

FRP漁船の寿命と耐用年数

～漁船統計と漁船保険統計に基づく一考察～

Lifetime and Operating Period of FRP Fishing Vessel

～A consideration based on the statistic table of fishing vessels

and the statistic table of fishing vessel insurance～

明田 定満*・末永 慶寛**・松島 学***

居駒 知樹****

Sadamitsu AKEDA, Yoshihiro SUENAGA, Manabu MATSUSHIMA

and Tomoki IKOMA

要旨：我が国におけるFRP漁船の廃船処理に関する研究開発は、1980年代から行われてきたが、経済的かつ実用的な方法は未だ得られていない。その理由として、FRPは優れた材料特性を持つが故に、廃船処理が非常に困難であることが上げられている。そのため、FRP漁船の廃船処理の最も一般的な方法は、解体破碎後、焼却した上で埋立処分する方法である。しかし、我が国の沿岸域に埋立適地が少なくなりつつある現状を鑑みると、FRP漁船の経済的かつ実用的な廃船処理法の確立は、喫緊の社会的な要請となっている。FRP漁船の廃船処理施設の建設計画を立案する場合、FRP漁船の廃船出現隻数を適切に予測することが重要であり、その際に検討すべき指標はFRP漁船の寿命と耐用年数である。本論ではFRP漁船の寿命と耐用年数を定義し、漁船統計と漁船保険統計に基づき、FRP漁船の寿命と耐用年数を推定した結果、寿命は62年以上、耐用年数は約24年と見積もられた。

キーワード：FRP漁船，漁船統計，漁船保険統計，寿命，耐用年数

1. 緒言

1.1 FRP製小型船の不法係留放置の顕在化

我が国の沿岸域は、都市活動や産業活動の場として高度利用されるとともに、従来より、海水浴、潮干狩等の海洋レクリエーションの場として親しまれてきた。近年、ウォーターフロントにおける余暇活動の高まりに応じて、港湾漁港等の公有水面を利用して、プレジャーボートを係留保管するマリーナ、ヨットハーバー等のマリンレジャー施設が各地で整備され、これら海洋建築物が醸し

出す「憩い」「賑わい」は、海辺の親水空間が持つアメニティ機能の高質化に寄与している。

FRP (Fiber Reinforced Plastic) と呼ばれるガラス繊維で補強された強化プラスチックは、耐食性、耐候性、耐衝撃性、耐久性に優れ、高強度かつ軽量で成型し易い材料であるため、1970年代以降、プレジャーボートや小型漁船の船殻材料として本格的に採用され始めた。特に1970-1990年代において、FRP製のプレジャーボートや小型漁船が、それぞれ年間1万隻を越す水準で建造され

* 正会員 香川大学大学院工学研究科 博士後期課程 (独立行政法人水産総合研究センター)

** 正会員 香川大学工学部 安全システム建設工学科, *** 香川大学工学部 安全システム建設工学科

**** 正会員 日本大学理工学部 海洋建築学科

た。その結果、プレジャーボートや小型漁船の大半は木造から FRP 製に代替され、近年急速に増加しつつある水上オートバイを加えれば、70 万隻を超える小型船舶が FRP 製となった。

プレジャーボートを利用した余暇活動が盛んになる一方で、2002 年には、全国の水際線近傍で確認されたプレジャーボート約 22.7 万隻のうち、マリーナ等で係留保管される 9.3 万隻を除いた約 13.4 万隻が港湾、漁港、河川、海岸において不法係留あるいは放置されており¹⁾、プレジャーボートの不法係留、放置に伴う社会問題、環境問題が顕在化し始めている。FRP 製のプレジャーボートや小型漁船が実用化されて既に 40 年以上の年月が経過しており、老朽化し耐用年数を超え寿命を迎えた FRP 船が適切に廃船処理されず、港湾、漁港、河川、海岸に不法に放置されることで、以下のような様々な社会問題や環境問題が生じている^{1) 2)}。

- ①泊地や用地における利用を阻害する
- ②洪水・高潮時、流水阻害が発生する
- ③洪水・高潮時、不法係留（放置）船が流出し、係留施設や係留船舶に損傷を与える
- ④水上交通に対する航行阻害要因となる
- ⑤景観を損ねる
- ⑥係留環や昇降梯子の不法設置が護岸を損傷する
- ⑦野焼きによる悪臭発生、焼却残渣が周辺環境に悪影響を及ぼす
- ⑧放置船の沈没や破損に伴い、ゴミ・油の不法投棄や流出により、水質環境や生活環境が悪化する

漁港漁村においても、写真 1 に示すような不法係留（放置）船が散見されるとともに、FRP 製の活魚運搬生簀や化学樹脂製の漁具漁網の放置が顕在化しており、漁港漁村特有の社会問題、環境問題を提起している。



写真 1 漁港で長期保管される廃 FRP 漁船

1.2 FRP 漁船の廃船処理の現状

FRP 漁船は、船体構造の経年劣化、機関や漁労機器の陳腐化、性能低下等の理由により、経済的に使用可能な期間（所謂、耐用年数）は 20 年程度と考えられていた³⁾。しかしながら、船殻材料である FRP に対して適切な保守と修繕を定期的に行い、機関や漁労機器を更新することで、耐用年数の延長が図れることから、近年、船齢が 30 年以上の FRP 漁船が出現するに至っている⁴⁾。今後、老朽化のため耐用年数を超え寿命が尽きて、廃船処理が必要となる FRP 漁船の急増が見込まれることから、経済的効率的な廃船処理システムの速やかな構築が要請されている。

