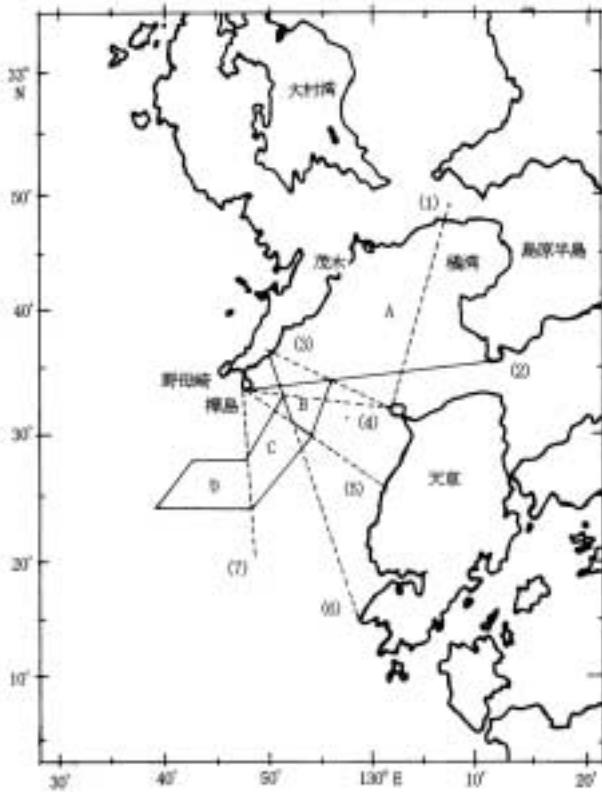


図 7 - 1 橋湾におけるGT10未満小型底曳網漁船の操業区域  
Fishing ground and division areas for trawler under 10GT small fishing boat in Tachibana bay.

表 7 - 2 橋湾漁場における10トン未満小型底曳網漁船許可隻数（長崎県）  
Number of permitted trawl fishing small boats under 10GT in the fishing ground of Tachibana bay.

| 組合名    | 許可予定隻数 |
|--------|--------|
| 長崎市茂木  | 125    |
| 西彼三和町  | 14     |
| 西彼野母崎町 | 20     |
| 長崎市戸石  | 51     |
| 長崎市矢上  | 1      |
| 長崎市網場  | 1      |
| 南高南串山町 | 5      |
| 南高北串山町 | 5      |
| 南高小浜町  | 24     |
| 南高千々石町 | 8      |
| 有喜町    | 15     |
| 江ノ浦    | 17     |
| 池下     | 31     |
| 合計     | 317    |

用する漁具の数は1統と定められている。

次に底曳漁船の代表として図7 - 2に示す幸忍丸GT4.6tを用いて排水量等の計算を行った結果を図7 - 3に示す。この船の平均喫水52cmにおける排水量は8.7tとなった。これから傾斜試験を実施し、また横揺れ周期を計測して本船の慣動半径0.409( $C=k/B$ )を得た。

そこで横揺れ周期 ( $T_r$ ) を計測した各船に、この慣動半径

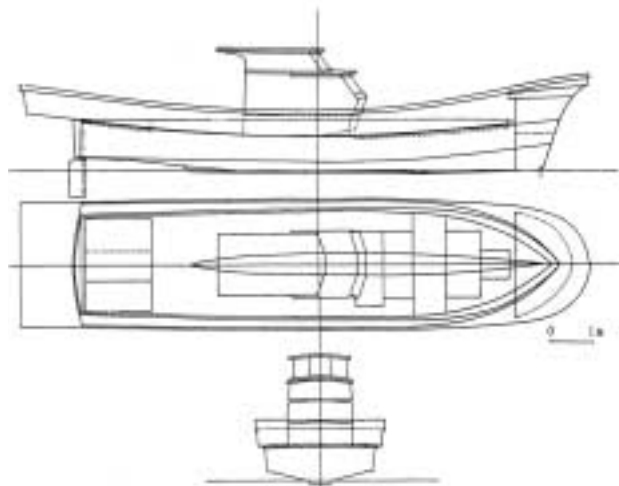


図 7 - 2 GT5未満の小型底曳網漁船(幸忍丸)のプロフィール  
Profile of trawl boat "Ko-nin maru" under 5GT.

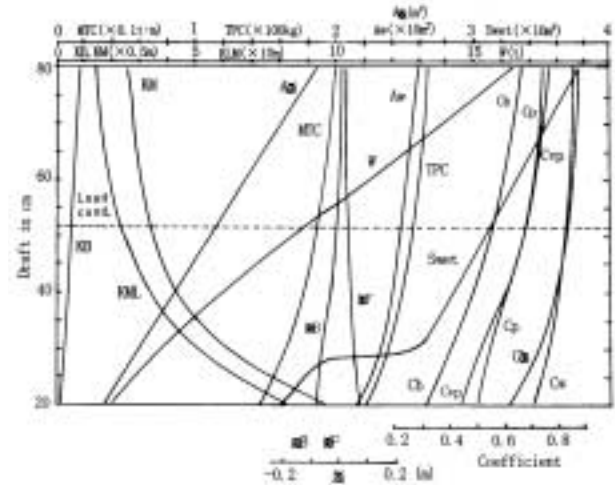


図 7 - 3 小型底曳網漁船の排水量等曲線（幸忍丸）  
Hydro-static curves of trawl boat "Ko-nin maru", small fishing boat.

を適用しGMを算定した。また前述の傾斜試験も実施して式(1)および(2)から排水量Wを逆算して求めた。その結果を表7 - 3に示す。なお、同表には船の主要寸法比のほか、乾舷(f),  $f/D$ および $T_r/B$ も合わせて示した。計測漁船は底曳32隻、延縄10隻である。これらの調査結果を後述する3~20t未満の小型漁船の指導基準として策定された「小型漁船安全基準」にあてはめ、安全性の判定を行った。

20t未満小型漁船安全基準による安全性の実態

水産庁が小型漁船の総合的安全性向上のために、安全基準として昭和47年3月に設定した「20t未満小型漁船安全基準」<sup>8)</sup>に照らし、調査対象とした現状の和船型小型漁船群の安全性について判定することとした。

- 1) “小型漁船安全基準”の適用方法

この基準の概要は、前章に示したので省略するが、同基準

表7-3 茂木小型底曳網, 延縄漁船の主要目および復原性に関する計測結果  
Measuremental results of Mogi's trawl and long line small fishing boats concerned principle particulars and stability.

| Ship No. | L<br>m | B<br>m | D<br>m | W<br>t | Tr<br>sec | GM<br>m | L/B  | L/D   | f<br>m | f/D  | Tr/B | Shipyard |
|----------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|------|-------|--------|------|------|----------|
| T-1      | 11.33  | 2.40   | 0.88   | 10.9   | 3.45      | 0.39    | 4.72 | 12.88 | 0.37   | 0.42 | 1.44 | ヤマハ天草    |
| T-2      | 11.94  | 3.06   | 0.92   | 24.2   | 3.46      | 0.45    | 3.90 | 12.98 | 0.30   | 0.33 | 1.13 | ヤマハ支度    |
| T-3      | 10.91  | 2.75   | 0.88   | 11.9   | 3.46      | 0.36    | 3.97 | 12.40 | 0.33   | 0.38 | 1.26 | 浦添造船所    |
| T-4      | 11.08  | 2.86   | 0.81   | 13.9   | 3.57      | 0.33    | 3.87 | 13.68 | 0.28   | 0.35 | 1.25 | ヤマハ天草    |
| T-5      | 11.65  | 2.96   | 0.84   | 8.8    | 2.51      | 0.76    | 3.94 | 13.87 | 0.31   | 0.37 | 0.85 | ヤマハ天草    |
| T-6      | 10.77  | 2.84   | 0.88   | 12.4   | 3.45      | 0.34    | 3.79 | 12.24 | 0.36   | 0.41 | 1.21 | ヤマハ天草    |
| T-7      | 11.83  | 2.94   | 0.88   | 7.9    | 2.78      | 0.70    | 4.02 | 13.44 | 0.38   | 0.43 | 0.95 | 浦添造船所    |
| T-8      | 11.40  | 2.63   | 0.85   | 8.4    | 2.95      | 0.56    | 4.33 | 13.41 | 0.29   | 0.34 | 1.12 | 浦添造船所    |
| T-9      | 10.60  | 2.40   | 0.80   | 9.8    | 3.39      | 0.40    | 4.42 | 13.25 | 0.37   | 0.46 | 1.41 | ヤマハ天草    |
| T-10     | 10.66  | 2.47   | 0.82   | 8.7    | 2.80      | 0.52    | 4.32 | 13.00 | 0.32   | 0.39 | 1.13 | ヤンマ鹿町    |
| T-11     | 11.24  | 2.74   | 0.83   | 8.9    | 2.67      | 0.64    | 4.10 | 13.54 | 0.27   | 0.33 | 0.97 | ヤンマ鹿町    |
| T-12     | 11.33  | 2.40   | 0.88   | 10.1   | 3.33      | 0.37    | 4.72 | 12.88 | 0.35   | 0.40 | 1.39 | ヤマハ天草    |
| T-13     | 10.72  | 2.38   | 0.81   | 14.2   | 3.99      | 0.24    | 4.50 | 13.23 | 0.41   | 0.51 | 1.68 | ヤマハ天草    |
| T-14     | 11.00  | 2.98   | 0.88   | 13.5   | 3.38      | 0.42    | 3.69 | 12.50 | 0.34   | 0.39 | 1.13 | 松岡造船所    |
| T-15     | 11.40  | 2.40   | 0.86   | 14.2   | 3.17      | 0.32    | 4.75 | 13.26 | 0.37   | 0.43 | 1.32 | ヤマハ天草    |
| T-16     | 11.75  | 2.80   | 0.79   | 12.9   | 3.10      | 0.49    | 4.20 | 14.87 | 0.19   | 0.24 | 1.11 | ヤンマ鹿町    |
| T-17     | 11.06  | 2.85   | 0.80   | 12.4   | 3.36      | 0.35    | 3.88 | 13.83 | 0.28   | 0.35 | 1.18 | ヤマハ天草    |
| T-18     | 10.71  | 2.15   | 0.85   | 12.0   | 3.30      | 0.38    | 4.98 | 12.60 | 0.29   | 0.34 | 1.53 | ヤンマ鹿町    |
| T-19     | 10.68  | 2.39   | 0.79   | 11.7   | 3.33      | 0.38    | 4.47 | 13.52 | 0.30   | 0.38 | 1.38 | ヤマハ天草    |
| T-20     | 10.72  | 2.38   | 0.80   | 12.4   | 3.27      | 0.39    | 4.50 | 13.40 | 0.31   | 0.39 | 1.37 | ヤマハ天草    |
| T-21     | 10.72  | 2.38   | 0.81   | 11.6   | 3.30      | 0.38    | 4.54 | 13.23 | 0.30   | 0.37 | 1.40 | ヤマハ天草    |
| T-22     | 11.40  | 2.40   | 0.86   | 11.4   | 3.41      | 0.35    | 4.75 | 13.26 | 0.27   | 0.31 | 1.42 | ヤマハ天草    |
| T-23     | 10.87  | 2.84   | 0.81   | 10.8   | 3.43      | 0.35    | 3.83 | 13.42 | 0.30   | 0.37 | 1.21 | ヤマハ天草    |
| T-24     | 11.94  | 3.06   | 0.92   | 15.6   | 2.63      | 0.79    | 3.90 | 12.98 | 0.35   | 0.38 | 0.86 | ヤマハ天草    |
| T-25     | 10.92  | 3.06   | 1.17   | 17.3   | 2.79      | 0.63    | 3.57 | 9.33  | 0.21   | 0.18 | 0.91 | ヤマハ天草    |
| T-26     | 11.62  | 2.98   | 0.85   | 9.3    | 3.11      | 0.50    | 3.90 | 13.67 | 0.20   | 0.24 | 1.04 | 浦添造船所    |
| T-27     | 11.51  | 2.40   | 0.82   | 9.1    | 3.30      | 0.40    | 4.80 | 14.04 | 0.22   | 0.27 | 1.38 | ヤマハ天草    |
| T-28     | 11.23  | 2.86   | 0.81   | 10.1   | 3.11      | 0.43    | 3.93 | 13.88 | 0.19   | 0.23 | 1.09 | ヤマハ天草    |
| T-29     | 11.39  | 2.87   | 0.89   | 11.0   | 2.91      | 0.53    | 3.97 | 12.80 | 0.25   | 0.28 | 1.01 | 浦添造船所    |
| T-30     | 11.51  | 2.40   | 0.82   | 12.1   | 3.49      | 0.34    | 4.80 | 14.04 | 0.18   | 0.22 | 1.45 | ヤマハ天草    |
| T-31     | 10.58  | 2.33   | 0.87   | 7.6    | 3.11      | 0.37    | 4.54 | 12.16 | 0.19   | 0.22 | 1.33 | 吉川造船所    |
| T-32     | 11.23  | 2.56   | 0.85   | 12.9   | 3.47      | 0.35    | 4.39 | 13.21 | 0.34   | 0.40 | 1.36 | ヤマハ天草    |
| L-1      | 11.21  | 2.98   | 0.96   | 10.3   | 3.08      | 0.45    | 3.76 | 11.68 | 0.31   | 0.32 | 1.03 | 浦添造船所    |
| L-2      | 11.10  | 2.80   | 0.89   | 11.2   | 3.40      | 0.40    | 3.96 | 12.47 | 0.33   | 0.37 | 1.21 | 浦添造船所    |
| L-3      | 11.80  | 2.80   | 0.79   | 14.7   | 3.45      | 0.40    | 4.21 | 14.94 | 0.32   | 0.41 | 1.23 | ヤンマ鹿町    |
| L-4      | 9.96   | 2.74   | 0.75   | 6.7    | 2.61      | 0.54    | 3.64 | 13.31 | 0.13   | 0.17 | 0.95 | 嶺山造船所    |
| L-5      | 9.58   | 2.64   | 0.80   | 7.1    | 3.01      | 0.43    | 3.63 | 11.98 | 0.31   | 0.39 | 1.14 | 浦添造船所    |
| L-6      | 10.80  | 2.72   | 0.76   | 8.0    | 2.45      | 0.78    | 3.97 | 14.21 | 0.20   | 0.26 | 0.90 | 嶺山造船所    |
| L-7      | 11.78  | 2.80   | 0.81   | 9.7    | 2.65      | 0.62    | 4.21 | 14.54 | 0.20   | 0.25 | 0.95 | ヤンマ鹿町    |
| L-8      | 11.98  | 2.74   | 0.89   | 9.5    | 3.03      | 0.45    | 4.37 | 13.46 | 0.21   | 0.24 | 1.11 | ヤンマ鹿町    |
| L-9      | 11.78  | 2.71   | 0.89   | 14.6   | 3.25      | 0.45    | 4.35 | 13.24 | 0.29   | 0.33 | 1.20 | ヤマハ天草    |
| L-10     | 11.29  | 2.82   | 0.82   | 11.7   | 2.82      | 0.50    | 4.00 | 13.77 | 0.25   | 0.30 | 1.00 | ヤンマ鹿町    |

T:底曳網, L:延縄, W:排水量, Tr:横揺れ周期, f:乾舷

のGMの判定法は、傾斜試験の結果より出漁状態の値を算出して行うものとする。また、傾斜試験によりGMの確認が困難な場合は、停泊中の横揺れ周期から求めた自由横揺れ周期(秒)が基準に掲げる値以下であるものは、安全なGMを有するものとしてよいと規定されている。

- 2) “小型漁船安全性基準”の適用結果

調査した茂木の小型底曳漁船は、乙区漁船に該当する。まず船の深さと乾舷との関係における安全基準について図7-4に示す。図は船の深さ(D)に対する甲、乙および丙区漁船の乾舷の各規準を示すとともに、実測した底曳船(×印)および延縄船(印)の各計測値を図中に示した。図から計測結果は、一部、甲区基準に抵触するが、乙区基準に照らすと十分満足するものであった。同様に船の幅とGMとの関係に

おける安全基準について図7-5に示す。前図と同記号の実測値は、より厳しい条件の甲区分の該当する箇所にのみ示しているが、底曳船の1隻(幅2.5mの船)が図のパラメータであるf/Dの0.15未満で基準値に入り込んでいる。当該船のf/Dは0.51であり、これに照らすと安全側にあり基準を満足するものであった。また、船の幅と横揺れ周期の関係を示した安全基準について図7-6に示す。同様の記号は甲区分に示している。この図において、前述の1例が危険側に入り込んでいるほかは、どの船幅においても横揺れ周期は各パラメータで示される下側の値、即ち横揺れ周期が短く、従ってGM値が大きいことで安全側にあり、基準を満足する結果を得た。以上は、横揺れ周期(秒)が船幅(m)の1~1.3倍の範囲内であれば同基準を満たす結果となった。

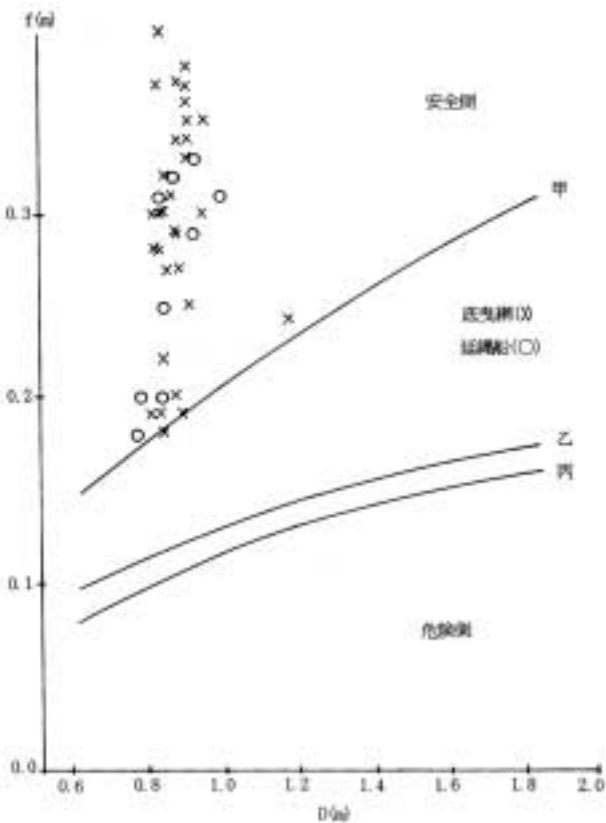


図 7 - 4 小型漁船安全基準による茂木漁船の安全性の判定 (船の深さと乾舷との関係)  
Judge of security of Mogi's small fishing seiner and long line boats for the rules of safety in the small fishing boat (relations between depth and draft of the boat).

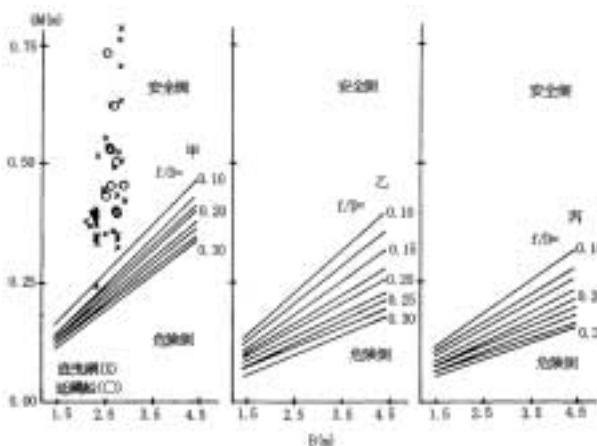


図 7 - 5 小型漁船安全基準による茂木漁船の安全性の判定 (船の幅とGMとの関係)  
Judge of security of Mogi's small fishing seiner and long line boats for the rules of safety in the small fishing boat (relations between width and GM of the boat).