廃 FRP 漁船の廃船処理法として、廃 FRP 漁船を解体破砕後に埋立処分する方法が一般的である。この解体破砕埋立法は、①廃船の回収と解体場所への運搬、船体の解体、有価物や禁忌物の取り外し、解体片の破砕等に労力と費用を要する、②廃船処理する解体場所（廃棄物処理施設）や埋立処分場の適地不足、③埋立処分量の減量化には焼却が有効であるが、有毒ガスの発生、ガラス残渣による焼却炉の損傷が懸念される等、経済的効率的な廃船処理法とは言い難い。

さらに、FRP 漁船の廃船処理が遅延する要因として、④浴槽等住宅用 FRP の廃棄物排出量と比較

すれば、船舶用 FRP の廃棄物排出量は相対的に少なく、一部の自治体を除き社会的関心が低い、⑤ 廃棄自動車のようなスクラップ市場が存在しないことから、経済的技術的に整合性ある実用的な廃船処理システムが未確立、⑥FRP 漁船は法律上産業廃棄物と取り扱われるため、漁業者（排出事業者）に処理責任がある、⑦廃 FRP 漁船は漁業系廃棄物であるが故に、漁港漁村地域に偏在して排出されるため、廃船の時間的空間的な分布密度が低く、廃船処理の集約化、拠点化が進まない、⑧ 零細な漁業者にとり、漁家経営が逼迫する中で廃船処理費の負担が重荷、⑨産業廃棄物は域内処理が原則である、⑩再燃料化（油化、ガス化）、再資源化（ガラス繊維や化学樹脂の回収）等、様々なリサイクル技術が検討されてきたが⁵⁾、材質が強靱かつ不溶である故に、経済的かつ効率的な処理法が未確立であること等が上げられる。

1.3 本論の目的と内容

FRP 漁船は甲板上に漁労機器、船体内に魚倉や機関を備える。その配置、規模、構造は漁業種類毎に異なる上に、海域や建造した造船所によっても差異が見られる。また、FRP 漁船は過酷な海洋環境下で、10-20 年以上の長期間に渡り供用されるため、船殻材料の経年劣化が酷く、廃船後のリサイクルが困難な場合が多い。そのため、構造が比較的簡単なプレジャーボートと比較して、FRP 漁船の廃船処理問題は解決すべき課題が多い。

今後、老朽化に伴い耐用年数を過ぎ寿命を迎えた FRP 漁船の廃船処理問題が、社会問題、環境問題化することが想定されるが、FRP 漁船の寿命または耐用年数が示されていないため、廃船処理問題の前提条件となる廃 FRP 漁船発生量の予測が不確実である。従来の廃船発生量の予測例⁶⁾によれば、老朽化や事故に伴う経時的な廃船発生を考慮せず、『FRP 漁船の耐用年数を仮定し、耐用年

数を経過した FRP 漁船は同時に廃船される』として推定しているため、廃船隻数は過去の建造隻数に一致する。仮に耐用年数を 25 年とすると、年間建造隻数が 20 千隻を超えた 1977-1982 年の 25 年後、2002-2007 年の廃船隻数は 1977-1982 年の建造隻数と同じ 20 千隻を超える水準になるはずであるが、2002-2006 年の漁船統計表⁷⁾における在籍隻数の減少は高々約 4-5 千隻/年であり、実際の漁船勢力の変動にそのような傾向は窺えない。

廃 FRP 漁船発生量は、単に FRP 漁船の廃船処理計画の前提条件となるだけでなく、漁船勢力に占める FRP 漁船の位置付けを鑑みれば、沿岸漁業の動向を議論する不可欠な基礎資料である。そこで、本論では、FRP 漁船の廃船処理システムを構築するに当たり、廃船処理施設の規模や配置を決定する上で必要不可欠となる FRP 漁船の寿命と耐用年数、廃 FRP 漁船発生量について、漁船統計と漁船保険統計を用いて検討した。

2. 材料と方法

2.1 漁船統計

漁船統計は漁船法に基づき、毎年12月末時点の船質別、トン数階層別、漁業種別、機関種類別に漁船勢力の現状を集計したものである⁷⁾。船舶（総トン数1トン未満の無動力船は除く）を漁船として使用する場合、都道府県が保管する漁船原簿に登録しなければならない。また、漁船登録は漁船の新規建造時のみならず、漁船の売買、譲渡、相続等により漁船の所有者が代替する場合、前所有者に対して漁船原簿から登録抹消が行われ、新所有者に対して新規登録が行われる。さらに、船舶を廃船、解撤、用途転用等により漁船として使用しなくなった場合、漁船原簿から登録抹消が行われる。一方、プレジャーボートから漁船に用途転用する場合、新所有者に対して新規の漁船登録が行われる。但し、登録抹消は、船体を解体し廃

棄処分することを必ずしも伴わないことに留意する必要がある。従って、登録抹消された漁船は、一般船舶（プレジャーボート）として用途を変えて再利用されるか、解体処分されず漁港内に放置されている可能性が高い。

2.2 漁船保険統計

漁船保険統計⁴⁾は、漁船災害等補償法及び漁船乗組員給与保険法に基づき、漁船保険組合が行う漁船保険事業、並びに国及び漁船保険中央会が行う各再保険事業等の実績を集計したものである。漁船保険統計は、漁業種類、船質、船齢、トン数階層別に、保険引受の填補範囲、保険事故の填補種類、事故発生の原因と結果等が集計整理されている。漁船保険統計のうち、船齢別船質別の漁船保険加入隻数に関する統計は、1998年度までは動力漁船5トン以上に限定してトン数階層別に記載されていたが、1999年度以降、動力漁船の約9割を占める5トン未満が追加記載され、漁船勢力の詳細な動向を把握出来るようになった。

2004年度における漁船保険対象在籍漁船は約32.8万隻に対して、漁船保険加入隻数は約21.3万隻、加入率は約64.9%である。動力漁船の約9割を占める5トン未満漁船の場合、隻数を基準とした加入率は6割台であるが、トン数を基準とした加入率は7割以上であることから、採貝採藻、一本釣等を目的とする1トン未満漁船の漁船保険加入率が低いことが窺われる。一方、5トン以上漁船の場合、全てのトン数階層で隻数、トン数を基準とした加入率は8割以上であった。