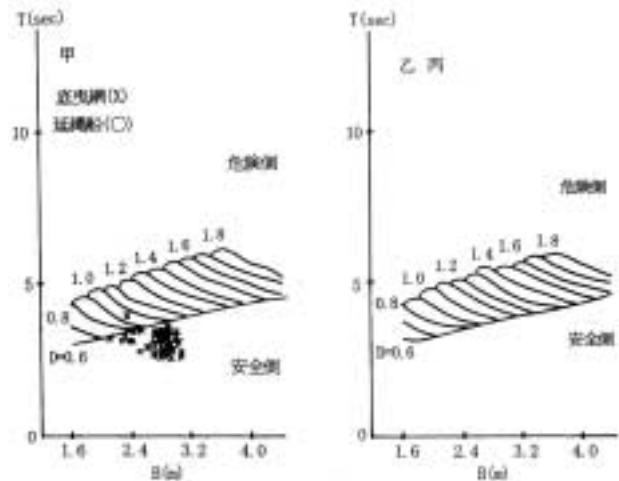


図 7 - 6 小型漁船安全基準による茂木漁船の安全性の判定 (船の幅と横揺れ周期との関係)  
Judge of security of Mogi's small fishing seiner and long line boats for the rules of safety in the small fishing boat (relations between width and rolling period of the boat).

小型漁船の安全性指数(船舶復元性規則)への適用

調査した小型漁船から各種資料等が完備した前述の底曳網漁船の幸忍丸を選び、静復原力計算を行い、20t以上の漁船にも適用される船舶復元性規則に基づく横風・横波の状況下での安全性判定を行った。

1) “安全性指数”への適用方法

選定した底曳網漁船の造船資料の正面線図から、前節で示した方法と同様の手続きを経て、静復原力計算を行い、復原力交差曲線および海水流入角を求め、静復原力曲線を描く。これを元に、20t以上の船舶復元性規則の乙基準<sup>32)</sup>のC係数を求め、小型底曳網漁船の安全性を検討する。

2) 安全性指数による判定結果

前述の底曳網漁船「幸忍丸」の静復原力計算を行った。図7-7は同船の復原力交差曲線を示すが、仮想重心を基線のキール(龍骨)上に置いたものとして行った。傾斜角は、5度毎に最大45度まで計算している。また、同船の排水量8.7tと計測した重心位置(基線上117.5cm)から本図におけるG/Zを補正して静復原力を求め、図7-8に示した。幸忍丸の海水流入角は約35度であり、この傾斜角を超えると海水が流入し復原力を消失する。但し、本船ならびに類似底曳船は、甲板上約60cmのブルワークが船首から船尾にかけて装備されており、これを考慮すると復原力はかなり増強されているといえる。

以上の計算結果をもとに、横波および横風による大角度傾斜でも転覆しないだけの復原力の有無を示すC係数(乙基準に相当)にあてはめた結果を図7-9に示した。この図において、定常風による傾斜偶力を $D_w$ とすると、この偶力により船は $\theta_1$ だけ風下側に定傾斜する。船はこの定傾斜 $\theta_1$ を中心として $\theta_0$ の振幅で横揺れし、最も風上側に傾いたとき

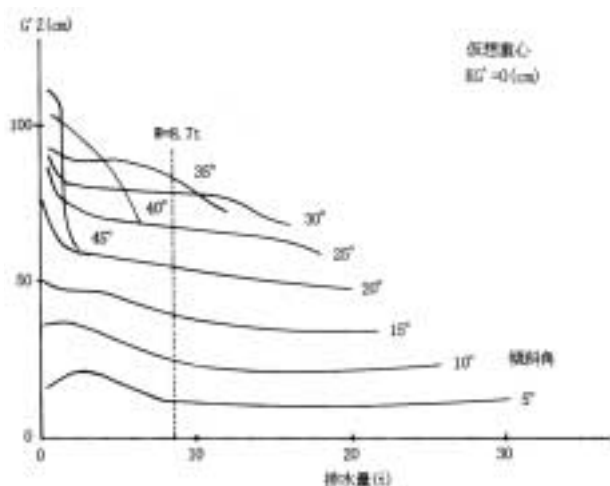


図 7-7 小型底曳網漁船 (幸忍丸) の復原力交差曲線  
Cross curves of "Ko-nin maru", small trawling boat.

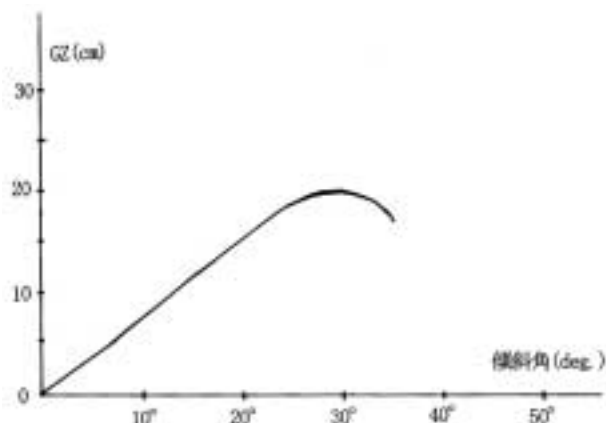


図 7-8 小型底曳網漁船 (幸忍丸) の復原力曲線  
Static stability curve of "Ko-nin maru", small trawling boat.

に突風によって復原てこが  $1.5Dw$  となったとすると船は風下に揺れるに従って突風による仕事をされて面積 (a) に相当する運動エネルギーをこの船の復原力曲線と  $GZ=1.5Dw$  の交点でもつ。よってこの運動エネルギーが残存の面積 (b) で吸収されなければ船は転覆する。従って船の安全要件は  $C=b/a > 1$  が要求される。

図には使用したデータなどの諸言を合わせて示しているが、そのうちの  $N$  係数は、通常の洋式船タイプが  $0.02$  程度の値を取るのに対して和船型漁舟の角張った船型では  $0.03 \sim 0.04$  の報告<sup>8)</sup>もある。また、前章の釣船模型の実験で  $N=0.035$  の値も実測されている。そこで  $N=0.03$  を用い不規則波中の横揺れ角  $\theta_0$  を求めると、 $\theta_0=25.8^\circ$  となる。これを当てはめるとそれぞれ  $a=2.25(m \cdot deg)$ ,  $b=2.46(m \cdot deg)$  となり、よって  $C=b/a=1.09 > 1$  となり、安全であることが示唆された。

以上をまとめると、対象とした茂木地区の底曳船に対する調査結果から現在稼働中の小型漁船は、計測した32隻の1例(計測時この船の場合、喫水が浅く、船底付近にある燃料タンクが空となっていた可能性があり、重心位置が上昇してい

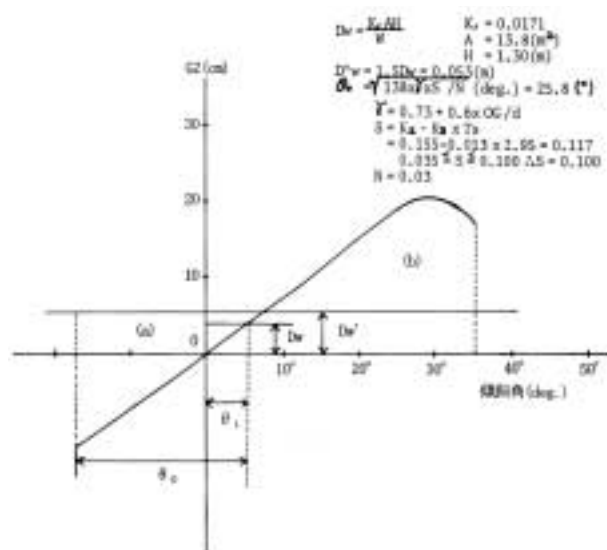


図 7-9 小型底曳網漁船 (幸忍丸) 静復原力曲線の安全性基準 (乙基準) への適用例  
An application of the "Ko-nin maru", small trawling boat for the rules of safety in the fishing boat (Japanese "Otsu" rule).

たと見られる)を除いて概ね水産庁の指導基準を満たし、安全な状況で使用されているものと判断された。

## 第 部 ま と め

供試船として船型調査した中から、鯨船等ある程度のスピードを要求される船型を中心として選んだ和船漁舟22隻の運動性能等をまとめると次のようになる。

### 1) 和船漁舟の抵抗性能

板図より復原した縮尺模型を使い曳航水槽にて抵抗試験を実施した。試験は各船とも満載と半載の2状態、トリムは等喫水を中心におよそ1%の範囲で船首および船尾トリムの3状態、計6状態を設定して実施した。船型比較の上から実船の満載状態での平均排水量、約5tとした無次元全抵抗係数 $\zeta_5$ を示した。この結果から実船換算の3~4ノットの低速域では $\zeta_5$ は0.04~0.07で、高速域のlast hump付近ではおよそ満載で0.17、半載で0.15程度と判明した。

### 2) 和船漁舟の推進性能

次に、前述の抵抗性能を用いた実船の馬力推定曲線と熟練者の操櫓実験を通して和船漁舟の推進性能についての分析を試みた。その結果、熟練者の操櫓法における和船漁舟有効馬力は、平均0.04~0.045ps、最大で0.06ps程度と算定された。これを八丁櫓岐勢子船の船速の速い船に対応させ、史実通りの速度の検証を行ってその可能性を示唆した。

### 3) 和船漁舟の復原安定性能

「小型漁船安全基準」に照らして復原性能を調べた。調査例から仮想重心を  $KG = 0.65D$  とし、まず静復原性能を静復原力曲線と海水流入角から推定した。また動復原

性能の推定は代表模型船の傾斜試験と横揺れ実験から得た慣動半径を利用して横揺れ周期を算定した。どの漁舟も安全基準を満たす結果が得られ、安全性を保持した船型と認められた。

#### 4) 和船漁舟の横揺れ減衰

横揺れ減衰に関する減衰係数(N係数)を釣船および網船の代表模型船から実験で求めた。釣船は上柵と根板部交点のチェーン部分の張り出しが比較的大きく、上柵部分まで水没するような横傾斜時においては一揺れで大きく減衰し、その後、多少揺れが残るもののN係数は傾斜角約10度で0.035程度、網船は釣船のような特性は示さず、0.018程度と計測された。

#### 5) 和船漁舟船型の操船運用面からの評価と現状

和船漁舟の抵抗性能面では、抵抗性能上優れた船としてL/Bが大きいこと、各肥せき係数が小さいこと、そのうちでも特に $C_{vp}$ (豎柱形肥せき係数)が小さいこと他に和船漁舟特有の船首ミヨシ傾斜および水線の水切り角度が小さいこと、船尾艦航の反りが大きいこと、船首トリムであることなどを示した。

推進性能面では、和船漁舟の櫓漕ぎが比較的非力であっても操船は可能であり、またその推進技量上達までの期間は短かった実績を示した。また、古代航海を模擬した櫓漕ぎ実験実証例から和船漁舟での航海における優れた推進性を評価した。

復原性能面では、海水流入角と排水容積との関係および復原力消失角を用途別に整理し、横揺れ減衰係数の特徴も評価した。外海で使用される舟は概ね大きな海水流入角を示し、その他に大きな復原力、復原力消失角、横揺れ減衰を持つ傾向がある。

和船漁舟由来の和船型小型漁船の現状を長崎市茂木町の底曳網および延縄漁船群(GT10t未満、底曳網32隻、延縄10隻)を対象として調査し、小型漁船安全基準や復原性規則に照らして復原安定性を調べた。代表船の傾斜・横揺れ実験から得た無次元慣動半径と前項の横揺れ減衰係数を利用して、GT20t以上の漁船に適用される船舶復原性規則に当てはめ、これら小型漁船は安全な状況で運用されていることが示された。

## 第8章 総括

日本独特の和船漁舟船型の調査と特徴の分析を行い、その船型の合理性を船の基本的な運動性能の実験・理論を通して分析・評価した研究成果をまとめると以下の様になる。

1. 明治から現代にわたる和船漁舟の船型資料「板図」約600隻の資料保存を行った。
2. 和船漁舟の釣船、網船の主要寸法の比較から時代変化、使用海域での特性を明らかにした。
3. 22隻の和船漁舟について、その模型実験から前進時の推進抵抗性能と馬力性能を明らかにした。
4. 熟練者の櫓漕ぎ実験から算定した推進性能より、史実に

述べられた八丁櫓鯨勢子船の船速を検証した。

5. 同様に22隻の和船漁舟について静復原性能を明らかにし、小型漁船安全基準に照らして動復原性能においても安全性を確認した。
6. 釣船、網船模型船による静水中横揺れ実験から和船漁舟の横揺れ減衰係数(N係数)を明らかにした。
7. 和船漁舟に由来する現在の小型漁船について、その実態と小型漁船安全基準および船舶復原性規則に照らした復原安全性を確認した。

## 謝辞

本研究の和船漁舟の基本性能に関する論文を完成させるに当たり長年月にわたり、また和船漁舟の船型および運動性能の取り扱いについて細部まで御懇切に御指導頂いた、北海道大学水産学部教授、烏野慶一博士に深謝いたします。

次に本実験から論文作製に至るまでの方向性を示し激励して下さった同北海道大学水産学部教授、天下井清博士に感謝いたします。

また和船漁舟の運動性能のうち特に復原性能面で有益な御助言をいただいた同北海道大学水産学部助教授、蛇沼俊二博士に感謝いたします。続いて和船漁舟の運動性能のうち特に推進性能面について特に御助言をいただいた同北海道大学水産学部助教授、木村暢夫博士に感謝いたします。なお、両先生にはこの研究の当初、模型船の曳航実験にご協力いただくなど大変お世話になりました。併せてお礼申し上げます。

更に北海道大学水産学部名誉教授、稲葉恭人博士には、本研究の核となる和船漁舟の抵抗性能に関わる模型実験の実施並びに研究の継続に関して大変お世話になりました。ここに厚くお礼申し上げます。

また、本研究の模型抵抗試験解析に関して貴重な御意見を頂いた北海道大学水産学部名誉教授、川島利兵衛博士にお礼申し上げます。

以上のほか、この研究の原点である和船漁舟の板図収集とその船型調査および分析に関して、長崎大学水産学部名誉教授、柴田恵司博士、並びに元長崎大学水産学部教授、真野季弘先生に御指導頂きました。ここに両先生に対し感謝いたします。また、実海域での和船漁舟の抵抗実験、櫓漕ぎ実験、端艇における漕力実験などは、多くの方々のご協力により実施できました。ここにご協力いただいた各位に感謝申し上げます。更に貴重な造船経験と資料を提供された各地船大工諸氏のほか、特に縮尺模型船の製作をお願いした元船大工、故、清水直治氏に感謝いたします。



## 文 献

- 1) 水産庁海洋漁業部漁船課編(1998):水産庁漁船統計抄録, 漁船, 333, 73-99.
- 2) 海上保安庁編(1998):海上保安白書(平成10年度版), 261P. 東京.
- 3) 漁船協会編(1973):FRP漁船講座, 105P. 漁船協会, 東京.
- 4) 漁船協会編(1978):FRP漁船講座(第2編), 131P. 漁船協会, 東京.
- 5) 須藤利一編(1981):もの与人間の文化史1, 船, 353P. 法政大学出版局, 東京.
- 6) 石井謙治(1957):日本の船, 210P. 創元選書, 東京.
- 7) 石井謙治(1987):海の歴史選書, 海の日本史再発見, 278P. 財団法人日本海事広報協会, 東京.
- 8) 松木 哲(1981):千石船, 日本造船学会誌, 619, 2-12.
- 9) 小佐田哲男(1972):大和型船序説(その1), 最後の和船のプロフィール, 造船学会誌, 519, 495 - 506.
- 10) 小佐田哲男(1973):大和型船序説(その2), 最後の和船のプロフィール, 造船学会誌, 534, 635 - 642.
- 11) 小佐田哲男(1975):大和型船序説(その3), 最後の和船のプロフィール, 造船学会誌, 551, 209 - 217.
- 12) 住田正一編(1969):海事史料叢書全20巻(復刻版), 巖松堂, 東京.
- 13) 日本海事史学会編(1969):続海事史料叢書1巻, 637P. 成山堂, 東京.
- 14) 日本海事史学会編(1969):続海事史料叢書2巻, 608P. 成山堂, 東京.
- 15) 朝鮮總督府水産試験場編(1923):漁船調査報告第一冊, 51P. 付表, 付図
- 16) 寺野精一(1896):日本漁船調査. 49P. 農商務省水産局調査所, 東京.
- 17) 瀬戸内海歴史民俗資料館編(1978):瀬戸内海及び周辺地域の漁労用具と習俗, 190P. 瀬戸内海歴史民俗資料館, 香川.
- 18) 知多市民俗資料館編(1980):打瀬船, 74P. 知多市民俗資料館, 知多市.
- 19) 真島俊一, 石井謙治(1984):全国小型漁船調査, 421P. 榊テム研究所, 東京.
- 20) 青森県立郷土館編(1985):青森県の漁労用和船, 青森県立郷土館調査報告, 第18集, 産業-1, 133P. 青森県立郷土館, 青森.
- 21) 瀬戸内海歴史民俗資料館編(1986):瀬戸内海の漁船・廻船と船大工調査報告(第1年次), 124P. 瀬戸内海歴史民俗資料館, 香川.
- 22) 瀬戸内海歴史民俗資料館編(1987):瀬戸内海の漁船・廻船と船大工調査報告(第2年次), 211P. 瀬戸内海歴史民俗資料館, 香川.
- 23) 柴田恵司, 真野季弘, 高山久明(1976):櫓櫓舟について-I, 長崎近郊伝馬の若干例, 日本航海学会論文集, 56, 59-68.
- 24) 柴田恵司, 真野季弘, 高山久明(1978):手こぎ漁舟の研究-I, 大村湾伝馬の船型, 長崎大学水産学部研究報告, 43, 49-55.
- 25) 柴田恵司, 高山久明(1978):対馬佐護湊で見聞した藻刈船について, 海事史研究, 31, 87-97.
- 26) 柴田恵司, 真野季弘, 高山久明(1978):手こぎ漁舟の研究-II, ペーロンおよびその類似船の船型, 長崎大学水産学部研究報告, 45, 33-42.
- 27) 柴田恵司, 高山久明(1979):鯨船, 海事史研究, 33, 1-28.
- 28) 柴田恵司, 高山久明(1982):ペーロン船の船型について, 季刊人類学13-2, 89-110.
- 29) 柴田恵司(1985):手漕ぎ漁舟の伝播と変遷, 長崎を中心に, 258-286, 西海の歴史と民俗 - 九州西岸域の文化交流史 -
- 30) 永松 実, 柴田恵司, 高山久明, 真野季弘(1986):出島旧護岸外側で発掘された小型和船について, 海事史研究, 43, 76-84.
- 31) 柴田恵司, 真野季弘, 高山久明(1976):手こぎ漁舟の研究-I, カヌーの一例について, 長崎大学水産学部研究報告, 41, 35-41.
- 32) 柴田恵司, 高山久明(1982):長崎ペーロンとその周辺, 海事史研究, 38, 1-60.
- 33) 高山久明(1983):長崎ペーロンとその周辺 - 補遺, - 福州, 広州龍船とパレンパンのジャルル, 海事史研究, 40, 92-99.
- 34) Gunawan, G. A., Shibata, K. (1986): Comparative Studies on Indonesian Fishing Crafts in Various Fishing Villages Around Java, 長崎大水研報, 59, 35-97.
- 35) 西田英明, 高山久明他(1987):ラバウルで計測したアウトリガーカヌーの形状について, 長崎大水研報, 61, 37-49.
- 36) Shibata, K., Gunawan, G. A., Takayama, H., Efren, E. C. F. (1988): Comparative Studies on Indigenous Fishing Crafts in Selected Areas in Sulawesi and Aparri of Northern Luzon, 長崎大学水産学部研究報告, 63, 35-54.
- 37) 柴田恵司, エフレン・フローレス(1988):フィリッピン の在来型漁船 - 特に縫合船について, 海事史研究, 45, 95-117.
- 38) Masengi, K. W. A., Shibata, K. (1990): Comparative Studies on Fishing Canoes in North Sulawesi, Indonesia, Bul. Fac. Fish., Nagasaki Univ., 67, 75-126.
- 39) Haddon, A.C. and J. Hornell (1936): Canoes of Oceania, vol. I, Bernice P. Bishop Museum, S.P. 27-29.
- 40) 藪内芳彦編(1978):漁労文化人類学の基本的文献資料とその補説的研究, 744P. 風間書房, 東京.
- 41) ジョセフ・ニーダム(東畑精一・藪内清監修)(1983):中国の科学と文明, 11, 航海技術, 591P. K.I.C. 思索社, 東京.