2.3 FRP 漁船の寿命、耐用年数の推定

FRP 漁船の本格的な導入以降、未だ40年程度しか経過しておらず、現在供用中のFRP 漁船が今後どの程度まで使用可能なのか、FRP 漁船の寿命や耐用年数を推定する確実な情報は皆無である。漁

船統計は、当該年度（12月末時点）の船質別、トン数階層別、漁業種類別、機関種類別の在籍隻数が集計されているが、新規登録隻数、登録抹消隻数は集計されていない。漁船の寿命や耐用年数の推定、老朽化の評価、今後の漁船勢力の動向等を検討するには、船齢（建造年）別の新規登録隻数や登録抹消隻数、解体処分状況のデータが不可欠である。

会計処理上、減価償却に用いる耐用年数の基準は、財務省「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」に、漁船の場合、総トン数500トン以上の鋼船12年、木船6年、軽合金船9年、FRP 漁船7年と定められている。

一方、従来の既往調査^{3) 6) 8) 9)}では、FRP 漁船の耐用年数は、『船体構造の修理修繕が効かない、機関や漁労機器の性能低下や陳腐化が顕著である、更新費を負担できない等の理由から、供用開始から供用されなくなるまでの期間』といった意味で記述されているが、耐用年数の合理的な算定法は提示されていない。

本論では、寿命を『使用開始されてから解体廃棄（廃船）されるまでの期間』と定義し、耐用年数を『供用中の保守修繕や代替船建造等、経済的合理性を考慮して建造時に想定する使用期間』と定義する。即ち、同一船型（寸法）で同じ漁業種類に従事する漁船の場合、寿命は一隻毎に異なるが、耐用年数は原則として同じと考える。

FRP 漁船の寿命の推定は、住宅の寿命予測¹⁰⁾を参考にして、①在籍総隻数が新船に代替する回転率から推定する方法（以下、回転率法）、②廃船時の平均船齢から推定する方法（以下、廃船時船齢法）、③FRP 漁船の残存率をロジスティック曲線で近似し推定する方法（以下、ロジスティック曲線法）を用いて予測を試みた。なお、寿命予測に使用したデータは、漁船保険統計の船齢別漁船保険加入隻数である。

3. 結果

3.1 漁船勢力の動向

2006年12月末の我が国の漁船勢力は、動力無動力を合わせて約321千隻（約124.2万トン）、漁船登録の対象漁船（1トン未満の無動力漁船は対象外）約313千隻（約123.9万トン）のうち、海水動力漁船が約303千隻（約122.6万トン）、淡水動力漁船が約9千隻（約0.9万トン）であることから、我が国の漁船勢力の大半は海水動力漁船であるといえる。

海水動力漁船の船質別隻数、トン数階層別隻数を図1、図2に示す。1970年代からFRP漁船が増加する一方で、木造漁船が減少したため、現在では海水動力漁船の95%以上がFRP化されている。海水動力漁船のうち、5トン未満が90%を占めており、さらに5トン未満の96%以上がFRP製であることから、海水動力漁船の勢力動向は5トン未満のFRP漁船の動向に左右される。なお、5ト

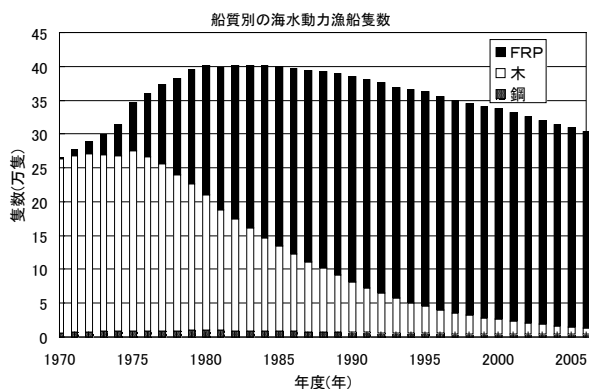


図1 船質別の海水動力漁船隻数

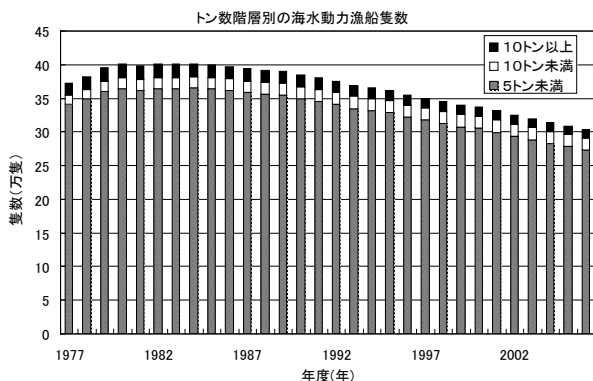


図2 トン数階層別の海水動力漁船隻数

ン未満のFRP漁船の主たる漁業種類は、一本釣（33.9%）、採介藻（30.5%）、刺網（16.4%）であり、底曳網（4.2%）、定置網（2.8%）、延縄（2.5%）である。

3.2 FRP漁船の船齢分布

FRP漁船の耐用年数は、1970年代は20年程度³⁾、1980年代は20-30年⁶⁾と見做されていた。近年、船齢30年以上⁴⁾のFRP漁船が出現し始めている実態に鑑みて、FRP漁船も含めたFRP製小型船舶の耐用年数を30-35年⁸⁾、30-50年⁹⁾と推定されている。