- 42) Spoehr, A. (1971) : The Double Outrigger Sailing Canoe of Zamboanga and the Sulu Archipelago, Southern Philippines, Occasional Papers, B. P. Bishop Museum, 24(7), 116-126.
- 43) Horridge, G. (1975) : The Perahu-Traditional sailing boat of Indonesia, Oxford Univ. Press, Singapore.
- 44) 西原松生, 神谷明仁 (1974) : 沖縄ノニライの海, 128P. 月刊沖縄社, 那覇.
- 45) 白石勝彦編 (1985) : サバニ, 72P. 白石勝彦, 東京.
- 46) 多田納久義 (1987) : 東南アジアの木船に関する資料 (I), 海事史研究, 44, 52-70.
- 47) Matsuoka, T. (1987) : Structure of Traditional Canoes in Northern Papua New Guinea, 日本航海学会論文集, 77, 185-198.
- 48) 小林 務 (1973) : FRPモデル設計船について, 漁船, 187, 30-42.
- 49) 小林 務, 藤井 巖 (1977) : 小型FRP船型の系統的模型試験結果について, 日本造船学会誌, 579, 8-16.
- 50) 藤井 巖, 小松原信雄, 小林 務, 土屋孟, 丹羽誠一 (1981) : 小型FRP船型の高速度の系統的模型試験結果について, 日本造船学会誌, 630, 2-10.
- 51) 川島敏彦 (1986) : 漁船の船形改良法に関する考察, 漁船, 265, 25-32.
- 52) 小林 務, 有路 実, 鈴木四郎 (1978) : FRP製小型漁船の抵抗試験成績について, 漁船研究技報, 31, 1-92.
- 53) 小林 務 (1984) : 高速沿岸漁船の速力性能に関する研究, 水工研報告, 5, 97-183.
- 54) 池田 勝 (1964) : 小型船の馬力と速力, 110P. 海文堂, 東京.
- 55) (財)日本船舶振興会編 (1981) : 小型船舶の船型に関する調査研究報告書, 日本小型船舶検査機構, 1-171.
- 56) 江坂輝爾 (1985) : 考古実測の技法, 101P. ニュー・サイエンス社, 東京.
- 57) 佐々木寛, 川島利兵衛 (1976) : レーザーセオドライトによる小型漁船の船型測定について, 日本航海学会論文集, 55, 143-148.
- 58) 桜田勝徳 (1964) : 改訂船名集(2), 海事史研究, 2, 45-46.
- 59) 福本和夫 (1960) : 日本捕鯨史話, 281P. 法政大学出版局, 東京.
- 60) 小山田与清 (1829) : 勇魚取絵詞, 豊屋蔵版.
- 61) 宗家文庫, 中村家文書 (1725) : 鯨八丁立絵図面.
- 62) 高山久明 (1988) : 在来型漁船 (和船) の性能に関する研究 - I, 和船模型の抵抗実験, 日本航海学会論文集, 78, 83-94.
- 63) 大津義徳, 松本清四郎, 小林 務, 吉田伸夫 (1952) : 船型試験成績について (水槽試験成績第2報), 漁船研究技報第3号, 57-86.
- 64) 大津義徳, 松本清四郎, 小林 務, 吉田伸夫 (1953) : 船型試験成績について (水槽試験成績第3報), 漁船研究技報第4号, 4-17.
- 65) 大津義徳, 松本清四郎, 小林 務 (1954) : 運搬漁船の船型試験成績について (水槽試験成績第4報), 漁船研究技報第5号, 7-25.
- 66) 小林 務 (1956) : 木造以西底曳網漁船の船型試験成績, 漁船研究技報第8号, 17-28.
- 67) 小林 務 (1958) : 和船型の船型試験成績, 漁船研究技報第11号, 15-28.
- 68) 横山信立, 小林 務 (1958) : 北欧型木造トロール漁船の船型試験, 漁船研究技報第12号, 1-26.
- 69) 横山信立, 小林 務 (1959) : 木造小型トロール漁船の船型試験, 漁船研究技報第13号, 1-20.
- 70) 中村彰一 (1954) : 系統的模型試験による漁船の船型に関する研究, 造船協会論文集, 86, 233-24.
- 71) 中村彰一 (1960) : 系統的模型試験による漁船の船型に関する研究 (第2報), 造船協会論文集, 108, 31-38.
- 72) 浅野一彦 (1985) : 6.5トン型沿岸漁船の系統模型抵抗試験, 北大水産彙報, 36(1), 35-49.
- 73) 原田大道, 池尾智久ほか (1986) : 抵抗試験に基づくペーロン船の船型改良について, 長崎総合科学大学紀要, 27(2), 235-242.
- 74) 原田大道, 池尾智久ほか (1987) : 抵抗試験に基づくペーロン船の船型改良について (第2報), 長崎総合科学大学紀要, 28(1), 87-94.
- 75) 原田大道, 池尾智久ほか (1987) : 抵抗試験に基づくペーロン船の船型改良について (第3報), 長崎総合科学大学紀要, 28(1), 95-100.
- 76) Postel, H., Aue, D. (1985) : Resistance tests in recirculating water channels and its correlation (in German), Schiffstechnik, 32(4), 151-180.
- 77) 天下井清, 川島利兵衛 (1985) : 曳網中の船体運動とワーブ張力の応答特性について, 日水誌, 51(2), 167-174.
- 78) 横尾幸一 (1960) : Scale Effect Experiments on Some Ship Forms, 造船協会論文集, 106, 19-25.
- 79) 鈴木四郎, 小林 務 (1980) : 模型船の抵抗の尺度影響に関する一考察, 水工研報告, 1, 55-65.
- 80) 白鷗康, 広野靖二 (1982) : 船型試験における形状影響係数の決定法, 石川島播磨技法, 22-2, 1-4.
- 81) 藤井 巖, 笹田 巧 (1976) : 小型FRP漁船船型の抵抗試験時の曳航点高さが抵抗に及ぼす影響について, 日本造船技術センター技報, 4, 107-108.
- 82) 高山久明, 矢田殖朗, 山口恭弘 (1999) : 和船人力推進における熟練者の櫓漕ぎ法の分析, 日本航海学会論文集, 100, 81-89.
- 83) 赤池弘次, 中川東一郎 (1978) : ダイナミックシステムの統計的解析と制御, 189P. サイエンス社.
- 84) 高城 清 (1975) : 実用船舶工学, 189P. 海文堂.
- 85) 高山久明, 矢田殖朗, 山口恭弘 (1998) : 端艇の人力櫓漕における漕力の計測と評価, 日本航海学会論文集, 99, 189-196.
- 86) 土屋 孟 (1971) : 漁船の復原性能の理論的解析法について, 漁船研究技報, 25, 1-29.
- 87) 大串雅信 (1976) : 理論船舶工学 (上巻) 新訂版,

- 292P. 海文堂.
- 88) 土屋 孟, 有路 実, 山越康行 (1974): 小型漁船の横復原性能と乾舷について, 漁船研究技報, 27, 1-56.
- 89) 元良誠三 (1967): 船体運動力学-応用力学講座17-改訂版, 135P. 共立出版, 東京.
- 90) 熊野太地浦捕鯨史編纂委員会編 (1969): 熊野の太地, 鯨に挑む町 (P351) 662P. 平凡社.
- 91) 日韓友好親善の船編 (1987): 絶海を渡る - 七丁櫓地舟による朝鮮海峡横断の記録 -, 297P., 「日韓友好親善の船」発行所.
- 92) 運輸省監修 (1995): 現行海事法令集, 2782P. 海文堂.

付録1 模型抵抗試験の尺度影響に関する考察

和船漁船の模型抵抗試験において, 実船も1/10~1/20の縮尺の大きい50~70cmの小模型では, 低速域の全抵抗係数算定において, 層流の影響により主として摩擦抵抗が大きく算出される傾向があった。そこで, 同種の2m級の模型実験を実施し, 前述の小模型との比較を行い, これら小模型での抵抗実験の有効性について検討した。

そこで, 供試船として用いた和船漁舟の小型巾着網漁船の満載および稼動時を想定した船体の基本船型要素を表A1-1に示す。また, 図A1-1に排水量5t換算における載荷状態二種の2m模型による抵抗試験結果を示した。ここで, 2m級模型の満載および半載の試験結果と従前実施した小模型船である50cm級の極満載時(○)および軽荷時(x)の試験結果<sup>4)</sup>を合わせて示している。両者の載荷状態は, 統一できなかったが,  $F_n$  の0.5未満では殆ど違いは見られないが, それ以降高速になると載荷状態による抵抗値の差が現れ始めるが, last humpに至る各曳航船速に対しては良い補間を示しているものと考えてよい。また, 同じく2m級模型の満載時を設定し, トリムを変えた場合の実験結果を図A1-2に示す。従前の和船漁舟のトリムを変えた実験<sup>4)</sup>でも明らかにした通り, 高速域では船首トリムの有効性が確認された。

以上の実験から小模型船である50cm級の抵抗試験においても, 2m級の模型船なみの試験精度を有しているものと判断した。そこで50cm級の小模型船を用いた抵抗試験結果を採用し, 和船漁舟の推進抵抗分析の基礎資料に供した。

付録2 模型抵抗試験時の船型要素による抵抗値の推定と精度

和船漁舟の抵抗値を推定するために, 曳航水槽による抵抗試験と試験時模型船の船型要素を用いて重回帰分析<sup>4)</sup>を行った。船型要素は, 従来の文献を参考に基本船型要素を選び, これと簡単な要素項の組み合わせで各船速に応じて回帰式を

表 A1 - 1 抵抗試験に用いた小型巾着網漁船の基本船型要素など(縮尺1/6.67)

Basic hull type elements of "Kinchaku-ami", small seiner boat for the towing test (model scale 1/6.67).

| Condition          | Trim cm          | Full load |        |         | Load   |        |         |
|--------------------|------------------|-----------|--------|---------|--------|--------|---------|
|                    |                  | -3        | 0      | +3      | -3     | 0      | +3      |
| L                  | m                |           | 2.073  |         | 2.073  |        |         |
| Lpp                | m                |           | 1.770  |         | 1.770  |        |         |
| B                  | m                |           | .390   |         | .390   |        |         |
| D                  | m                |           | .192   |         | .192   |        |         |
| L/B                |                  |           | 5.315  |         | 5.315  |        |         |
| d                  | m                | .0885     | .0855  | .0825   | .078   | .075   | .072    |
| B/d                |                  | 4.487     | 4.561  | 4.753   | 5.000  | 5.200  | 5.417   |
| Lw <sub>0</sub>    | m                | 1.775     | 1.744  | 1.724   | 1.758  | 1.713  | 1.704   |
| W                  | kg               |           | 23.54  |         | 18.93  |        |         |
| g                  | m <sup>3</sup>   |           | .02354 |         | .01893 |        |         |
| A <sub>m</sub>     | m <sup>2</sup>   | .0219     | .0208  | .0196   | .0182  | .0172  | .0161   |
| S                  | m <sup>2</sup>   | .5586     | .5590  | .5593   | .5046  | .5109  | .5079   |
| S/g                | m <sup>3/2</sup> | 6.880     | 6.865  | 6.789   | 7.105  | 7.192  | 7.148   |
| Lcm(+)             | aft (%)          | +6.286    | +9.279 | +12.341 | +5.595 | +9.032 | +12.421 |
| Lw <sub>0</sub> /g | m <sup>3/2</sup> | 6.181     | 6.092  | 6.013   | 6.595  | 6.427  | 6.393   |
| C <sub>b</sub>     |                  | .384      | .400   | .418    | .350   | .364   | .383    |
| C <sub>m</sub>     |                  | .834      | .824   | .813    | .599   | .587   | .576    |
| C <sub>p</sub>     |                  | .609      | .640   | .673    | .583   | .620   | .667    |
| C <sub>vp</sub>    |                  | .579      | .590   | .618    | .564   | .569   | .609    |
| Temperature        |                  |           |        |         |        |        |         |
| Tank water         |                  | 10.3°     | 10.3°  | 10.3°   | 10.2°  | 10.4°  | 10.2°   |

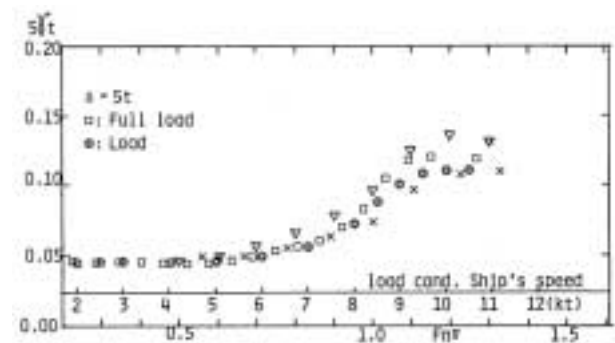


図 A1 - 1 小型巾着網漁船の抵抗試験結果(等喫水の2載荷状態) 但し, 図中の記号は, それぞれ小模型の ; 極満載, X; 軽荷状態の抵抗試験結果を示す The  $\tau$ - $F_n$  curve which obtained from the towing test of "Kinchaku-ami", small seiner boat (even keel with two load condition).

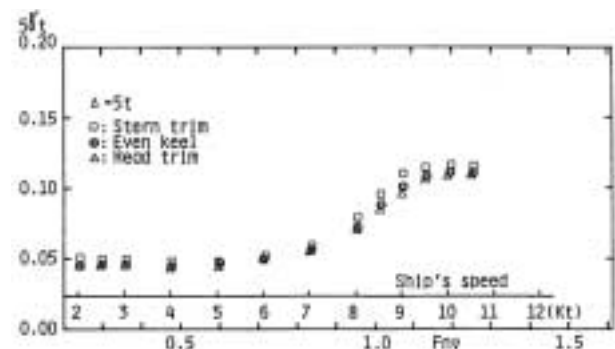


図 A1 - 2 小型巾着網漁船の抵抗試験結果(満載の3種トリム) The  $\tau$ - $F_n$  curve which obtained from the towing test of "Kinchaku-ami", small seiner boat (three trims with full load condition).

求めた。次に、この試験の範囲から本論の船型線図に示された和船漁舟抵抗値の推定を試みるとともに、これを現存する実船に応用し、回帰式の有用性を確かめてみた。

2.1 船型要素による抵抗値の表現法

船型資料は水槽試験で得られた20模型船の6状態のデータ計120 船型を使用した。計算方法は、last humpに至る排水容積フルード数(Fn)で0.5~1.2まで0.1毎に全抵抗係数 $T_5$ をそれぞれの図表より読み取った。また計算に用いた船型要素は各種の文献<sup>A3-A7</sup>等を参考に検討した結果、図A2-1に説明と付図を示す9個の基本船型要素のそれぞれの一次項のほか、二乗項、二次の相関項の組み合わせ全44項を使用した。この基本船型要素1~9の各項は10倍ないし10で割って、その平均値が1桁になるように調整した<sup>A4</sup>。

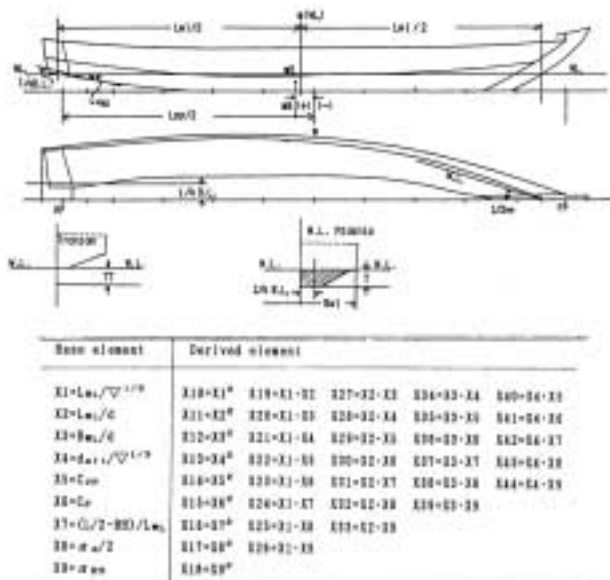


図 A2-1 9個の基本船型要素の説明およびその組み合わせ項，44項の例  
Nine basic hull type elements and derived elements for the regression analysis.

重回帰分析は、1)この原データの全44項による回帰式と、2)回帰係数検定のためのF値<sup>A8</sup>が2.0より小さい独立(説明)変数を順次除いていき、最終的に残った項による回帰式を用いる方法の二法によった。また、3)後述するような式A2.1で示される原データの標準化を行い、各項の平均値が0.1になるようにし<sup>A3)~A4)</sup>、これも同様な方法で回帰式を求める計算を行った。すなわち

$$X_{ki} = (x_{ki} - \bar{x}_k) / K \quad \dots \dots \dots (A2.1)$$

である。ここで

k: 船型項 (1 k 44), i: 標本番号 (1 i 120)

$x_{ki}$ : 原データ, K: 0.1

$\bar{x}_k$ :  $x_{ki}$  の平均値,  $K$ :  $x_{ki}$  の標準偏差

$X_{ki}$ : 変換後の標準化データ

である。また各Fn における回帰式は次の式A2.2で与えられ

$$T_i = a_0 + \sum_{k=1}^{44} a_k \cdot X_{ki} \quad \dots \dots \dots (A2.2)$$

ここで

$T_i$ : 各標本の5t換算の全抵抗係数値

$a_k \cdot X_{ki}$ : 各標本の計算値

$a_k$ : 各船型項の回帰係数値,  $a_0$ : 定数項である。

2.2 重回帰式による抵抗値に影響する船型要素項の抽出

1) 基本船型要素の性質

回帰分析に用いる説明変数は、それらがそれぞれ独立であり、相互に相関がないことが望ましい<sup>A8)</sup>。しかし、1つ1つの船型要素は何らかの船型要素と関係しており、全く独立とは言えないのが現状である。

そこで選び出した9つの基本船型要素について基本的な統計処理を行った結果、その相関行列を表A2-1に、度数分布を図A2-2に、相関図の代表として6例を図A2-3(1)~(2)に示す。

表 A2-1 9個の基本船型要素間の相関係数

Correlation matrix among the basic hull-type elements of wasens. This matrix shows only the significant correlation at the tolerance level of 0.05%.

| Item | X1    | X2    | X3    | X4    | X5    | X6   | X7   | X8    | X9    |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| X1   |       |       |       |       |       |      |      |       |       |
| X2   | .878  |       |       |       |       |      |      |       |       |
| X3   |       | .598  |       |       |       |      |      |       |       |
| X4   | -.351 | -.480 | -.419 |       |       |      |      |       |       |
| X5   |       |       | .397  |       |       |      |      |       |       |
| X6   |       |       |       | -.488 | -.585 |      |      |       |       |
| X7   |       |       |       |       |       | .842 | .415 | -.798 | -.565 |
| X8   | -.456 |       |       |       |       |      | .431 | -.911 |       |
| X9   |       |       |       |       |       |      |      |       | .371  |

Remarks:  $\alpha > 0.05\%$ ;  $\alpha_{100} = 0.3005$

表A2-1によると、各要素間でかなり相関が高いものがあるが、和船漁舟についてはあまり例もない事であり、回帰式にこの影響がどのように現われるのかを見るためにもこの基本船型要素をすべて使用することにした。

図A2-2によると、データのちらばり具合は二三の例を除いてほぼ正規分布していると考えられる。特例と考えられるものは、X5, X7, X8で、いずれもピークが左側に偏っており、それぞれ船型がV型に近い、浮心の前後位置が船尾側に偏り、水線の入射角が小さい船型を持つものが多いと言える。

また、重回帰式の使用範囲は図A2-3(1)~(2)に示す船型要素の各項が取り得る囲みの範囲内と考えられ、これらの周辺部あるいは範囲外になると計算誤差も大きくなるのが考えられる。ここで計算に使用した120船型、全44項の船型要素の平均値、標準偏差、最小値、最大値は表A2-2に示す。

2) 重回帰係数の性質

船型要素の組み合わせ項、全44項を用いて重回帰分析を行

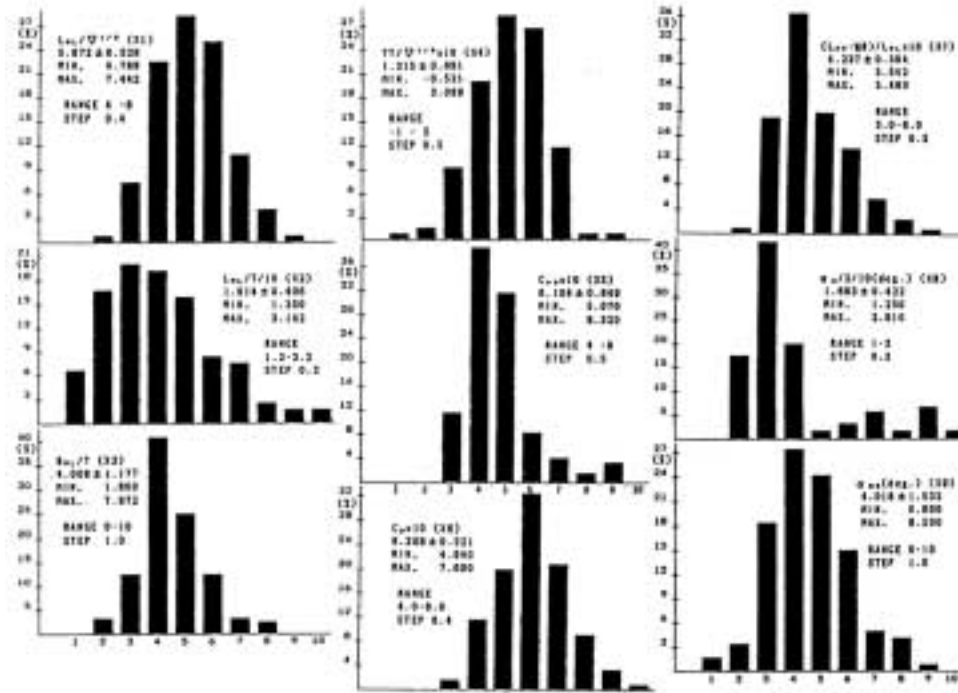


図 A2 - 2 9個の基本船型要素の度数分布  
Frequency distribution of 9 basic hull-type elements used for the analysis.

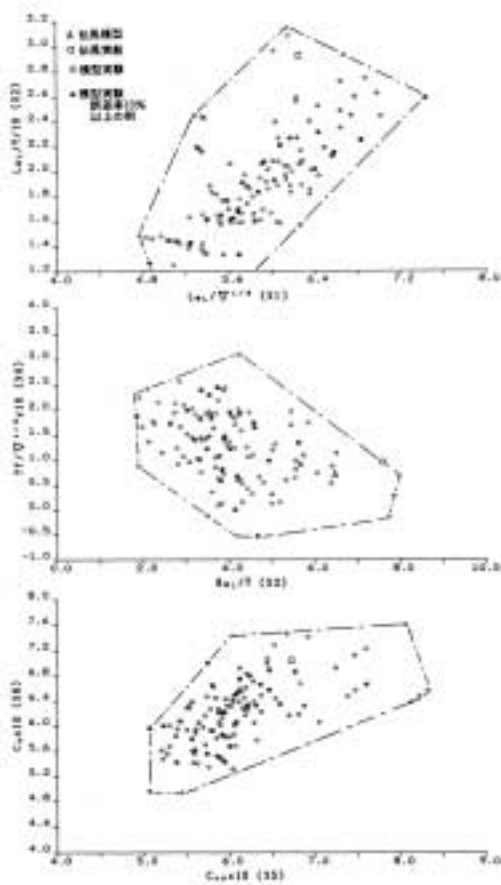


図 A2 - 3(1) 9個の基本船型要素間の相関の例  
Some examples of correlations between 9 basic hull-type elements.

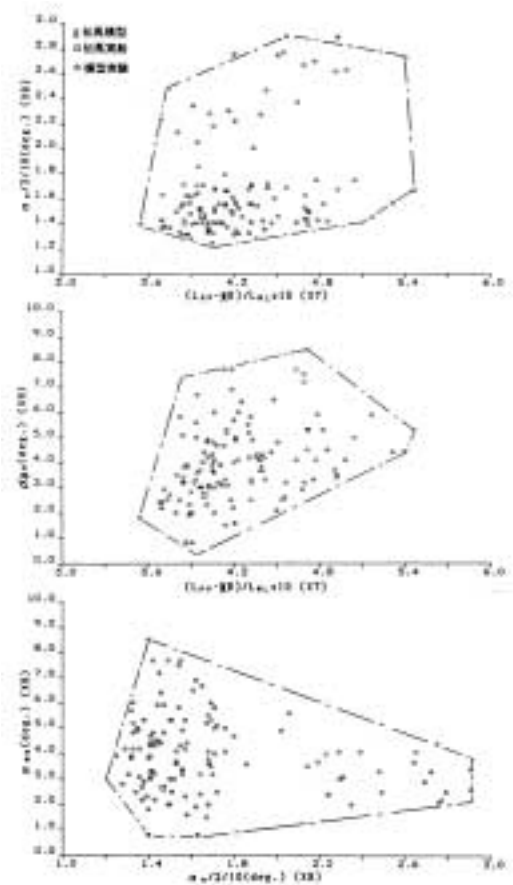


図 A2 - 3(2) 9個の基本船型要素間の相関の例  
Some examples of correlations between 9 basic hull-type elements.



回帰式に与える影響は小さく、その傾向も船速 ( $F_n$ ) に対して正、負、正の値と一定しておらず、最終計算迄残りえない項と言える。

X5 ( $C_{vp}$ ) は喫水線下のV, U型度の形状を示すが、これも一般的に正の相関と考えられ、低速と高速ではその傾向があるものの、 $F_n$  の0.8~1.0においては逆転しており、しかもこの影響度は大きい。船速によっては抵抗に微妙に関与するものと思われる。X6 ( $C_p$ ) は喫水線下の容積の中央集中度を表す項であり、これが小さいと抵抗も小さい、正の相関を示す。全体では目立たない項であるが、他のF値の小さい船型要素項を除いてくると急に大きな影響度を及ぼす場合もあった。

X7は浮心の前後位置の船尾からの距離であるが、和船の場合船速が増加すると当然ながら船の姿勢が変化し、船首が上昇、船尾が沈下して著しい船尾トリムとなって、船尾側に大きく偏った容積を持つことになり、浮心の前後位置も初期状態と比較すると船尾側に移動する。この項の影響は、船速の小さい部分で小さく正負の傾向も一定していないが、船速が増すと抵抗に大きく作用して負の相関が顕著となる。X8は船首水線の入射角であるが、これも $F_n$  の1.1までは正の

相関でこの入射角が影響するが、 $F_n$  が1.2になると船の姿勢が変わる影響が、負の相関となり、もはや小さい入射角は抵抗に有利とはなり得なくなる。X9は船尾における反り角と言えるものであるが、船首トリムになるとこの角度も大きくなり、抵抗値も増加するという正の相関を全 $F_n$  で示している。

その他の相関項で目立つものは、負の相関項としてX11 (X22), X20 (X1・X3), X3 (X1・X6), X6 (X3・X6) であり、正の相関項としてX19 (X1・X2), X27 (X2・X3), X30 (X2・X6), X31 (X2・X7) で表A2-1の基本船型要素の相関行列から推定するとX11, X19, X27を除いて相関の高いもの同士が互いに結合した結果とは考えられない。

以後の計算に用いた、この標準化データの各 $F_n$  における回帰係数と定数は表A2-4に示す。表中で空欄の部分は、この項のF値が小さく ( $F < 2.0$ )、回帰計算から除かれた項であることを示している。

表 A2 - 4 標準化データによる各 $F_n$  に対する44船型要素項の重回帰係数値と定数

The regression coefficients for the 44 hull-type elements and the constant number at a speed range from 0.5-1.2.

| $F_n \nabla$ | 0.5     | 0.6     | 0.7     | 0.8     | 0.9     | 1.0     | 1.1     | 1.2     |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| X1           | 231.47  | 363.41  | 464.52  | 372.67  | 120.88  |         | 123.69  |         |
| X2           | -481.75 | -720.50 | -623.52 | -790.98 | -425.97 | -449.16 | -556.47 | -655.13 |
| X3           | 413.01  | 503.68  | 557.88  | 517.69  | 278.49  | 264.39  | 445.11  | 482.74  |
| X4           | 92.75   |         | 28.67   |         |         |         | -61.49  |         |
| X5           |         |         |         | -113.65 | -167.92 | -201.56 |         |         |
| X6           | 64.98   | 133.05  | 120.40  | 181.47  | 103.25  | 163.47  | 143.74  | 118.92  |
| X7           |         | -18.73  |         |         |         |         | -119.24 | -29.60  |
| X8           | 94.93   | 58.22   | 57.97   | 37.00   | 87.23   | 148.22  |         | -334.21 |
| X9           | 176.16  | 81.62   | 68.75   | 48.73   | 54.98   |         | 64.35   | 101.24  |
| X10          | -196.13 | -323.67 | -367.55 | -242.38 |         |         |         |         |
| X11          | -406.13 | -463.03 | -440.51 | -311.74 | -146.76 | -284.01 | -327.62 | -502.14 |
| X12          | -63.29  | -92.48  | -118.75 | -115.99 | -63.52  | -82.74  | -99.79  | -98.24  |
| X13          | -32.33  | -11.49  |         |         |         |         |         |         |
| X14          |         |         | 24.15   | 86.85   | 88.97   | 100.37  |         | -31.52  |
| X15          |         | -36.80  | -30.12  | -72.16  | -50.97  | -103.70 | -47.35  |         |
| X16          | -19.41  |         |         | 19.47   | 28.55   | 80.85   | 48.69   |         |
| X17          |         |         |         |         | -36.34  | -59.82  |         | 163.77  |
| X18          | -61.18  | -30.09  | 12.75   |         |         |         |         | -23.47  |
| X19          | 604.79  | 827.99  | 843.22  | 625.23  | 212.40  | 378.63  | 452.62  | 730.54  |
| X20          | -294.67 | -414.54 | -481.90 | -405.37 | -136.85 | -269.65 | -403.07 | -497.36 |
| X21          | 117.34  | 95.75   |         | -90.35  | -45.35  |         |         |         |
| X22          |         |         | -14.33  | 87.00   | 153.47  | 183.79  | 17.78   |         |
| X23          | -168.74 | -221.39 | -202.46 | -234.25 | -172.53 | -214.00 | -235.69 | -238.77 |
| X24          |         |         | -39.71  | -68.28  | -111.10 |         |         |         |
| X25          | -89.89  | -80.25  | -70.28  | -47.43  | -72.08  | -103.76 |         | 211.50  |
| X26          |         |         | -50.67  | -69.92  | -79.55  | -5.23   | -68.27  | -58.20  |
| X27          | 268.35  | 378.13  | 452.93  | 387.31  | 192.84  | 305.51  | 395.38  | 479.31  |
| X28          | -103.74 | -59.92  |         | 36.92   | 26.48   |         |         |         |
| X29          | 23.37   |         |         | -135.51 | -188.90 | -187.49 |         | 57.43   |
| X30          | 268.10  | 344.73  | 323.94  | 402.27  | 308.59  | 363.09  | 358.30  | 353.75  |
| X31          | 117.00  | 87.88   | 118.38  | 164.82  | 175.45  | 102.41  | 71.73   | 88.54   |
| X32          | 98.74   | 108.69  | 92.23   | 70.32   | 57.78   | 63.48   |         | -57.60  |
| X33          | -77.62  | -35.73  |         | 48.15   | 36.44   |         |         | -31.77  |
| X34          |         |         |         |         |         | 21.68   |         |         |
| X35          | -59.12  | -26.82  | -53.83  |         |         |         | -100.90 |         |
| X36          | -110.81 | -167.39 | -164.47 | -193.65 | -104.65 | -133.98 | -138.87 | -191.70 |
| X37          | -75.82  | -48.63  | -48.39  | -55.97  | -45.66  |         |         |         |
| X38          | -42.26  | -60.60  | -58.73  | -40.23  |         |         |         | -58.36  |
| X39          |         |         |         | -15.74  | -19.40  |         |         | 21.60   |
| X40          |         |         | -18.34  | -28.35  | -23.37  | -45.45  |         | 34.97   |
| X41          |         |         |         | 42.94   | 43.23   | 68.02   |         | -38.97  |
| X42          | -18.31  |         |         |         |         | 27.48   |         | 16.32   |
| X43          |         |         |         |         |         | -17.29  |         |         |
| X44          | -47.98  | -24.15  | -10.67  |         |         |         |         | -12.48  |
| const.       | 4.87    | 5.02    | 5.51    | 6.32    | 7.68    | 9.95    | 13.01   | 14.51   |

2.3 重回帰式の適用とその精度

1) 試験値と計算結果の比較

図A2-4(1)~(2)に $F_n$  の0.5~1.2における水槽試験結果と標準化データを用いた重回帰計算結果について示す。図A2-4(1)は巾着網船の半載の船首トリム状態、図A2-4(2)は低速または高速の $F_n$  で誤差が10%を超えた同船の満載の船尾トリムのものである。縦軸は5 t換算の全抵抗係数値 $s_{ft}$ 、横軸は $F_n$  で、この0.5~1.2の0.1毎に計算を行ったものである。図中の小円が計算値、大円が試験値を示している。試験結果には多少の誤差も含まれているが、計算値は試験値におおむね近似しているものと考えられる。

以上の計算結果を試験値と比較して表A2-5にまとめた。この表は各 $F_n$  毎に船型要素項全44項のうち最終計算 ( $F > 2.0$ ,  $F$ : 回帰係数検定のためのF値) まで残った項数とそのときの重回帰係数, F値, 誤差率の平均値, 標準偏差, 最大値および誤差率2.5%毎に区切った各範囲の誤差発生数を

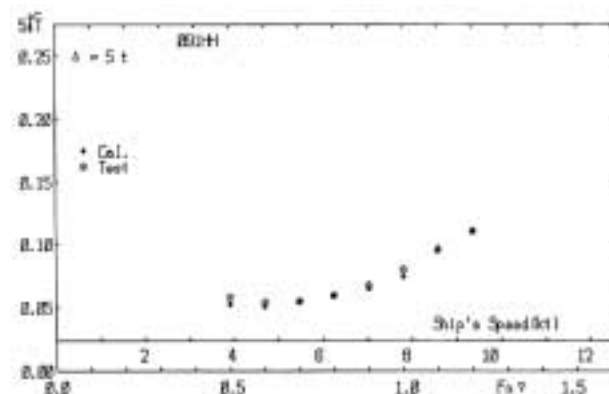


図 A2 - 4(1) 全抵抗係数値の実験値と計算値の比較 (巾着網船の半載船首トリム状態)

Comparison of the total resistance coefficient for the seiner boat between result of the tank tests and computation of regression analysis. Condition is the half load and trim by the head.

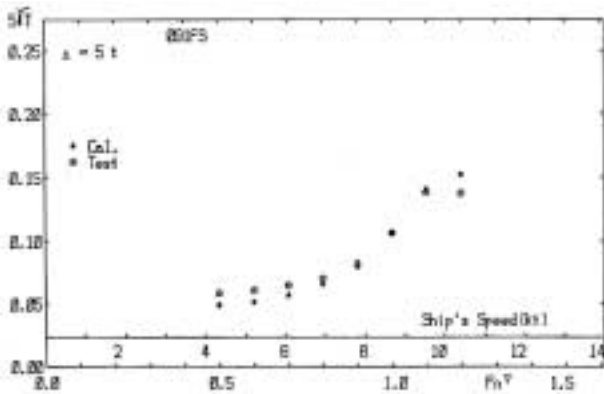


図 A2 - 4(2) 全抵抗係数値の実験値と計算値の比較 (巾着網網船の満載船尾トリム)  
Comparison of the total resistance coefficient for the seiner boat between result of the tank tests and computation of regression analysis. Condition is the full load and trim by the stern.