漁船保険統計の船齢別漁船保険加入隻数は、建造後15年までは1年毎、建造後15年以上は15年以上20年未満、20年以上25年未満、25年以上30年未満、30年以上の区分で整理されているため、建造後5年単位でFRP漁船の船齢分布を検討した。FRP漁船の船齢分布の一例として、1999年度と2005年度の船齢分布を図3に示す。船齢20年以下のFRP漁船は、1999年度には7割以上を占めていたが、2005年度には1/2以下まで減少している。一方、船齢30年以上のFRP漁船は、1999年度は1%以下であったが、2005年度は6.6%まで増加しており、新船建造の減少と高齢漁船の増加が顕著である。また、全てのトン数階層で船齢30年以上のFRP漁船が在籍しており、1970年代後半に建造されたFRP漁船が未だ現役で稼働していることを示している。

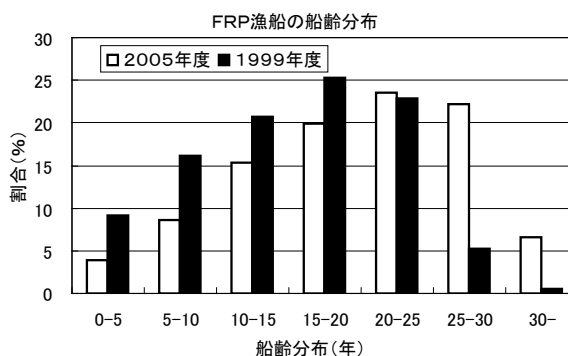


図3 FRP漁船の船齢分布

3.3 FRP 漁船の勢力動向に関する既往の検討

四方¹¹⁾は、石川県漁船統計総覧に基づき、石川県内の漁船在籍隻数の実質的な増減を伴う新規登録(建造,用途転用,県外からの売買や譲渡),抹消登録(廃船(用途転用や解撤を含む),県外への売買や譲渡)を対象に、建造年別の新規登録隻数及び登録抹消隻数を算出した上で、FRP 漁船勢力の動向予測を試みている。船齢23年以下の漁船の登録・抹消データから、FRP 漁船の船齢(X)と5年後の残存率(Y)との関係^{注)}が、(1)式で表されることを示した。

$$Y = 1.0517 - 0.0123X \quad \dots\dots(1)$$

四方¹¹⁾が提案したFRP 漁船の船齢(X)と5年後の残存率(Y)との関係を用いて、石川県におけるFRP 漁船の残存率の予測結果を図4に示す。建造後10年程度までの若齢漁船の場合、用途転用、県外から売買や譲渡に伴い新規登録される隻数が抹消隻数を上回ることから、建造後10年程度まで残存率が100%以上となり、建造後10年以降、在籍隻数は減少に転じ、建造後15年から35年頃までは在籍隻数の顕著な減少が見られ、その後、減少傾向は鈍化する。例えば、1971-75年に建造された比較的老朽化の進んだFRP 漁船は2000年に1990年在籍隻数の2/3程度まで減少する等、船齢が高いほど在籍隻数の減少が顕著となる予測結果が得られている。

FRP 漁船の在籍隻数がある船齢を境に急速に減少することは考えられないので、四方はFRP 漁船の耐用年数を『建造後、在籍隻数が半減するまでの期間』と定義し、図4に示す残存率曲線に基

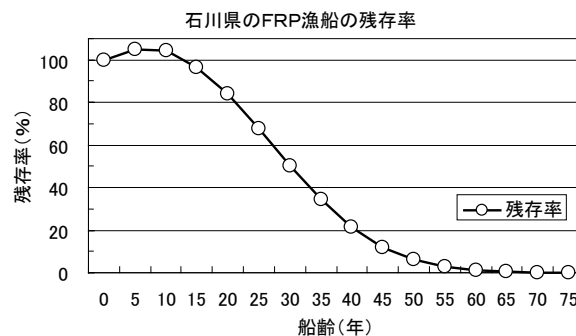


図4 石川県のFRP 漁船の残存率

づき、FRP 漁船の耐用年数を約30年であるとした。なお、四方はFRP 漁船の寿命について言及していないが、(1)式から推定される残存率1%、0.1%を下回る船齢を寿命と定義すれば、それぞれ約60年、約70年となる。

3.4 FRP 漁船の寿命、耐用年数の推定

住宅の寿命予測¹⁰⁾を参考にして、①回転率法、②廃船時船齢法、③ロジスティック曲線法を用いて、FRP 漁船の寿命、耐用年数の推定予測を試みた。なお、寿命予測に使用したデータは、漁船保険統計の船齢別漁船保険加入隻数である。

3.4.1 回転率法

生態学では、生産速度Pと現存量Bの比P/Bを回転率と定義する。例えば、海洋の基礎生産を支える植物プランクトンの寿命は短く、生産速度は大きいのが現存量が小さいため、回転率は大きい。一方、陸上の基礎生産を支える木本植物の寿命は長く、体内に多量の有機物を蓄積しているため現存量は極めて大きく、生産速度が小さいため、回転率は小さい。生産速度と現存量が安定している場合、回転率の逆数は再生産に要する期間、対象

注) (1)式を用いて船齢X年のFRP 漁船の5年後の登録隻数を推定する。ある年に建造したFRP 漁船の登録隻数を100隻とすると、船齢0年のFRP 漁船の5年後の登録隻数は(1)式にX=0を代入してY≒1.05, 100×1.05≒105隻。次に、船齢5年のFRP 漁船の5年後の登録隻数は(1)式にX=5を代入してY≒0.99, 105×0.99≒104隻。船齢10年のFRP 漁船の5年後の登録隻数は(1)式にX=10を代入してY≒0.93, 104×0.93≒97隻。以下同様に5年毎に計算したものが図4である。(1)式は船齢23年以下の漁船の登録(抹消)データに基づく推定式であることから、船齢20年以下は概ね在籍隻数を再現している。一方、船齢25年以上は登録(抹消)傾向が今後も継続すると仮定した場合の推定値である。