表 A2 - 5 標準化データによる重回帰分析結果

Statistic evaluations of the regression analysis with standardized hull elements.

| Fn No. | terms | r mult | F      | Er=(Yobs-Ycal)/Yobs (%) |       |
|--------|-------|--------|--------|-------------------------|-------|
|        |       |        |        | X                       | σ     |
| 0.5    | 31    | 0.873  | 9.125  | 7.55 ± 7.29             | 45 55 |
| 0.6    | 29    | 0.918  | 16.657 | 6.04 ± 5.70             | 57 43 |
| 0.7    | 30    | 0.950  | 27.206 | 5.22 ± 3.95             | 54 46 |
| 0.8    | 34    | 0.956  | 26.236 | 4.75 ± 3.91             | 59 41 |
| 0.9    | 33    | 0.962  | 32.286 | 4.52 ± 3.38             | 62 38 |
| 1.0    | 30    | 0.964  | 38.432 | 4.73 ± 3.28             | 58 42 |
| 1.1    | 20    | 0.961  | 59.039 | 4.44 ± 3.48             | 65 35 |
| 1.2    | 29    | 0.969  | 47.636 | 3.47 ± 2.83             | 77 23 |

示す。ここで、 $F_n$  が大きくなると全抵抗係数  $5_T$  も大きくなるので相対的に試験値と計算値の誤差も小さくなっていく。

なお、 $F_n$  の0.9以上で誤差率10%を超える数例の船型要素項について、前述の図A2-3(1)にX印として記入している。この図の周辺部に誤差率の大きいものが二三見られる。

2) 実船と模型船の曳航実験

次に120船型の44船型要素より選択された重回帰係数(表A2-4)を用いて実船の抵抗を推定するために、長崎県大村湾時津町に現存する和船漁舟(伝馬船)の船型計測を行って3分の1の模型を製作し、長崎総合科学大学の60m長水槽にて抵抗試験を行った。試験時の要目の数例を表A2-6に、船型線図を図A2-5に、排水量等曲線図を図A2-6に、APからFPまでのプリズマカーブを図A2-7に示す。また、水槽試験から得られた  $5_T \sim F_n$  曲線は図A2-8に示す。

実船の曳航試験は、大村湾時津沖において行った。その方法は、直線岸壁に沿って平行に約50mの沖合に200mの計測区間を設定し、計測開始点と計測終了点のための見通し線

表 A2 - 6 抵抗試験に用いた大村湾伝馬船の基本船型要素など  
Hull-type elements and comparative results of field tests of the actual fishing wasen and tank test of its model.

| Exp. no.                   | 2             | 1             | 3             | 4             |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Trim (°)                   | head          | even          | stern         |               |
| (a)                        | -2.2(0.887)   | 0             | +8.2(8.647)   | +0.4(0.133)   |
| Loa(m)                     |               | 5.640(L.880)  |               |               |
| Lpp(m)                     |               | 5.200(L.790)  |               |               |
| B(m)                       |               | 1.370(0.457)  |               |               |
| b(m)                       |               | 0.473(0.156)  |               |               |
| Loa/B                      |               | 4.131         |               |               |
| d(m)                       | 0.212(0.371)  | 0.360(0.067)  | 0.178(0.259)  | 0.148(0.048)  |
| B/d                        | 6.462         | 6.850         | 7.897         | 8.257         |
| L/d                        | 5.030(L.873)  | 5.146(L.713)  | 4.980(L.588)  | 4.800(L.600)  |
| DM(t)                      |               | 8.578(L.0209) |               |               |
| $\nabla$ (m <sup>3</sup> ) |               | 7.584(0.0209) |               |               |
| -----                      |               |               |               |               |
| k (m <sup>2</sup> )        | 0.186(0.0207) | 0.171(0.0180) | 0.145(0.0161) | 0.112(0.0126) |
| Cb                         | 0.473         | 0.396         | 0.445         | 0.533         |
| C                          | 0.642         | 0.625         | 0.589         | 0.532         |
| Cp                         | 0.581         | 0.633         | 0.730         | 0.559         |
| Cvp                        | 0.617         | 0.618         | 0.496         | 0.871         |
| LeB(X) (+)aft              | -1.523        | +8.088        | +14.137       | +22.125       |
| LWL/ $\nabla$ 1/3          | 8.888         | 6.221         | 6.021         | 5.818         |
| S(m <sup>2</sup> )         | 9.982(0.0658) | 5.217(0.5786) | 5.058(0.5617) | 6.773(0.5368) |
| S/ $\nabla$ 1/3            | 7.498         | 7.842         | 7.407         | 6.988         |

Remarks: Actual ship(1/3 reduced model);  
Water temperature of model test is 18°C

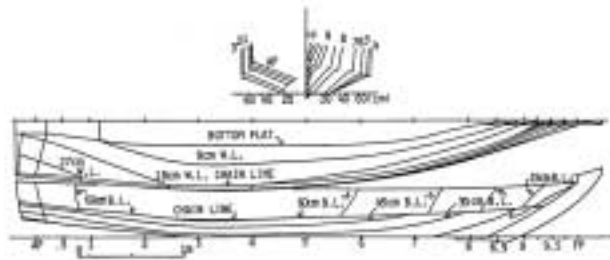


図 A2 - 5 実船および模型試験に用いた大村湾伝馬船線図  
Hull lines of the temma used for towing test in Omura Bay.

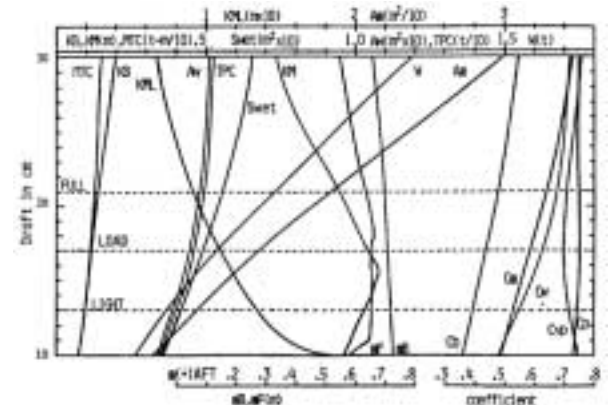


図 A2 - 6 大村湾伝馬船の排水量等曲線図 (20cm船尾トリムの例)  
Hydro-static curves of the temma in Omura Bay.

を陸上に設けた。そこで岸壁に並行に伝馬船を直径9mmのクレモノローブ約100mで曳航し、曳航船側に100kgの張力計を設置し、5つの設定スピード毎に行き帰りの2回、これに



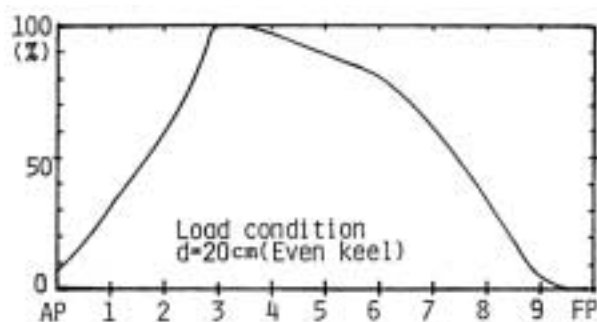


図 A2 - 7 大村湾伝馬船のプリズマカーブ  
Prisma curve of the temma in Omura Bay.

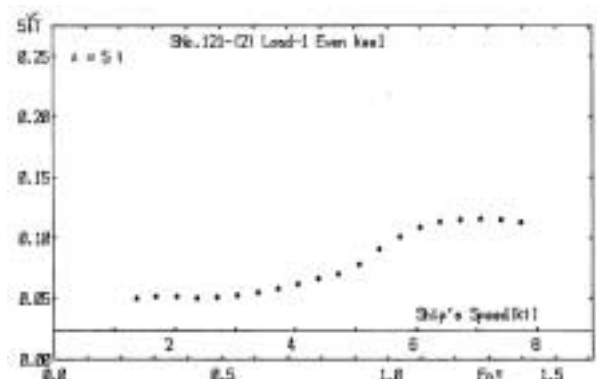


図 A2 - 8 大村湾伝馬船模型試験結果の一例 (稼動状態・等噴水)  
The  $S_f$ - $F_n$  curve which obtained from tank test for the model boat of the temmas in Omura Bay.

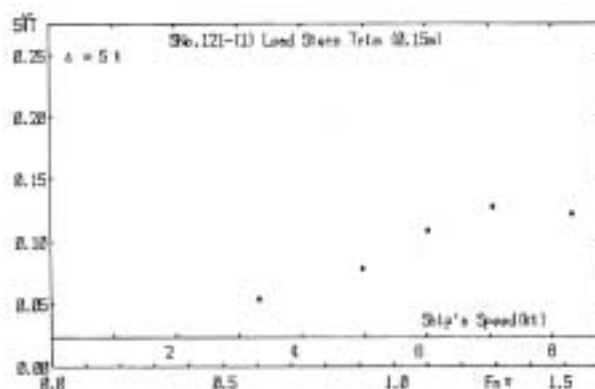


図 A2 - 9 大村湾伝馬船実船曳航試験結果の一例 (稼動状態・15cm船尾トリム)  
The  $S_f$ - $F_n$  curve which obtained from to towing test for the actual boat of the temmas in Omura Bay.

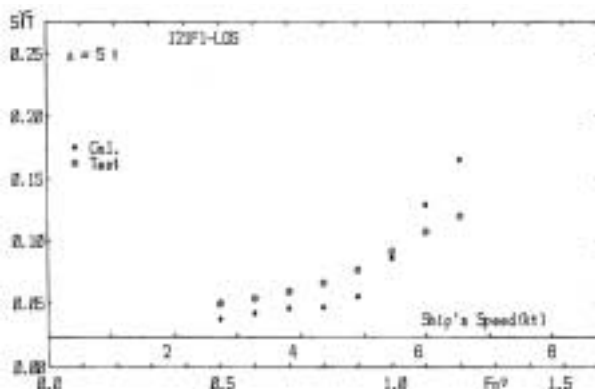


図 A2 - 10 全抵抗係数値の実船試験 (図A2 - 4(2)と同じ) と計算値の比較  
Comparison of the total resistance coefficient for the seiner boat between result of the towing test for actual boat and computation of regression analysis. Condition is the full load and trim by the stern (same as fig. A2-4(2)).

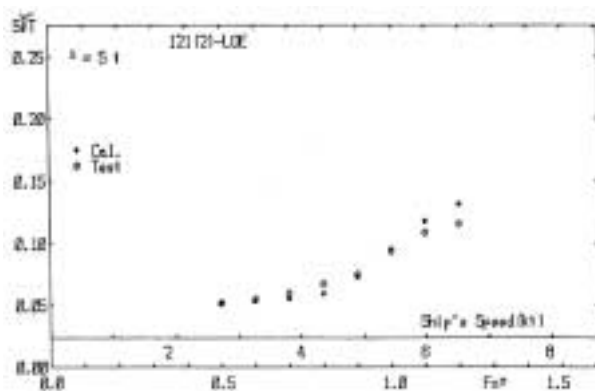


図 A2 - 11 全抵抗係数値の模型試験 (図A2 - 4(1)と同じ) と計算値の比較  
Comparison of the total resistance coefficient for the seiner boat between result of the tank tests and computation of regression analysis. Condition is the half load and trim by the head (same as Fig. A2-4(1)).

かかる荷重を連続して記録するとともに見通し線間の時間を計測し、平均張力 (kgf) と平均速度を求めた。

試験当日は、晴れでcalmに近い平穏な海上であり、潮汐の影響も少なかった。水深は約10m、計測には、前述の岸壁の返し波による影響がない距離を保った。伝馬船側に1名舵取を配置し、計測時の設定状態を保つと共に、伝馬船が直進するように務めた。また、設定船速に達するまで助走距離を十分に取った。

試験状態は、模型試験に合致するように務めたが、舵取者の位置が船尾に近いということもあり、また生間等の影響のためかトリム調整、噴水調整が思うようにいかず、微妙な点で同一状態となり得なかった。そのうちの模型試験に近い状態のものを図A2 - 9に示す。

図A2 - 8と図A2 - 9の模型と実船の試験状態を比較すると各船速 $F_n$  に対する  $S_f$  は近似の値となり、実船試験が割合に精度よく行われたと考えられる。

### 3) 重回帰式への当てはめ

実船試験に用いた船型要素を表A2 - 3の回帰係数にあてはめて計算し、試験値との比較を行った。これを図A2 - 10に示す。同じく模型試験に当てはめた場合を図A2 - 11に示す。これを見ると計算値は試験値とだいぶ隔たりがあった。これらはいずれの場合も $F_n$  の1.0の前後で傾向が逆転しており、低速側で計算値は小さめに、高速側では大きめに算定さ

れた。ここで、本船の船型要素を、図A2-3(1)~(2)にそれぞれ実船( )、模型( )で印しておいた。この場合、いずれも回帰式に用いた要素項の範囲内にあるが、境界付近にあるものもあり、これが算定式に大きく影響したことも一因とも考えられる。

以上の試験結果をまとめると、従来から言われていることであるが、本試験の和船の場合においても、水槽試験の120船型の船型要素から算定した重回帰式を模型あるいは実船に当てはめる場合、船型要素の使用範囲内ではある程度有効と思われるが、境界付近では算定誤差が大きくなるおそれがあることが判った。

これを解決するには、船型要素の境界付近の船型モデルで水槽試験を重ね、そのデータを蓄積するか、あるいは重回帰式の説明変数である船型要素そのものを見直しを計る必要があると思われる。

また表A2-4で見た通り、船型要素の回帰式に影響する項の正負の傾向も一定ではなく、また $F_n$ の小さい低速の範囲では多少大きめの誤差を生じてはいるが、抵抗値も小さく許容される範囲にあると考えられた。また、同じく高速の範囲についても誤差発生パーセントは小さく、十分実用に供せられるものと考えられるが、今後は更に精度を上げるためのデータの蓄積のほか、解析に必要な船型要素項の検討も必要と考えられる。

付録3 割り船系木造漁舟の抵抗性能と和船漁舟との比較

東南アジア各地で交通および漁業用に供せられている在来型カヌーは、一般に伝統的な細長い船型<sup>A9)~A15)</sup>で、櫓、または帆によって推進されて極めて抵抗の小さい船とされるが、近年その材料不足、船外機の採用等に伴って、従来の船型が変わりつつあることが報告されている<sup>A11)</sup>。

そこで、これらの在来型伝統カヌーの船体抵抗を同様な模型曳航試験を行って明らかにした。また、和船漁舟とカヌーとの抵抗試験結果の比較を行ってみた。

3.1 インドネシアカヌーの試験結果と抵抗性能の特徴<sup>A16)</sup>

まず、東南アジアの漁船調査<sup>A11)</sup>の船型計測資料に基づいて、縮尺5分の2、全長約2mの模型船3隻を作製し、これらを台車速度0.4~2.5m/sの範囲で曳航し、全抵抗<sup>A4)</sup>を計測した。

試験は、実船が現地で通常使用されている稼働時のオープンキール状態を基本とし、次いで、これのトリム、排水量をいくつか設定して行い、また両舷にアウトリガー(以下O/Rとする)があるダブルO/Rでは、この据付け位置を変化させた状態でも行った。

この試験の各船(a, b, c)の試験状態を船の種類毎に表A3-1(a)~(c)にまとめた。また、試験船の基本状態の線図、プリズマカーブおよび同排水量等曲線図を各船それぞれ図A3-1~2に示す。但し、図A3-2は船首部の突起の有無(b, c船)を同一図で示した。

表 A3 - 1(a) ケンダリの単胴型カヌーの模型試験時の船型要素など(縮尺20/50)

Hull-type elements of Kendari dugout canoe for the model towing test (scale ratio 20/50).

| condition       | load             | load    | load         | full load |        |
|-----------------|------------------|---------|--------------|-----------|--------|
| Trim            | cm               | -4      | 0            | +4        | 0      |
| L               | m                |         | 1.956        |           |        |
| Lpp             | m                |         | 1.884        |           |        |
| B               | m                |         | 0.254        |           |        |
| D               | m                |         | 0.128        |           |        |
| L/B             |                  |         | 7.409        |           |        |
| d               | m                | 0.061   | 0.064        | 0.065     | 0.080  |
| B/d             |                  | 4.314   | 4.125        | 4.074     | 3.300  |
| Lws             | m                | 1.831   | 1.828        | 1.826     | 1.843  |
| W               | kg               |         | 11.2         |           | 16.00  |
| v               | m <sup>3</sup>   |         | 0.0112       |           | 0.016  |
| A <sub>m</sub>  | m <sup>2</sup>   | .0096   | .0102        | .0104     | .0141  |
| S               | m <sup>3</sup>   | .3474   | .3608        | .3542     | .4264  |
| S/v             | m <sup>3/2</sup> | 6.955   | 7.223        | 7.292     | 6.715  |
| Loa(+)/aft(%)   |                  | -8.453  | -5.755       | -3.178    | -4.818 |
| Lws/v           | m <sup>3/2</sup> | 8.194   | 8.180        | 8.171     | 7.215  |
| C <sub>b</sub>  |                  | .346    | .351         | .349      | .403   |
| C <sub>m</sub>  |                  | .595    | .608         | .611      | .665   |
| C <sub>p</sub>  |                  | .583    | .577         | .571      | .606   |
| C <sub>vp</sub> |                  | .615    | .602         | .595      | .633   |
| Temperature     |                  |         |              |           |        |
| Tank water      |                  | 11°     | 11°          | 13°       | 13°    |
| Fig. no.        |                  | A3-4(a) | A3-3,A3-4(a) | A3-4(a)   | A3-3   |

試験結果は、模型試験から得られたそれぞれの全抵抗値を実船に近い5t換算の排水容積に対応させた全抵抗係数に変換<sup>A4)</sup>して行った。

) 喫水を変えた場合

模型aの表A3-1(a)に示すオープンキールの稼働、満載の2状態の場合の抵抗変化について、排水量0.5t換算の全抵抗係数 $0.5 T \sim F_n$  曲線と船首尾の上昇沈下量曲線のdipping curve(上半部)を図A3-3に示す。横軸は排水容積フルード数 $F_n$  <sup>A4)</sup>と、対応速度(ノット)を並べて示し、縦軸には同排水量換算の全抵抗係数(図の左側の目盛り)と船首尾の上昇沈下量(図の右側の目盛り)を船の長さに対する%で示す。

この場合、排水量が大きければ、明らかに抵抗が大きい傾向を示す。これは、その他の模型B, Cの場合も同様であった。船首尾の上昇沈下(以下、大きな変化がない場合、オープンキールの状態のものを代表させた)の傾向は、半滑走状態の始まる $F_n = 1.0$ 付近を境に船尾が沈下、船首が上昇する傾向が認められた。

) トリムを変えた場合

図A3-3と同様にして描いた模型Aの稼働状態における $0.5 T \sim F_n$  曲線を図A3-4(a)に、模型B, Cの場合を図A3-4(b)~(c)にそれぞれ示す。図A3-4(a)の模型Aの場合、

表 A3-1(b) マナドダブルリガーカヌーの模型試験時の船型要素など(船首突起物付:縮尺20/50)  
Hull-type elements of Manado dugout double rigger canoe for the model towing test (with snout and scale ratio is 20/50).

| outrigger                 | 2                | 2      | 2      | 0      | 1      |        |
|---------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Trim cm                   | -4               | 0      | +4     | 0      | +4     |        |
| L                         | m                | 1.880  |        |        |        |        |
| Lpp                       | m                | 1.772  |        |        |        |        |
| B                         | m                | 0.148  |        |        |        |        |
| D                         | m                | .178   |        |        |        |        |
| L/B                       |                  | 12.702 |        |        |        |        |
| d                         | m                | .096   | .096   | .096   | .1188  | .960   |
| B/d                       |                  | 1.542  | 1.542  | 1.542  | 1.246  | 1.542  |
| Lwl                       | m                | 1.856  | 1.838  | 1.813  | 1.994  | 1.813  |
| W                         | kg               | 11.2   |        | 14.18  |        | 10.76  |
| σ                         | m <sup>3</sup>   | .0112  |        |        |        |        |
| A <sub>m</sub>            | m <sup>2</sup>   | .0104  | .0104  | .0104  | .014   | .0104  |
| S                         | m <sup>2</sup>   | .331   | .330   | .330   | .4114  | .330   |
| S/g                       | m <sup>2/3</sup> | 6.612  | 6.592  | 6.592  | 7.016  | 6.771  |
| L <sub>cm(+)</sub> aft(%) |                  | -2.974 | -1.416 | +0.221 | +1.030 | +2.221 |
| L <sub>wl</sub> /g        | m <sup>1/3</sup> | 8.295  | 8.206  | 8.103  | 8.197  | 8.212  |
| C <sub>b</sub>            |                  | .412   | .411   | .410   | .455   | .410   |
| C <sub>m</sub>            |                  | .735   | .735   | .735   | .773   | .735   |
| C <sub>p</sub>            |                  | .561   | .558   | .558   | .589   | .558   |
| C <sub>vp</sub>           |                  | .664   | .651   | .650   | .698   | .650   |

Temperature  
Tank water 14° 13.5° 14° 14° 14°  
Fig. no. A3-4(b) A3-4(b),7,8 A3-4(h) A3-8 A3-8

表 A3-1(c) マナドダブルリガーカヌーの模型試験時の船型要素など(船首突起物なし:縮尺20/50)  
Hull-type elements of Manado dugout double rigger canoe for the model towing test (without snout and scale ratio is 20/50).

| Trim                      | cm               | -4     | 0      | +4     |
|---------------------------|------------------|--------|--------|--------|
| L                         | m                | 1.880  |        |        |
| Lpp                       | m                | 1.772  |        |        |
| B                         | m                | 0.148  |        |        |
| D                         | m                | 0.178  |        |        |
| L/B                       |                  | 12.702 |        |        |
| d                         | m                | 0.096  | 0.096  | 0.096  |
| B/d                       |                  | 1.542  | 1.542  | 1.542  |
| Lwl                       | m                | 1.806  | 1.686  | 1.694  |
| W                         | kg               | 11.16  |        |        |
| σ                         | m <sup>3</sup>   | 0.0112 |        |        |
| A <sub>m</sub>            | m <sup>2</sup>   | .0105  | .0105  | .0104  |
| S                         | m <sup>2</sup>   | .327   | .325   | .324   |
| S/g                       | m <sup>2/3</sup> | 6.540  | 6.501  | 6.488  |
| L <sub>cm(+)</sub> aft(%) |                  | -4.247 | -0.980 | +2.182 |
| L <sub>wl</sub> /g        | m <sup>1/3</sup> | 7.396  | 7.764  | 7.800  |
| C <sub>b</sub>            |                  | .406   | .406   | .408   |
| C <sub>m</sub>            |                  | .735   | .735   | .734   |
| C <sub>p</sub>            |                  | .553   | .552   | .556   |
| C <sub>vp</sub>           |                  | .678   | .664   | .662   |

Temperature  
Tank water 11.6° 11° 11.6°  
Fig. no. A3-4(e) A3-4(e),7 A3-4(c)

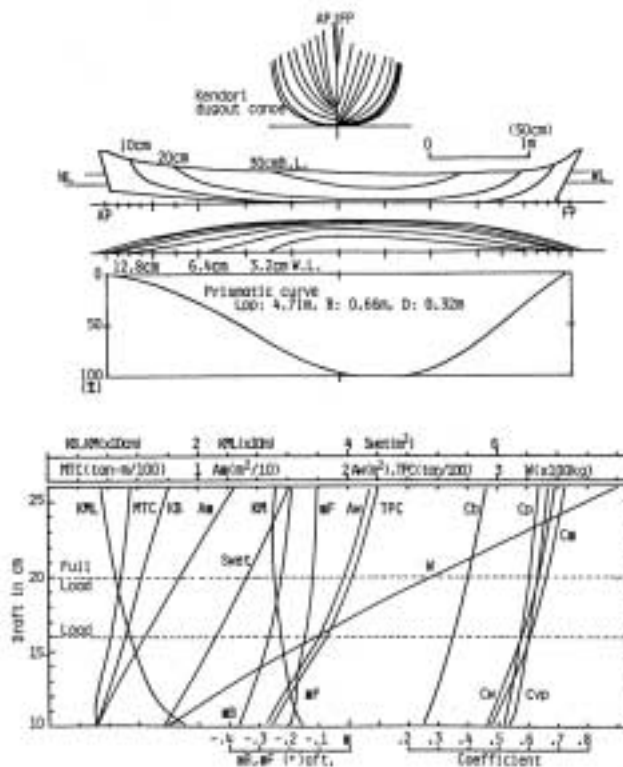


図 A3-1 ケンダリの単胴型カヌーの線図, プリズマカーブおよび排水量等曲線図  
Hull lines, hydro-static curves and prisma curve of Kendari dugout canoe.

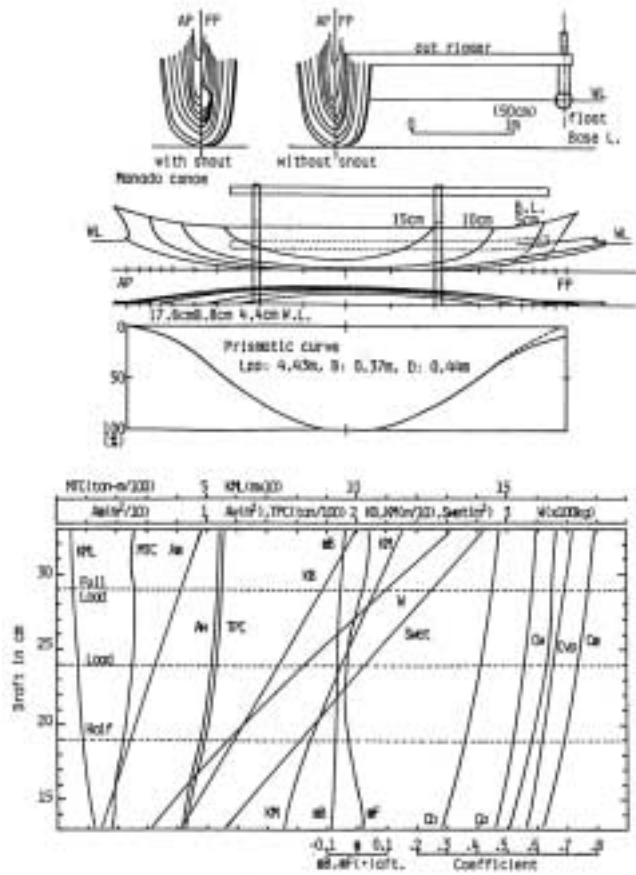


図 A3 - 2 マナドダブルリガーカヌーの線図，プリズマカーブおよび排水量等曲線図（船首突起物の有無の場合を含む）  
Hull lines, hydro-static curves and prisma curve of Manado dugout canoe with snout and without snout.

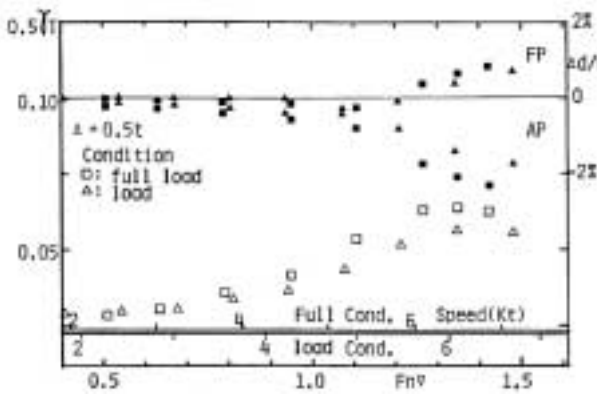


図 A3 - 3 ケンダリの単胴型カヌー抵抗試験結果（満載・半載の比較）  
 $F_n - 0.5$  curves of Kendari dugout canoe for model towing test (comparison full-load and half-load).

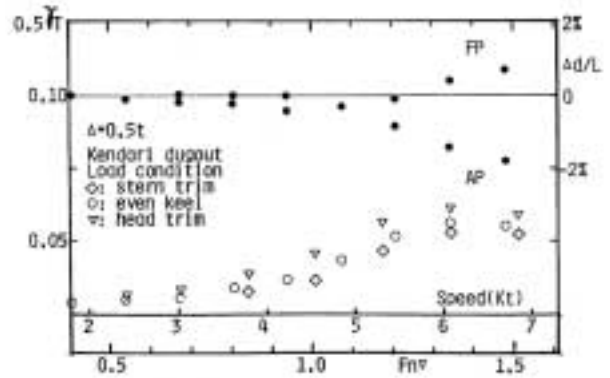


図 A3 - 4(a) ケンダリの単胴型カヌー抵抗試験結果（荷状態でのトリム変化）  
 $F_n - 0.5$  curves of Kendari dugout canoe for model towing test (comparison the trim condition with full-load).

トリムを変えた事により抵抗は小さい順にstern trim < even keel < head trimであり，これは船速が大きければより明らかとなる。これはこの船の場合，前後方向の浮心 ( $m_B$ ) 位置やプリズマ曲線の中心が船首側にあり（図A3 - 1参照），船首トリムにすると浸水面積部分が他の場合に比べより大とな

り，これに伴う造波抵抗の増大が認められた。  
また，図A3 - 4(b)~(c)のダブルO/Rの場合，模型Cの船首トリムにおいては，O/R先端が $F_n$ の全般に渡って没入した状態で曳航され（図A3 - 5），これが抵抗に大きく作用したと考えられる。しかし，模型Bの場合，同様の船首トリムで

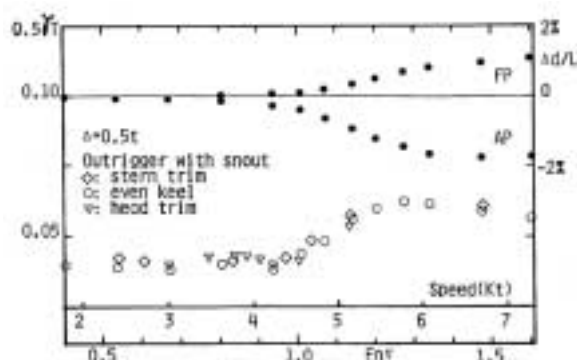


図 A3 - 4(b) マナドダブルリガーカヌー抵抗試験結果 (トリム変化) 模型 B (船首突起物付) の場合  
 $F_n - 0.5 Y_t$  curves of Manado dugout canoe for model towing test (comparison the trim condition under half-load with snout).

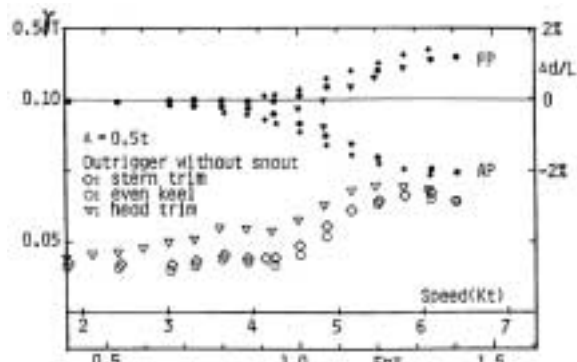


図 A3 - 4(c) マナドダブルリガーカヌー抵抗試験結果 (トリム変化) 模型 C (船首突起物なし) の場合  
 $F_n - 0.5 Y_t$  curves of Manado dugout canoe for model towing test (comparison the trim condition under half-load without snout).

この傾向が表われなかったのは、速度が大となり、半滑走状態となった場合でも、本体船首部突起 (snout) がカヌー船体の船首沈下を抑制する作用があったことが認められる (図 A3 - 6)。

その他の場合は、船型がほぼ前後対称であり、O/R先端の没入等がなかったため試験範囲内においては、トリムを変えた事による抵抗の違いはほとんど認められなかった。

また、O/R浮木もその据付け高さを変えて船尾トリムとして使用した場合、試験した排水量フルード数 ( $F_n$ ) の全般にわたり、抵抗値は他の基本状態のものより小さくなる傾向があった。

船首形状の違いによる場合

そこで、snoutの有無の影響について、稼動時の等噴水で抵抗試験を行った結果を同様に図 A3 - 7に示す。これによれば、snoutのある場合、 $F_n$  の全範囲にわたって抵抗はやや小さいと言える。この船型は、潜水漁業の必要性等から現在迄踏襲されて来た<sup>A1)</sup>ものと考えられるが、前述したように航行時における船首の波中への突っ込みを防ぐと共に、船長を長くする効果もあるように思われる。



図 A3 - 5 マナドダブルリガーカヌー (模型 C : 船首突起物なし) 1.3m/sでの曳航状態  
 Profile view of Manado dugout canoe with double outrigger under the towing test (model C : without snout). Tram speed is 1.3m/sec.



図 A3 - 6 マナドダブルリガーカヌー (模型 B : 船首突起物付) 1.3m/sでの曳航状態  
 Profile view of Manado dugout canoe with double outrigger under the towing test (model B : with snout). Tram speed is 1.3m/sec.

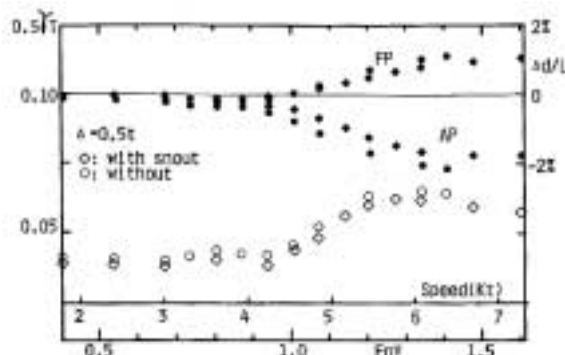


図 A3 - 7 船首形状の違いによるマナドダブルリガーカヌー (模型 B : 船首突起物付, C : 船首突起物なし) の抵抗試験結果  
 $F_n - 0.5 Y_t$  curves of Manado dugout double rigger canoe for model towing test (comparison with or without of snout under half-load and even keel).

O/Rの有無による場合

O/Rの抵抗を推定するために模型 Bについて、表 A3 - 1(b)に示すようなO/R 1本の場合 (但し船尾トリム)、O/Rを取り去った単体の場合と、基準となるダブルO/Rの稼動状態における抵抗値とを比較して、図 A3 - 8に示す。なお、この場合、両者の噴水が等しくなるように調整した。但し、この単体の場合は、同噴水では安定しないため、安定するまで船底に重量を加えた結果、予定より2.3cm (実船換算5.7cm) 噴水が増加した。よって単体の場合、図に示す抵抗係数よりもまだ小さな値を示すと考えられる。図によると  $F_n$  の1.0以下の比

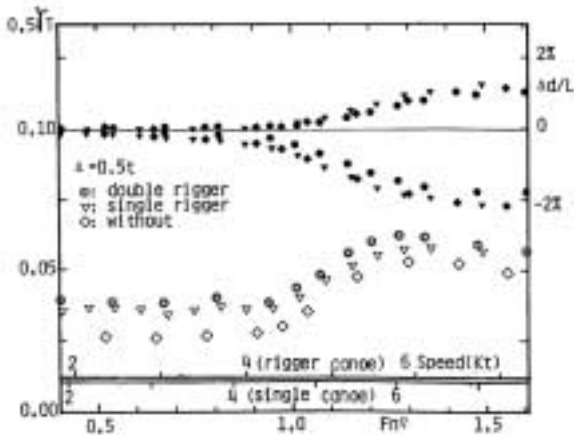


図 A3 - 8 アウトリガーの相違（2本，1本，なしの場合）によるマナダブルリガークヌー（模型B）の抵抗試験結果

Fn 0.5 1 curves of Manado dugout canoe for model towing test (comparison the out rigger number 0, 1 or 2 with snout under same draft).

較的低速部では、ダブルあるいはシングルO/Rが造る波と船体が造る波との干渉による抵抗値の起伏が見られるが、これらの干渉を無視して考えると全Fnを通して、全抵抗係数値は、およそ0.01程度と見積られる。但し、この場合、船体に対するO/R浮木（2本）の浸水面積比は約35%（初期値，静止状態）であった。

また、O/Rが1本の場合、抵抗値はこれらの中に位置している。

3.2 沖縄サバニの試験結果と抵抗性能の特徴<sup>A17)</sup>

沖縄のサバニ<sup>A18)</sup>は、古い時代から沿岸ばかりでなく外洋にも繰り出し、小型ながら凌波性も良く、抵抗の小さい船として知られている。また、サバニの船型に関する報告<sup>A19), A20)</sup>は多くないので、1988年5～6月にかけて、石垣、西表および奄美で実船のサバニを計測した資料のうち、図A3-9に正面線図として示すような西表島で計測した系満ハギに属する

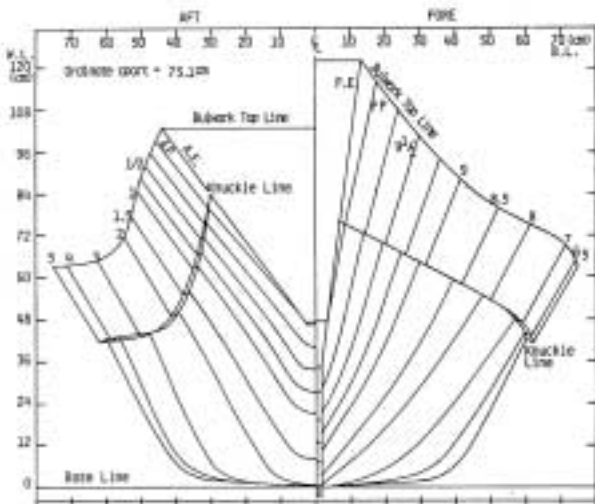


図 A3 - 9 実験に用いたサバニ実船の正面図  
Body plan of Sabani in Okinawa for the experiment.

全長7.68mの1隻を選んで、その2m級の模型を作り、同様な曳航水槽にて抵抗試験を行って全抵抗を計測し、和船漁舟と比較した。

そこで、表A3-2にサバニ模型船の試験時の基本船型要素を示した。この表に示すように、載貨状態を2種、同トリムをそれぞれ3種変えて、カヌーと同様な曳航試験を実施した。同船が軽荷時の等喫水静止時における状態を図A3-10に、同実船の排水量等曲線図を図A3-11に示した。

実験結果について、図A3-12(1)～(2)に軽荷時の等喫水における曳航試験の航走状態と、曳航時の船速、水線長フルード数 (Fn), 排水容積フルード数 (Fn'), 実船での対応速力, 同有効馬力を示した。これらによると、文献<sup>A18)</sup>による記録から図A3-12(1)では、1.5～4.5ノットの主として櫓漕ぎ時の航走状態、図A3-12(2)の a, bでは6～8ノットまでの帆走時

表 A3 - 2 抵抗試験に用いた沖縄サバニ模型船の基本船型要素など（縮尺1/4）

Hull-type elements of Sabani in Okinawa for the model towing test (scale ratio is 1/4).

| Condition      | Trim cm           | Full load |        |       | Light load |        |       |       |
|----------------|-------------------|-----------|--------|-------|------------|--------|-------|-------|
|                |                   | -3        | 0      | +3    | -3         | 0      | +3    |       |
| L              | m                 |           | 1.920  |       |            | 1.920  |       |       |
| Lpp            | m                 |           | 1.828  |       |            | 1.828  |       |       |
| B              | m                 |           | .375   |       |            | .375   |       |       |
| D              | m                 |           | .157   |       |            | .157   |       |       |
| L/B            |                   |           | 5.120  |       |            | 5.120  |       |       |
| d              | m                 | -.105     | .105   | -.105 | -.094      | .095   | -.095 |       |
| B/d            |                   |           | 3.571  |       | 3.989      | 3.947  | 3.947 |       |
| Lwl            | m                 | 1.746     | 1.779  | 1.822 | 1.715      | 1.750  | 1.788 |       |
| W              | kg                |           | 24.422 |       |            | 22.355 |       |       |
| v              | m <sup>3</sup>    |           | .02383 |       |            | .02045 |       |       |
| Aw             | m <sup>2</sup>    |           | .0232  | .0234 | .0234      | .0199  | .0205 | .0205 |
| S              | m <sup>2</sup>    |           | .5888  | .5997 | .5107      | .4672  | .4668 | .4662 |
| S/q            | m <sup>2</sup> /m |           | 6.136  | 6.155 | 6.169      | 6.248  | 6.239 | 6.234 |
| Lwl(+)/aft (%) |                   |           | -3.69  | -1.48 | +6.92      | -2.37  | -.22  | +1.96 |
| Lwl/v          | 1/m <sup>3</sup>  |           | 6.087  | 6.182 | 6.332      | 6.271  | 6.399 | 6.538 |
| Cb             |                   |           | .350   | .348  | .347       | .334   | .332  | .331  |
| Cm             |                   |           | .623   | .624  | .624       | .606   | .607  | .608  |
| Cp             |                   |           | .582   | .558  | .557       | .550   | .548  | .545  |
| Cvp            |                   |           | .688   | .678  | .676       | .689   | .692  | .693  |
| Temperature    |                   |           |        |       |            |        |       |       |
| Task water     |                   |           | 23.5°  | 23.3° | 23.6°      | 24.8°  | 23.4° | 23.6° |



図 A3 - 10 静止状態のサバニ模型船（半載・等喫水）  
Sabani in still water for the towing test (half load and even keel condition).