生物の平均的な寿命と見做せる場合が多い。

ここで、生態学で定義される回転率に倣い、FRP漁船の加入隻数を在籍総隻数で除した値をFRP漁船の回転率とし、その逆数を平均寿命と定義する。即ち、当該年度における建造隻数（隻/年）でFRP漁船を建造し続けた場合、在籍総隻数が新造船と代替に要する期間をもって、FRP漁船の平均寿命と見做す方法である。

回転率法で推定した5トン以上のFRP漁船の平均寿命の推移を図5に示す。1999年以降、5トン未満のFRP漁船の平均寿命の推移も併せて図示している。5トン以上のFRP漁船の平均寿命は、1989年以前（昭和時代）は日本沿岸域の資源量、漁獲量ともに安定し、漁家経営も堅調であったことから漁船の買替需要が強く、建造後10年未満で新船に代船していたこともあり⁶⁾、平均寿命は20年以下と推定された。1990年（平成時代）以降、沿岸資源の枯渇、漁獲量の減少が顕著になるとともに、魚価の低迷、漁業就労者の高齢化等の影響により、漁家経営は非常に厳しい状況に陥っている。それに伴い漁船の買替需要が減衰し、新船建造が激減したため、平均寿命は約20年（1989年）から約40年（1999年）まで延びた。なお、1979-1999年における平均寿命の伸びは約1.7年/年であったが、1999年以降、加入隻数が激減したため、回転率法から推定された平均寿命は急激に伸び、2005年の平均寿命は100年程度になっている。

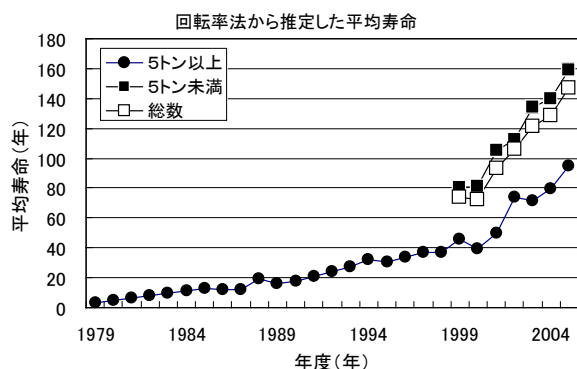


図5 回転率法から推定したFRP漁船の平均寿命

FRP漁船の約90%が5トン未満であるため、FRP漁船全体の平均寿命の推移は5トン未満とほぼ同傾向を示すと考えられる。5トン未満のFRP漁船の平均寿命は1999年に約80年であったが、2005年に約160年となっており、平均寿命の急激な伸びが顕著である。このことから、5トン以上のFRP漁船と比較しても、5トン未満のFRP漁船の更新が滞っていることが窺われる。

3.4.2 廃船時船齢法

廃船時船齢法は、廃船されたFRP漁船の履歴（建造年、廃船年）から船齢情報を抽出し、その平均値を平均寿命とする方法である。廃船時船齢法が有効であるためには、①平均寿命と考えられる年数以上遡った時点から統計資料が整備されている、②建造年度の建造隻数が判明している、③毎年の建造隻数がほぼ一定であることとされる^{10) 12)}。漁船保険統計から抽出した船齢別の進水隻数、廃船隻数の資料に基づき、図6にFRP漁船の廃船時平均船齢（■印）の推移を示すとともに、四方が整理した石川県における在籍FRP漁船の平均船齢¹¹⁾（○印）を付記した。

1970-1980年代は船齢10年未満で新造船に代替していたため⁶⁾、1989年以降の廃船時平均船齢は、1989年の11.4年から2003年の23.4年まで0.86年/年の割合で増加している。廃船時船齢が平均寿命に漸近していけば、廃船時船齢の増加傾向が鈍

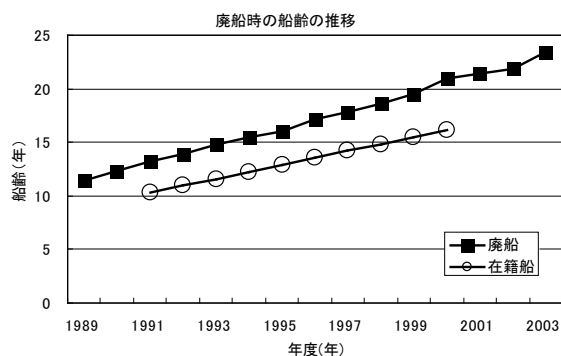


図6 廃船時の平均船齢の推移

化すると考えられるが、廃船時船齢の高齢化傾向に鈍化が窺えないことから、未だ平均寿命に漸近していないことが考えられる。なお、図6に図示した石川県における在籍船船齢の船齢増加率（0.65年/年）は、廃船時船齢の船齢増加率（0.86年/年）より小さい。

3.4.3 ロジスティック曲線法

FRP 漁船の寿命予測に使用可能な合理的な方法として、人間の生命表作成の考え方に信頼性工学における累積ハザード法を加味した区間残存率推計法が提案されている¹³⁾。住宅は数十年以上の長期間に渡り使用されることから、人間の平均余命や平均寿命の算出法に準拠して、住宅を建築後の経過年別の集団に分け、一定期間後の残存率（一定期間後に解体されず供用されている割合）を求めた後、残存率と経過年から求めた残存率曲線から、住宅の寿命を推計する方法である。区間残存率推計法をFRP 漁船に適用する場合、個々のFRP 漁船の履歴情報（建造年、廃船年）が必要不可欠であり、漁船統計、漁船保険統計では検出出来ない。

FRP 漁船を含めて数年から数十年間使用される住宅や自動車、耐久消費財の残存率は、最初緩やかに低減し、時間経過とともに減少率が大きくなり、さらに時間経過すると再度緩やかになる逆S字曲線（シグモイド曲線と呼ばれるロジスティック曲線、ゴンペルツ曲線、累積正規分布曲線等）で示される場合が多い^{12) 13)}。そこで、船齢別船質別の漁船保険加入隻数の統計から、一例として、1979年度建造のFRP 漁船（5トン以上）の残存率（図7の図中の○印）を求め、ロジスティック方程式の解である（2）式で近似させた。

$$Y(t) = \frac{K}{1 + ae^{-bt}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

ロジスティック曲線法による FRP 漁船の残存

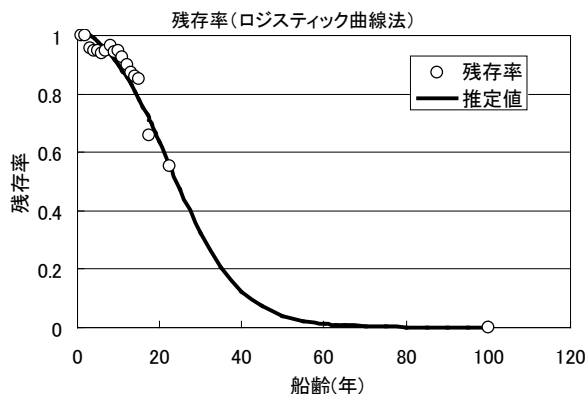


図7 FRP 漁船の残存率曲線(ロジスティック曲線法)

率曲線の推定結果を図7に示す。ここで、 $Y(t)$ は t 年後の残存率の推定値、 K , a , b は定数、 K は Y の上限値である。図中の推定曲線は $a = 0.0688$, $b = -0.1184$, $K = 1.1$, 制約条件として $Y(100) = 0.0001$ を付加して作成している。なお、決定係数 0.9903, 重相関係数 0.9951 であった。四方¹¹⁾と同様に、（2）式から推定される残存率 50%となる船齢を平均寿命、残存率 1%, 0.1%を下回る船齢を寿命と定義すると、それぞれ約 24 年, 約 62 年, 約 80 年となった。

3.5 天災、事故による解体処分隻数の推定

解体を伴う廃船処理が必要となる原因として、老朽化に起因する場合を除くと、海難事故に起因する場合が想定される。そこで、海難事故による解体を伴う廃船処理数予測について検討した。漁船の海難事故は、気象海象（台風、風浪、低気圧、突風、流氷や結氷等）、機関故障（潤滑油系統、冷却水系統等）、浮遊物との衝突接触、操船（操機）上の誤り、てん絡（漁具等が推進器または推進軸に巻き付く）等により生じる。漁船全体が損害を受ける事故の場合、事故後の漁船は再利用されず、解体処理される可能性が高い。そこで、漁船保険統計⁴⁾から全損（漁船全部の損害）を抽出し、解体処理される可能性の高い廃船の出現割合を推定した。漁船保険における全損事故出現率を

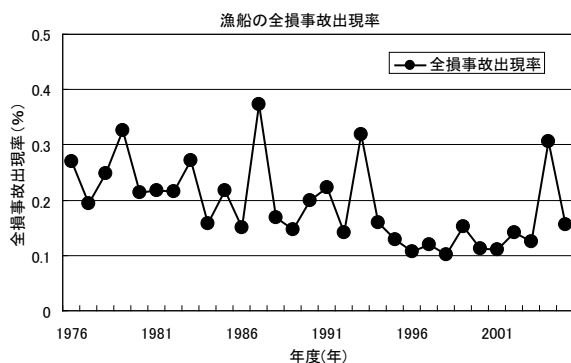


図8 漁船の全損事故出現率

図8に示す。全損事故出現率は年度により0.1-0.4%の範囲で変動するが、平均0.2%程度であった。なお、全損事故は船齢に係わらず、概ね一定割合で発生していた。

4. 考察

4.1 FRP漁船の寿命、耐用年数の推定

4.1.1 回転率法

図5に示すように、FRP漁船の勢力動向が2000年前後で激変したことが分かる等、回転率法は廃船（または建造）等、漁船の勢力動向の定性的な把握に活用できるが、在籍総隻数や加入隻数の変化が小さいと見做せないため、FRP漁船の寿命や耐用年数の定量的な推定には不適である。

4.1.2 廃船時船齢法

廃船時船齢法は図6に示すように、廃船時船齢の推移の把握に活用出来る。四方¹¹⁾の方法、ロジスティック曲線法を用いたFRP漁船の寿命は、それぞれ60-70年、62-80年と推定されている。一方、現時点で取得可能なFRP漁船の廃船時船齢が高々30-40年であることから、寿命の推定値より長期間の統計資料が得られず、廃船時船齢法を用いた平均寿命の推定は不可能である。

4.1.3 ロジスティック曲線法

都道府県別の漁船統計表に基づき、FRP漁船の

残存率を検討する場合、石川県のFRP漁船の残存率予測(図4)に見られるように、若齢漁船の用途転用や県外との売買譲渡等に伴い、若齢漁船の在籍総隻数が微増するため、建造後の暫くの期間、残存率が100%を超える。残存率曲線はその後緩やかに低減し、時間経過とともに逆S字曲線に似た傾向を示すが、逆S字曲線による近似精度は余り良くない。

一方、全国統計である漁船保険統計に基づき、FRP漁船の残存率を検討する場合、船齢30年以上の残存率の推定に誤差を有するが、既往の登録(抹消)データに基づき、ロジスティック方程式の解である(2)式を用いて、寿命や平均寿命(耐用年数)を一意的に決定することが出来る。