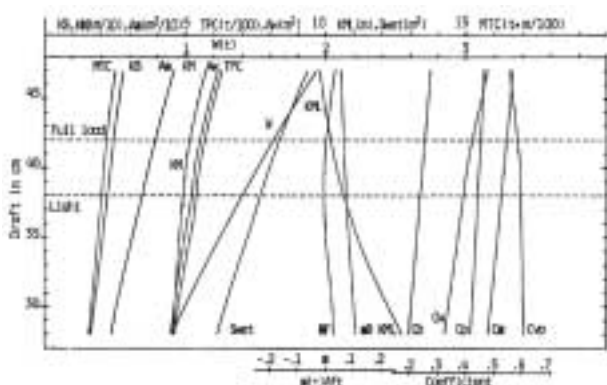


図 A3 - 11 実船サバニの等喫水における排水量等曲線図  
Hydro-static curves of the Sabani at even keel.

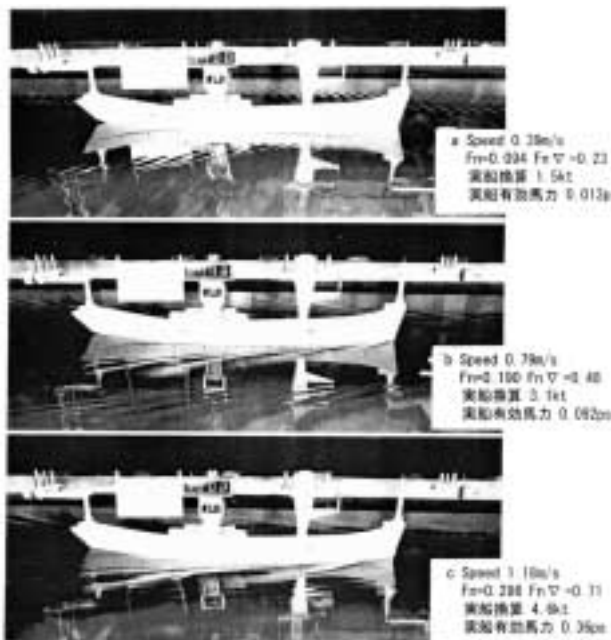


図 A3 - 12(1) サバニ半載時等喫水の曳航試験状態(1)  
Profile view of towing test in various speed of Sabani at half load and evenkeel.

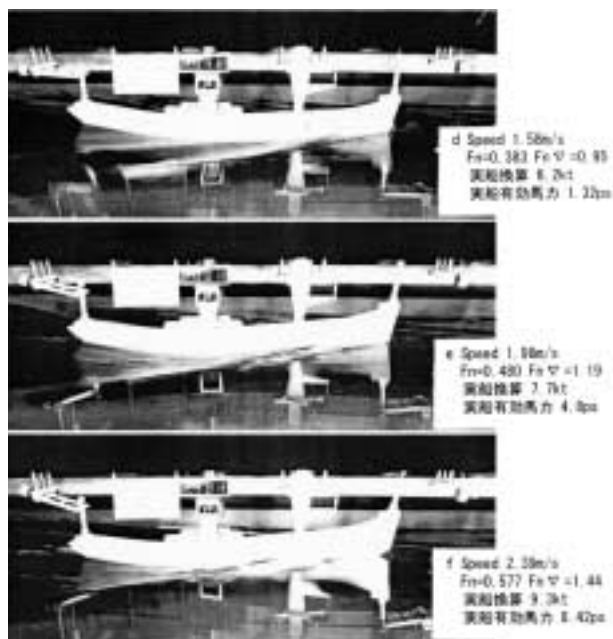


図 A3 - 12(2) サバニ半載時等喫水の曳航試験状態(2)  
Profile view of towing test in various speed of Sabani at half load and evenkeel.

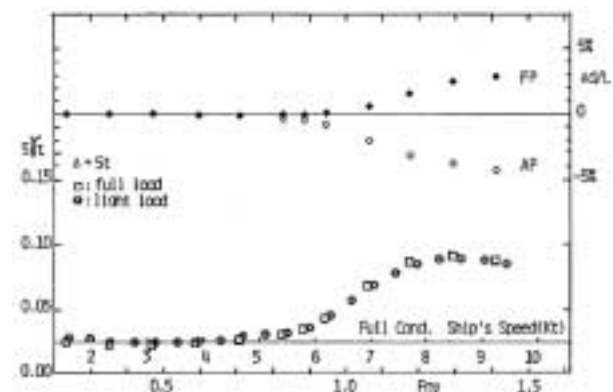


図 A3 - 13 曳航試験による沖縄サバニの全抵抗曲線および船首尾の浮上・沈下量  
Curves of total resistance coefficient, degrees floatage and sinkage of stem and stern post of Sabani in Okinawa in the towing test.

速力および図A3 - 12(2) c のそれ以上の速力での航走中の船体の姿勢および航走によって引き起こされる波の様子を示している。特に、同図 c では  $Fr=0.577$  となり、船首船底もすでに浮き上がり半滑走状態の状況を示している。

これらの等喫水での抵抗変化を図A3 - 13に示す。これは各  $Fr$  における排水量を 5 t とした時の  $\xi_T \sim Fr$  曲線 (全抵抗係数と排水容積フルード数曲線) を示し、図の上部には船首尾垂線で船体の浮上および沈下量を示す曲線 (dipping curve) を水線長に対するパーセントで示す。下に示す 2 ~ 10 の数字は実船 ( $L_{wl}=7.12m$ ) の満載時の船速である。これらによれば、満載および半載の両方とも抵抗係数に大きな違いはない。また、ここには示していないが、いずれの場合もトリム (角度約 1 度) を変えたことによる抵抗係数の違いもほとんどなかった。

次に、このサバニと既に実施した小型船の満載状態の等喫水における 5 t 換算の同様な  $\xi_T \sim Fr$  曲線を図A3 - 14に示す。ここで小型和船<sup>(A1), (A2)</sup>、インドネシア・カヌー<sup>(A16)</sup>とともにそれぞれの記号で示した。以上の結果から見ると、サバニは  $Fr$  の 0.9 付近まではシングル・カヌーと同程度に抵抗係数が非常に小さく、それ以後は和船とカヌーが示す抵抗曲線の中間に位置し、全抵抗係数  $\xi_T$  は、半滑走状態となる  $Fr$  の 1.3 付近では 0.10 未満とカヌーには及ばないものの、高速域まで極めて抵抗の小さい船型であると判明した。また、通常のサバニの船速をこの全抵抗曲線から 6 ノット程度と仮定すれば、 $Fr$  では 0.9 ~ 1.0 が相当し、この範囲では、抵抗係数も 0.04 未満、実船換算で 25 ~ 35 kgf 程度の抵抗となり、有効馬力でも 2 馬力未満と非常に小さい値を示した。

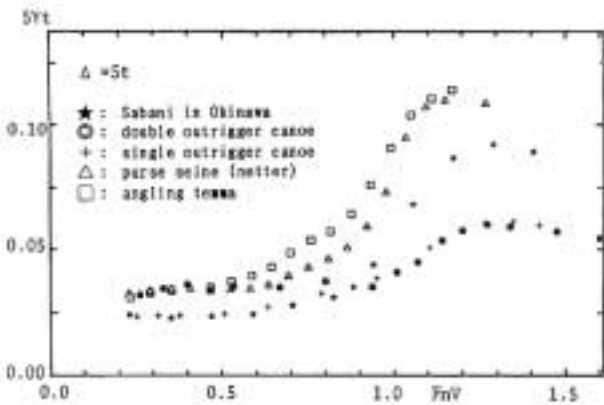


図 A3 - 14 和船・サバニ・カヌーの抵抗試験結果の比較

$R_{50}$  curves for the small fishing boat i.e., small wasens, Indonesian canoes and sabani in Okinawa.

次に、船種間の抵抗曲線の違いについてその原因を探る一つの方法として、図A3 - 15に示すような各供試船のプリズマ曲線を描き、図A3 - 13 ~ 14の抵抗曲線と対照させて検討した。これによると低速域から高速域にかけて比較的抵抗係数が小さいインドネシアのカヌーのうち、ダブルリガーカヌーの船体部が示すプリズマ曲線とサバニが示す曲線が、船体中央部を中心としてほぼ対称的な曲線を示し、船首尾方向のバランスが取れよく一致している。一方のシングルカヌーは、船首部が膨らんだ船型を示しているが、同船の場合、 $F_n$  が1.3前後の高速域では大きな船尾トリムとなって船首部肥大の影響が減少するためかダブルカヌーと同様に抵抗係数は小さい。しかし、和船漁舟の例として示す巾着網漁船や釣船（伝馬船）などは、船体船首側の水面下断面積率が、カヌーやサバニ等に比べて比較的小さく、初期状態において既に船尾側に膨らんだ船型を示していること。また、これに加えて高速域においては船尾トリムへの移行とこれによる浮心前後位置の後方移動、浸水面積および肥せき係数増加等の原因が

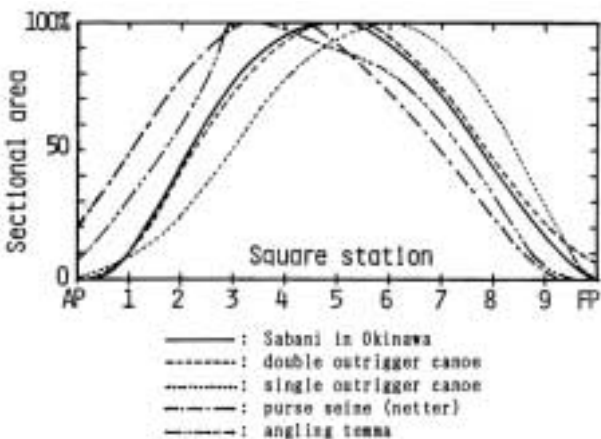


図 A3 - 15 試験に用いた和船・サバニ・カヌーのプリズマ曲線の比較

Comparison of prisma curves which boat refers in fig. A3-14.

重なり、抵抗を増大させたものと考えられる。

以上の試験結果から、サバニの抵抗係数は低速域では、インドネシア・カヌーとほぼ等しい非常に小さな値を示し、高速域においても和船とカヌーの中間に位置しているとみなされる。

この船大工の長年の経験と伝統技術とに支えられた沖縄、糸満地方の伝統漁船であるサバニが、速力性能上、小型漁船の中でも優れた性能を持っていることが明らかとなった。

付録4 端艇の人力漕ぎにおける漕力の計測と有効馬力の算定<sup>A21)</sup>

端艇（カッター）は、スポーツの一環として競技にも用いられ、海事系各大学では伝統的な独自の漕法が代々受け継がれてきているが、近年、漕法の研究<sup>A22)</sup>も行われるようになり人力推進を極めたより効果的な推進法を模索中である。本論ではこの端艇推進において一般的に用いられている漕法を漕力から客観的に評価するために二三の基礎実験を行ない、クルー各人の漕力を正確に見積り、次いでチームの漕力と艇速との関連について検討した。

4.1 実験の方法

歪ゲージを貼付け、ブレード略中央から重量を釣下げ校正を行った計測用の5号オール（長さ430cm）<sup>1)</sup>を2本準備した。使用した歪ゲージは共和電業製の防水型歪ゲージ（KFW-5-120-C1-11 L5M2R）であり、これを4アクティブゲージ法（直交配置法）によりブレード面と平行のオールのルーム部分にゲージ各1枚を直交に配置し、また同じく裏側の部分にも施し計4枚使用した。歪ゲージの貼付け法とオールの校正法は、それぞれ図A4 - 1と図A4 - 2に示す。実験は、平成8年10月、西日本新人カッター競技大会が長崎大学の担当で開催された機会を捉え、各大学の協力のもとに西日本地区6大学（所在県の漁船登録識別票で示すとME, HG, HS, YG,

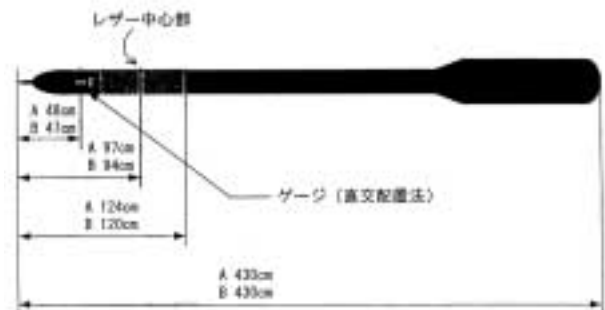


図 A4 - 1 オールにおける歪ゲージの貼り付け法

One method and uses of strain gages of oar for a cutter.

<sup>1)</sup> 海上幕僚監部編：短艇教範pp81-82。（9mカッター5号オールの規格），1958（昭和33年3月）。



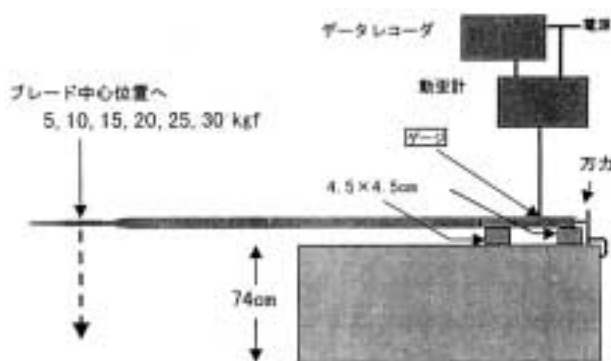


図 A4 - 2 オールの校正法  
Calibration method of oar with strain gages for a cutter.

KGおよびNS) チームの各クルーを被験者とし、同一艇を使用して比較的静穏な海面の大村湾時津港内を往来して実施した。また計測は7・8番シートを使用し、右・左舷各1名ずつの被験者を順次交代させ、計2名を通常の漕法で漕がせた「基本漕」、12人全員を通常の漕法で漕がせ各大学の7・8番を記録した「全員漕」および同じくレースのダッシュを想定した「ダッシュ漕」をそれぞれ10~20本漕いでもらい、ビデオ撮影とともに実施した。漕力は動歪計(共和DPM-120A)を介し、データ・レコーダ(TEAC R-61)に収録後、研究室にて記録紙に出力(デジタルマルチコーダMC1000)し、波形面積(力積)を求める等の解析を行った。

#### 4.2 実験結果および考察

##### 1) オールの校正

使用したオールの校正結果を図A4-3に示す。それぞれのオールA, Bの歪出力には違いがあるが、荷重30kgまでは直線で示された。実験にはAを左舷(8番), Bを右舷(7番)オールとして用いた。

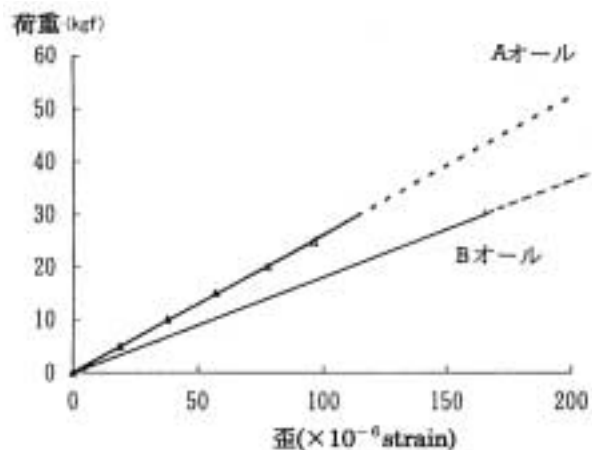


図 A4 - 3 計測用オールの校正結果  
Result of the calibration for the oar used the experiment.

##### 2) 出力波形から平均漕力への換算

上記のオールを使用して漕艇した出力波形の例を各大学の7・8番クルーについて、基本、全員およびダッシュ漕の順に図A4-4に示す。但し、YGについては連絡の手違いから同様の実験は実施できなかったため除く。

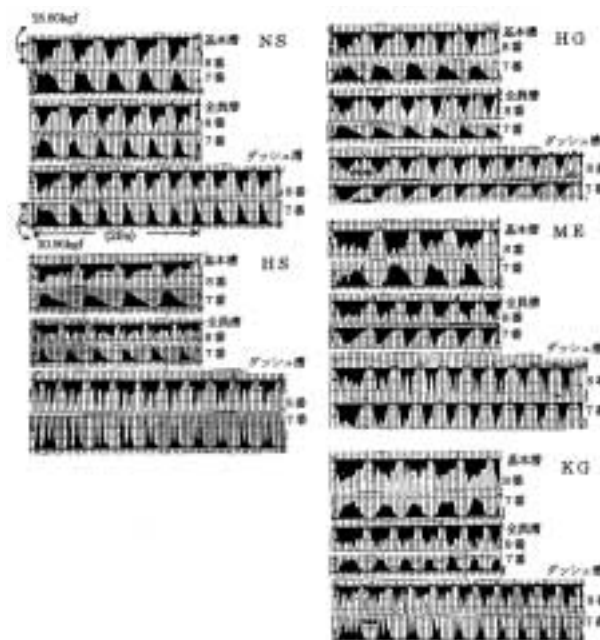


図 A4 - 4 漕力実験における出力波形(各大学7・8番の例)  
Output of analogueous data of the oar under rowing for the experiment (Sample is No.7 and No.8's crew for each college or university).