残存率が50%となる年数は、人口動態統計学における寿命中位数(ある年に生まれた人間の丁度半数が生存、半数が死亡すると期待される年齢)に相当し、一般統計学では中央値(または中位数)medianと呼ばれる。四方の耐用年数の定義¹¹⁾は、上述の平均寿命または寿命中位数と同じ定義であることから、本論では、『FRP漁船の平均寿命を残存率が50%となる年数』と定義するとともに、平均寿命をもって耐用年数と定義する。ロジスティック曲線法によるFRP漁船の残存率曲線を示す(2)式を用いて、平均寿命(耐用年数)を推定すると、1979年建造のFRP漁船の場合約24年であった。図6に示すように、2003年における廃船時平均船齢は23.4年であることから、1979年建造の平均寿命の推定値として概ね妥当と思われる。

4.2 FRP漁船の廃船発生量予測

漁船統計表⁷⁾によると、FRP漁船の在籍隻数は1990-2003年に300千隻を超え、1995年に最盛期を迎え、約316千隻であった。最盛期以降の10年間で約27千隻減少、特に最近の5年間は4千

隻/年程度減少している。若齢期の FRP 漁船の場合、船体の解体を伴う廃船は天災や海難事故に起因する事例を除けば少ない。船齢が高くなるに従って廃船は徐々に増加する。図 7 に示すように、残存率を表すロジスティック曲線の勾配が大となる船齢 19-28 年頃に廃船出現の盛期が現れ、この時期は毎年、建造隻数の 3% を超す廃船が生じる。船齢 30 年以降の高齢漁船の場合、廃船率（当該年度における残存隻数に対する廃船隻数の率）は高くなるが、残存隻数自体が少ないことから廃船隻数も少なくなる。年度別の FRP 漁船の建造隻数に図 7 で示される船齢別残存率を乗じて、残存隻数と廃船隻数の推移を推定した。年度別建造隻数（実績：■印）、廃船隻数（予測：○印）廃船隻数（実績：●印）の推移を図 9 に示す。

FRP 漁船は、1970 年に年間建造隻数が 1 千隻を超えて以降、建造隻数が激増し、1973-1992 年の 20 年間の建造隻数は年間 10 千隻を超える。特に 1977-1982 年の 6 年間の建造隻数は年間 20 千隻を超え、1979 年に最盛期を迎え、年間約 26 千隻を超す FRP 漁船の建造があった。図 7 に示す FRP 漁船の残存率から推定した廃船隻数（予測）は建造隻数（実績）と比較すると平準化されている。廃船隻数（予測）は 1970 年代から廃船が出現し始め、1998-2012 年に廃船は 10 千隻を超え、廃船盛期の 2002-2008 年でも年間 11 千隻を超える程度、2005 年の約 11.5 千隻が最大となる。

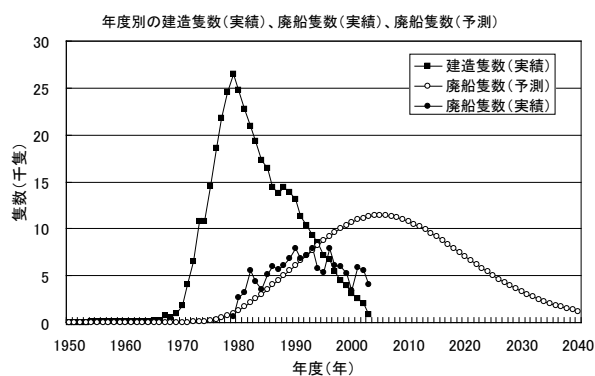


図9 廃 FRP 漁船発生量の予測結果

廃船隻数（実績）と廃船隻数（予測）の傾向は、1990 年頃までは概ね合致していたが、1990 年以降、廃船隻数（実績）は廃船隻数（予測）を年間数千隻下回るようになってきた。このことは、本来ならば老朽化に伴い解体処理されるはずの高齢な FRP 漁船が、未だに漁業活動に供用されているか、漁船登録を保持したまま漁港内に長期保管されていることが窺われる。さらに、漁船登録における登録抹消が、船体の解体処理を必ずしも伴わないことを鑑みると、解体処理隻数はさらに少数となることから、漁船登録を登録抹消した FRP 船が解体処理されずに、漁港内外に長期保管されていることが危惧される。

1990 年以降、廃船隻数（予測）が廃船隻数（実績）と乖離する理由として、平成時代（1989 年以降）に入り、漁業を取り巻く社会経済条件の悪化に伴い、後継者のいない高齢漁業者は漁家経営を自分一代限りと考え、漁船の買替意欲が著しく減衰し新船を建造しないこと、解体処理費の負担が重荷になっている等が考えられる。現在、漁業従事者は 20-25 万人と言われているが、その多くが 60 歳以上であることを考慮すると、現在漁業に従事している高齢な漁業者が引退廃業する 5-10 年後に、FRP 漁船の廃船処理対策の遅れの影響が顕在化してくると思われる。

5. 結語

今後、老朽化し耐用年数を超え、寿命を迎えた FRP 漁船の廃船処理問題が社会問題、環境問題化することが想定される。本論では、廃船処理問題の議論の前提となる FRP 漁船の寿命と耐用年数に関する基本的な考え方と、FRP 漁船の残存率に基づく廃船隻数予測法の試案を示し、廃船隻数の実績と比較検討した。主要な結論は以下の通りである。

FRP 漁船の残存率推定法として、ロジスティッ

ク曲線法を示した。残存率が50%となる船齢を平均寿命とし、平均寿命をもって耐用年数と定義するとともに、残存率が1%、0.1%となる船齢を寿命と定義した。1979年建造のFRP漁船の平均寿命(耐用年数)は約24年、寿命はそれぞれ62年、80年と推定された。FRP漁船の残存率に基づく廃船隻数予測は1990年頃までは概ね合致していたが、1990年以降、廃船隻数(実績)を上回る傾向にあり、本来ならば老朽化に伴い解体処理されるはずの高齢なFRP漁船が漁港内に長期保管されていることが窺われた。