図の縦方向はそれぞれの校正値を、横方向は時間軸(秒)を示した。波形はクルーの漕艇の一連動作(オールをローロックから船首側に突き出して先端のブレードで水を掴み、一気に引いて最後に水から引上げ、再び同じブレード面を掴むために引き上げと同時に外(海)側の腕の手首を利かし、ブレードを反転しながら素早く返して突き出す。)と対応して示され、ブレードが水を掴む瞬間から立ち上がり、水中のブレードが水面に対し略垂直になった時点(シートのほぼ真横)で最大荷重が示され、その後最後の引き上げによるもう一つの山が示されたあと水面上に出て(0に戻る)、返しの時間経過後、再び初めの掴みに移行する。

以上の波形について、開始から20秒間(但しダッシュ漕のみ30秒間)の波形面積(ここでは掃海面積と名づける)をデジタルライザー(OSCON Gradimate A4-10)を使用して測定した。この値に校正値を掛け、所要時間で割って平均漕力(オールが空中にある時間も含めた常時出力されている力とする)を算定した。このうち各大学1~12番クルーの基本漕の漕力を各大学別に表A4-1および図A4-5に示す。但し、YGについては、予備実験の係留時におけるものを参考までに示した。

これによると各大学の基本漕の平均値は、8.49~11.57kgfの範囲にあり、最大値はME6番の14.10kgf、最小値はHS9番の5.73kgfであった。各大学の標準偏差は1.06~1.61kgfで平均

表 A4 - 1 各大学別基本漕の平均漕力 (kgf/s) の比較  
Comparison of mean pulling force from No. 1 to No.12 crew for each college or university.

| シート番号 | ME    | HG    | HS    | YG*           | KG    | NS    |
|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| 1     | 11.48 | 10.15 | 7.51  | 11.47         | 11.59 | 10.68 |
| 2     | 9.94  | 11.53 | 7.78  | 12.28         | 13.36 | 10.60 |
| 3     | 12.49 | 8.53  | 10.13 | 8.08          | 9.96  | 10.10 |
| 4     | 10.63 | 11.10 | 8.09  | 10.63         | 12.84 | 9.81  |
| 5     | 11.82 | 9.72  | 7.55  | 11.75         | 10.15 | 10.35 |
| 6     | 14.10 | 9.10  | 7.81  | 9.47          | 11.80 | 12.42 |
| 7     | 12.30 | 10.23 | 8.26  | 7.39          | 9.75  | 12.03 |
| 8     | 12.38 | 8.49  | 8.30  | 11.52         | 11.89 | 10.19 |
| 9     | 10.51 | 6.81  | 5.73  | 9.90          | 11.93 | 10.93 |
| 10    | 10.64 | 9.05  | 12.21 | 8.21          | 10.30 | 13.03 |
| 11    | 11.63 | 8.53  | 8.87  | 10.29         | 8.02  | 10.06 |
| 12    | 10.95 | 8.34  | 9.62  | 10.48 (12.79) |       | 11.82 |
| 平均値   | 11.57 | 9.30  | 8.49  | 10.12         | 11.20 | 11.00 |
| 標準偏差  | 1.14  | 1.31  | 1.61  | 1.57          | 1.57  | 1.06  |

\* 予備実験の係留時実験のものを使用  
下線部分 ( ) 内は2年生のものでレースでは除く。

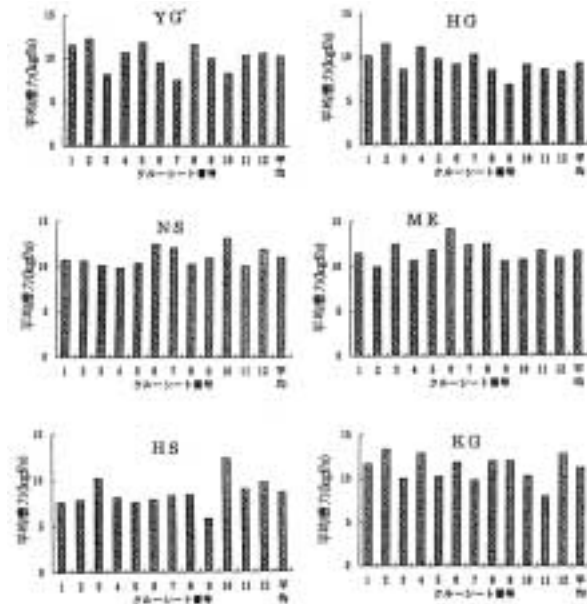


図 A4 - 5 基本漕力の算定結果 (各大学1~12番クルーおよび平均値)

Result of standardized average rowing force of No. 1 to No.12 crews for each college or university.

値の9.6~19.0%に当たり、クルー漕力の整合という観点からは、整合度の良い大学で10%程度、悪い大学で20%程度、平均で14%であった。

なお今回の実験においては、各大学クルーが日頃の練習により身につけてきたそれぞれのピッチやクルー配置をそのまま使用し、また一定の実験器材および実験器材の調整兼実験記録員1名を乗船させて行ったこともあり、各大学とも一定のピッチに揃えて漕艇させることや艇のトリムには特別の考慮は払わなかった。

3) 基本漕, 全員漕, ダッシュ漕の比較とレース結果

次に各大学別7・8番による基本漕, 全員漕およびダッシュ漕の比較について表A4 - 2に示した。但しYGについては前述と同様である。

表 A4 - 2 各大学別7・8番による基本, 全員およびダッシュ (Dash) 漕の平均漕力 (kgf/s) の比較

Comparison of three kinds of mean pulling force(basic pulling with two men sitting on the No.7th and No.8th sheets with powerful rowing, the whole pulling with 12 crewmen with powerful rowing and the dash pulling with 12 crewmen rowing with hypothesis of the most powerful rowing) recorded a pair of the No.7th and No.8th crewmen for each college or university.

|    |      | 7番 (%) | 8番 (%) | 平均 (%) |       |       |       |
|----|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| M  | 基本   | 12.30  | 100.0  | 12.38  | 100.0 | 12.34 | 100.0 |
| E  | 全員   | 12.03  | 97.8   | 10.97  | 88.6  | 11.50 | 93.2  |
|    | Dash | 11.28  | 91.7   | 8.91   | 71.9  | 10.10 | 91.8  |
| H  | 基本   | 10.23  | 100.0  | 8.49   | 100.0 | 9.36  | 100.0 |
| G  | 全員   | 7.38   | 72.2   | 10.34  | 121.9 | 8.86  | 97.1  |
|    | Dash | 8.57   | 83.8   | 7.69   | 90.6  | 8.10  | 87.2  |
| H  | 基本   | 8.26   | 100.0  | 8.30   | 100.0 | 8.28  | 100.0 |
| S  | 全員   | 6.80   | 82.3   | 7.93   | 95.5  | 7.37  | 88.9  |
|    | Dash | 8.70   | 105.4  | 9.67   | 116.6 | 9.19  | 111.0 |
| Y* | 基本   | 8.47   | 100.0  | 7.90   | 100.0 | 8.19  | 100.0 |
| G  | 全員   | 7.01   | 82.8   | 10.92  | 138.3 | 8.97  | 110.6 |
|    | Dash | 6.48   | 76.5   | 9.67   | 122.4 | 8.08  | 99.5  |
| K  | 基本   | 9.75   | 100.0  | 11.89  | 100.0 | 10.82 | 100.0 |
| G  | 全員   | 9.03   | 92.6   | 13.99  | 117.6 | 11.51 | 105.1 |
|    | Dash | 8.46   | 86.7   | 10.14  | 85.3  | 9.30  | 86.0  |
| N  | 基本   | 12.03  | 100.0  | 10.19  | 100.0 | 11.11 | 100.0 |
| S  | 全員   | 8.30   | 69.3   | 9.40   | 85.0  | 8.85  | 77.2  |
|    | Dash | 10.05  | 83.8   | 10.43  | 94.3  | 10.24 | 89.1  |

\* 予備実験の係留時実験のものを使用  
下線部分 ( ) 内は2年生のものでレースでは除く。

各大学の7・8番全員漕の平均は7.37~11.51kgfの範囲にあり、基本漕に対する比率は77.2~110.6%である。基本漕と比較して全員漕で力を発揮したチーム(整合性が上昇したと考えられる)と本来の基本漕の漕力も発揮できなかったチームとに分かれるが、全体を平均すると基本漕の約95%の漕力となった。

また各大学の7・8番ダッシュ漕についてみると、平均は8.08~10.24kgfの範囲にあり、基本漕に対しての比率は86.0~111.0%である。HSの約10%の上昇を除けば、概ね基本漕の漕力の90%がそのままダッシュ漕に反映されると考えられる。

レースでは全員漕および一部ダッシュ漕の漕法が展開されることが多いが、身についた普段の漕艇術を示す基本漕のレベルアップが全体の漕力を引き上げる要素と考えられる。またこれと並行して両漕法のレース内の組み立てについては、基本漕が十分発揮できるようなチーム内における力の整合性(チームワークとユニフォームティ)が必要と考えられる。

一方、ダッシュ漕の出力波形について一部大学で顕著なノコギリ型の波形が出現している。このダッシュ漕においては、最初の掴みと同時に尻上げと称する腰掛け(スフォート)か

ら腰をずらして漕艇する際に、一時水中のオールで体重を支持するためにブレードを水中深く投入することが多い。すなわち、波形の著しい落ち込みの部分は、このダッシュ漕におけるオールが「切れ込み」状態になっており、この間は水を前方に掻く動作（艇尾に向かって座っているので、この場合艇尾側への水の掻き出し）が為されておらず、推力には貢献していないことが考えられる。よってこの波形が出る漕ぎ方は、一時的に大きなピーク値は存在するが、掃海面積が小さいものとなり、平均漕力からみると小さく見積もられ、力の割には大きなロスを伴う漕ぎ方と見做せる。

またこの波形が顕著に見られる大学においては基本漕あるいは全員漕にその兆しが見られることが多く、これらの漕法がその大学の特徴にもなっている。しかし過大荷重を一気にかけ、その後漕力が著しく落ち込む本漕法は、前述したように平均漕力が小さいことで艇速に対する寄与は低いと考える。次に、これらの漕力とレース結果の対応について考察する。表A4-3は、その対応を見たものである。表A4-1で示された各大学別の基本漕の平均値を基準とし、これに表A4-2で示した各大学7・8番の全員漕、ダッシュ漕への換算率（彼等の漕力をチームの代表値とし、全体もほぼ同様な比率と仮定した）を掛けて、それぞれ実際の漕力（実漕力）として示した。但しKGについてはレースでは12番を欠いて1欠で臨んだため彼の漕力を除いた値を12（人）で割って平均値として示してある。

この表から、基本漕の平均値では大きい順にME、NS、KG、YG、HGおよびHSとなる。この値に全員漕換算率を掛けた実漕力Aについては同様に大きい順にYG、ME、KG、HG、NSおよびHSとなった。更にダッシュ漕換算率を掛けた実漕力Bについては、ME、YG、NS、HS、KGおよびHGとなった。ところで実際のレース結果は表の最下端の項に示したタイムと速力（風のほぼ同一状態で行った予選2レースに

よる）および順位となった。この結果から1位のYGについては、実験が同じ基準のものでないので同様な比較はできないが、参考に示したものを使用するといずれの換算結果も上位を占めた。2、3位のNSおよびHSは、ダッシュ漕換算率に優れ、ダッシュ漕換算率1位のMEを除けば、YGに続いている。4～6位のHG、MEおよびKGは全員漕換算率に優れていた。このうち漕力の点でレース1位のYGと遜色がなかったMEについては、クルーに女子が4名入っており基礎実験では直接反映されなかった要素の一つでもあるレースを漕ぎ切るスタミナ（持久力）の有無の点が問題として考えられる。同様にKGについては、規定人員不足の1欠で漕がざるを得なかったことが、基本漕力の換算率のみで単純に評価できなかった点として上げられる。

4) 端艇の抵抗<sup>A23)</sup>と艇速および有効馬力

次にタイムについてみると、1000m往復、計2000mのタイムは696～791秒であった。いずれも回頭に要する時間を15秒、また往復であるので潮流による影響もないものと仮定すると、実際の速力は5.01～5.71ktとなる。図A4-6は、艇の重量約2000kgf（3名乗艇）のカッターの曳航による抵抗試験結果を示したものであるが、上記の対応速力に対する全抵抗値は27.0～35.7kgfとなる。実際のレースでは、艇重量は約2700kgf程度と考えられるが、この全抵抗値は33.0～43.6kgfの範囲<sup>A1)</sup>と見做せる。これはFn（フルード数）の0.274～0.312に相当し、造波抵抗に関するHornの2理論<sup>A24)</sup>からみると、前述の全抵抗から導き出される全抵抗係数値では、抵抗の山（hump；艇速5.2kt）から抵抗の谷（hollow；艇速6.0kt）に至る大略範囲内のものである。従って、抵抗の山に当たる5.2kt前後で漕いだチームは力漕の結果が中々タイムに反映されないのに比較して、6.0ktに近いチームは全抵抗係数値の見地からすると比較的余裕をもって力漕の成果を発揮できたことが考えられる。

表 A4-3 7・8番の漕力換算率からみた各大学基本漕の平均漕力 (kgf/s) の比較とレース結果

Comparison of mean basic pulling force converted into the whole pulling and dash pulling force of the No.7th and No.8th crewmen and result of 2000m race-time for each college or university.

|                 | 大 学 名 ( 所 在 県 ) |      |       |               |       |      |
|-----------------|-----------------|------|-------|---------------|-------|------|
|                 | ME              | HG   | HS    | YG+           | KG    | NS   |
| 基本漕力            | 11.57           | 9.30 | 8.49  | 10.12 (10.13) | 11.00 |      |
| 順 位             | 1               | 5    | 6     | 4             | 3     | 2    |
| 全員漕換算率 (%)      | 93.2            | 97.1 | 88.9  | 110.6         | 105.1 | 77.2 |
| 実漕力A            | 10.78           | 9.03 | 7.55  | 11.19         | 10.64 | 8.49 |
| 順 位             | 2               | 4    | 6     | 1             | 3     | 5    |
| Dash漕換算率 (%)    | 91.8            | 87.2 | 111.0 | 99.5          | 86.0  | 89.1 |
| 実漕力B            | 10.62           | 8.11 | 9.42  | 10.07         | 8.71  | 9.80 |
| 順 位             | 1               | 6    | 4     | 2             | 5     | 3    |
| Race time (sec) | 772             | 729  | 714   | 696           | 791   | 704  |
| 艇速(kt)          | 5.1             | 5.4  | 5.5   | 5.7           | 5.0   | 5.6  |
| 順 位             | 5               | 4    | 3     | 1             | 6     | 2    |

\*: 表A4-1と同様: ( )内の値は表A4-1の12番を除き12で除した。下線表示は全員漕、Dash漕換算のうち優れたものに印す。  
kt=(2000/(time-15))x(3600/1852)

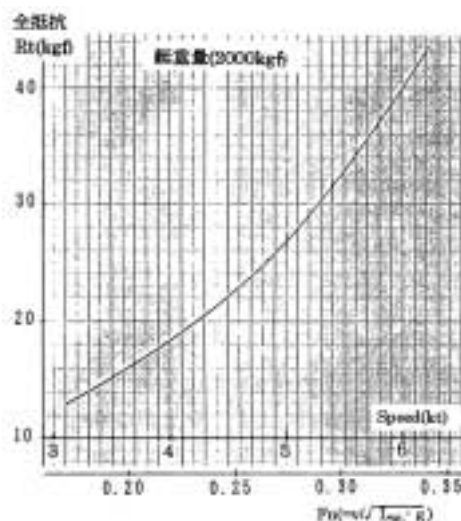


図 A4-6 曳航によるカッターの抵抗試験結果

Total resistance for a cutter under 2000kgf from towing test.

この結果からレース漕力の有効馬力 (EHP) は、チーム全体で1.17~1.71ps, クルー個人については0.10~0.14psとなる。また、クルー個人のオールグリップ部に直接作用する力 (= 指示馬力) は、オールブレードからローロックおよびローロックからグリップまでの位置関係 (内分比約3:1) から0.29~0.43psと考えられる。

#### 付 録 文 献

- A 1) 高山久明 (1988) : 在来型漁船 (和船) の性能に関する研究 - I, 和船模型の抵抗実験, 日本航海学会論文集, 78, 83-94.
- A 2) 高山久明 (1988) : 在来型漁船 (和船) の性能に関する研究 - II, 船型要素を用いた統計解析による抵抗値の推定, 日本航海学会論文集, 79, 203-212.
- A 3) 小林 務 (1984) : 高速沿岸漁船の速力性能に関する研究, 水工研報告, 5, 97-183.
- A 4) 土屋 孟 (1972) : 漁船船型の有効馬力に関する統計解析, 造船学会論文集, 132, 63-80.
- A 5) 田近博道 (1978) : 北海道沿岸の小型漁船の船型について, 北海道大学水産学部修士論文, 1-89.
- A 6) Sabit, A.S. (1971) : Regression Analysis of the Resistance Result of the B.S.R.A. Series, I.S.P. Vol.18, No.197, 3-17.
- A 7) 新谷 厚 (1985) : 高速船型の平水中抵抗に関する統計解析, 日本造船学会論文集, 158, 33-39.
- A 8) 田中 豊, 垂水共之, 脇本和昌 (1984) : パソコン統計解析ハンドブック, 403p. 多変量解析編, 共立出版, 東京.
- A 9) Spoehr, A. (1971) : The Double Outrigger Sailing Canoe of Zamboanga and the Sulu Archipelago, Southern Philippines, Occasional Papers, B. P. Bishop Museum, 24(7), 116-126.
- A10) Horridge, G. (1975) : The Perahu-Traditional sailing boat of Indonesia, Oxford Univ. Press, Singapore.
- A11) Gunawan, G. A., Shibata, K. (1986) : Comparative Studies on Indonesian Fishing Crafts in Various Fishing Villages Around Java, 長崎大水研報, 59, 35-97.
- A12) 西田英明, 高山久明他 (1987) : ラバウルで計測したアウトリガーカヌーの形状について, 長崎大水研報, 61, 37-49.
- A13) Matsuoka, T. (1987) : Structure of Traditional Canoes in Northern Papua New Guinea, 日本航海学会論文集, 77, 185-198.
- A14) Shibata, K., Gunawan, G. A., Takayama, H., Efren, E. C. F. (1988) : Comparative Studies on Indigenous Fishing Crafts in Selected Areas in Sulawesi and Aparri of Northern Luzon, 長崎大学水産学部研究報告, 63, 35-54.
- A15) 多田納久義 (1987) : 東南アジアの木船に関する資料 (I), 海事史研究, 44, 52-70.
- A16) 高山久明, 林田 滋, Masengi, K, W, A. (1989) : インドネシア・カヌーの船型と船体抵抗について, 日本航海学会論文集, 80, 1-8.
- A17) Masengi, K, W, A., 高山久明, 西田英明, 林田 滋 (1990) : 沖縄サバニの船型と船体抵抗について, 日本航海学会論文集, 83, 213-220.
- A18) 西原松生, 神谷明仁 (1974) : 沖縄/ニライの海, 128P. 月刊沖縄社, 那覇.
- A19) 柴田恵司, 真野季弘, 高山久明 (1976) : 櫓漕舟について-I, 長崎近郊伝馬の若干例, 日本航海学会論文集, 56, 59-68.
- A20) 柴田恵司, 真野季弘, 高山久明 (1978) : 手こぎ漁舟の研究 - I, ペーロンおよびその類似船の船型, 長崎大学水産学部研究報告, 45, 33-42.
- A21) 高山久明, 矢田殖朗, 山口恭弘 (1998) : 端艇の人力漕ぎにおける漕力の計測と評価, 日本航海学会論文集, 99, 189-196.
- A22) 貞包弘之, 高島末夫, 橋本市雄, 本間辰太郎 (1975) : カッターの動特性に関する実験的研究 - I, プーリング中のオールの動きとそれにかかる力について, 水産大学校研究報告, 24(2), 249-266.
- A23) 橋本市雄, 貞包弘之, 高島末夫 (1975) : カッターの動特性に関する実験的研究 - II, 静水中における抵抗特性について, 水産大学校研究報告, 24(2), 237-248.
- A24) 高城 清 : 実用船舶工学, 海文堂, 東京, pp163-169, 1975.