今後、廃FRP漁船の廃船処理の一環で、廃FRP材の炭化物を利用した餌料培養型水産資源増殖基質¹⁴⁾について検討を進めていきたい。

謝辞

FRP漁船の寿命と耐用年数の考察に当たり、水産庁委託事業「廃FRP漁船高度利用技術開発事業(2002-2006年度)」において取得した船齢別の進水隻数、廃船隻数の資料を使用した。標記委託事業に関係する水産庁を始めとする関係機関、関係者に記して謝意を表す。

引用文献

- 1) 国土交通省：プレジャーボートの利用改善，平成17年度政策レビュー結果(評価書)，33p，2006.
- 2) 桑名幸一：FRP廃船処理の現実と問題点，147p，(株)舵社，1996.
- 3) 船越卓・笠井健一・金山美彦：FRP漁船早わかり，(株)成山堂書店，270p，1980.
- 4) 水産庁：漁船保険統計，1977-2005.
- 5) 愛澤政仁：廃FRP漁船の適正処理とリサイクルに向けて，水産振興，第437号，pp.1-71，2004.
- 6) 全国漁業協同組合連合会：昭和60年度FRP漁船廃船処理対策検討事業報告書，151p，1986.
- 7) 水産庁：漁船統計表，1986-2006.
- 8) <http://www.chuhakou.com/marine/gyouseiren/raku/>中国運輸局：中国地区管内(瀬戸内海エリア)におけるFRP廃船量の発生予測に関する調査について，94p，2003.
- 9) 秋山繁・林慎也・松岡一祥・勝又健一・成瀬健・櫻井昭男・吉田紘二郎・山根健次・古谷典之・山内信彦・仲西修司：FRP廃船のセメント焼成によるリサイクル技術に関する研究，海上技術安全研究所報告，第4巻第4号，pp.419-500，2004.
- 10) 小松幸夫：住宅寿命について，住宅問題研究，VOL.16，NO.2，pp.1-19，2000.
- 11) 四方崇文：石川県の海水漁船の現状と展望，石川県水産総合センター研究報告，第3号，pp.19-25，2002.
- 12) 小松幸夫：建物寿命の年齢別データによる推計に関する基礎的考察，日本建築学会計画系論文報告集，第439号，pp.91-99，1992.
- 13) 小松幸夫・加藤裕久・吉田倬郎・野城智也：我が国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告，日本建築学会計画系論文報告集，第439号，pp.101-110，1992.
- 14) S.Akeda, Y.Suenaga, K.Yasuoka, T.Hoshino and H.Kakegawa: Application of Carbonized Waste FRP Fishing Boats for Artificial Reef, Recent Advances in Marine Science and Technology 2008, (in press), 2009.

著者紹介



明田定満(正会員)

香川大学大学院工学研究科博士後期課程(香川県高松市林町2217-20)，昭和33年生まれ，昭和55年3年香川大学農学部卒，昭和56年4月水産庁，(独)水産総合研究センター水産工学研究所を経て，平成21年4月(独)水産総合

研究センター研究推進部研究開発コーディネーター，
E-mail:akeda@fra.affrc.go.jp

末永慶寛（正会員）

香川大学工学部安全システム建設工学科（香川県高松市
林町 2217-20），昭和 39 年生まれ，平成 5 年日本大学大学院
海洋建築工学専攻博士課程修了，平成 8 年 4 月香川大学
農学部助手，平成 9 年 10 月工学部助手，平成 12 年 4 月工
学部助教授を経て，平成 21 年 4 月香川大学工学部教授，
博士（工学），E-mail:suenaga@eng.kagawa-u.ac.jp

松島 学（非会員）

香川大学工学部安全システム建設工学科（香川県高松市

林町 2217-20），昭和 28 年生まれ，昭和 52 年東洋大学大
学院工学研究科修士課程修了，東電設計（株）技術開発本
部次長を経て，平成 12 年 4 月香川大学工学部教授，工学
博士，E-mail:matusima@eng.kagawa-u.ac.jp

居駒知樹（正会員）

日本大学理工学部海洋建築学科（千葉県船橋市習志野台
7-24-1），昭和 44 年生まれ，平成 9 年日本大学大学院海
洋建築工学専攻博士課程修了，平成 10 年 6 月東京大学生
産技術研究所助手，平成 13 年 4 月日本大学理工学部助手
を経て，平成 18 年 4 月日本大学理工学部専任講師，博士
（工学），E-mail:ikoma.tomoki@nihon-u.ac.jp

Lifetime and Operating Period of FRP Fishing Vessels

- A consideration based on the statistic table of fishing vessels
and the statistic table of fishing vessel insurance -

Sadamitsu AKEDA, Yoshihiro SUENAGA,
Manabu MATSUSHIMA and Tomoki IKOMA

ABSTRACT: The several researches and developments on disposal of waste FRP fishing vessels have been carried out since around 1980's in Japan. Unfortunately, There has been no economically practical method. The main reason is the difficulty of disposal due to their superior material properties. Therefore, The most common disposal system of waste FRP fishing vessels is dismantlement, incineration and reclamation. The suitable lands for reclamation have been exhausted in coastal areas. The immediate establishment of disposal system for waste FRP fishing vessels is an urgent social demand. On the construction planning of disposal plant of the waste FRP fishing vessels, it is most important to clarify the appearance trend of scrapped FRP fishing vessels. The indicators to be investigated are the lifetime and the operating period of FRP fishing vessels. In this paper, the prediction of the lifetime and the operating period of FRP fishing vessel have been carried out on the basis of the statistic table of fishing vessels and the statistic table of fishing vessel insurance. The lifetime of FRP fishing vessel is estimated more than 62 years. The operating period of FRP fishing vessel is estimated about 24 years, and is defined as the median lifetime.

KEYWORDS: *FRP fishing vessel, Statistic table of fishing vessels, Statistic table of fishing vessel insurance, Lifetime, Operating period*