

船舶衝突事故による損害の推定に関する基礎的研究

An Estimation Method of the Economical Loss Due to Ship Collision

喜多秀行*・加古聡一郎**・黒田勝彦***

by Hideyuki Kita, Souichirou Kako and Katsuhiko Kuroda

This paper aims to develop an estimation method of economical loss due to ship collision, particularly focussing on the ship damages.

The economical damage of collision ships can be estimated by their ship prices and damage ratios. However, the current ship prices are largely influenced by the "ship market". Thus, for future estimation, it is necessary to know the ship age and the influence of future ship market. In this paper the "ship market" is analysed based on several statistical indexes of shipping market. Using these indexes, the estimation method of the future ship price under the average level of ship market is proposed. It is very useful in evaluation of marine traffic systems for Risk-Cost-Benefit Analysis.

1. はじめに

交通施設計画を策定する際には、交通事故や遅延の発生に対する検討を欠かすことができない。これらは、交通システムに内在する一種の“リスク”と見なせるが、このようにリスクが存在するシステムの計画を策定するにあたっては、リスクの分析と評価を行うことが不可欠である。

このような観点から、先に筆者らは航路を対象にリスク・費用・便益分析に基づく海上交通計画の方法論を提案した¹⁾。そこで行った事例研究を通じて、図-1に示すように、事故損失と遅延損失からなる

利用者費用と航路整備費用がトレード・オフ関係を構成し、かつ、両者の相対的な大きさが、総費用極小の点をもって代替案選定を行いうるような状況に

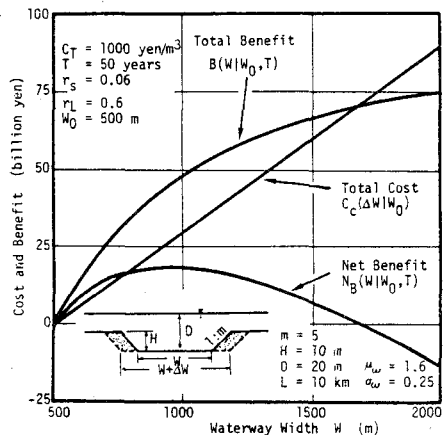


図-1 航路拡幅に伴う建設費用と利用者費用のトレード・オフ

* 正会員 工博 京都大学助手 工学部交通土木工学教室 (606 京都市左京区吉田本町)

** 正会員 首都高速道路公団湾岸線建設局 (105 東京都港区海岸 1-9-18)

*** 正会員 工博 京都大学助教授 工学部交通土木工学教室 (606 京都市左京区吉田本町)

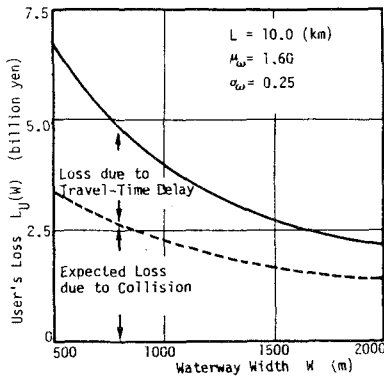


図-2 利用者費用の内訳

あることが明らかとなった。図-2は、利用者費用を構成する事故損失と遅延損失の割合を示したものであるが、これより、利用者費用の推定に事故損失の算定が欠かせないものであることが理解される。事故損失を求めるに当たっては、提案した方法論の妥当性を損なうほどの違いがないという理由から、過去の事故損害額の実績値を用いたが、この値は時間の経過と共に変化する性質のものであるから、本来は計画が対象とする時点のものを推定して用いるべきである。

しかし、事故損失の構成要素の一つである事故率推定に関してはある程度の研究成果が蓄積されてきたものの、損害額の算定についてはなぜかほとんど研究がなされていない。しかも、航路整備をはじめとする海上交通計画の進展により減少することが期待される交通事故的海難の損害額については、過去の一時点における実績データの整理に留まり、必ずしも将来時点を対象とする海上交通計画に直接用いうる形で量化されていたわけではなかった。

そこで、本研究では、まず、2.で交通事故的海難に関連する事故損失を列举・整理し、海上交通計画の観点からいかなる種類の事故損失を算定しておくべきかを考察する。後に述べるように、ここでは一つの主要な要素として衝突事故による船体損害額なるものが選ばれ、これを過去の実績データから算定しようとするのであるが、その素材となる実績データは海運市況や建造船価といったその時々で変動する諸要因の影響を受けたものであるため、将来時点を対象とする海上交通計画にそのまま用いることができない。そこで、船体損害額を、変動の影響を受

ける部分と受けない部分の2つの構成要素に分けて定量化し、変動の影響を受ける部分についてはその影響を取り除く工夫をする。変動の影響を受けない部分、すなわち船型対別の船体損害率に関する検討は、すでになされているため²⁾³⁾、3.では変動の影響を受ける部分、すなわち船価を対象に、どのような値を計画情報とすればよいかを考察し、その算定法を示す。

2. 交通事故的海難に伴う事故損失に関する考察

(1) 事故損失の定量化に関する従来の研究

海上交通における事故損害額の推定に関する研究は、それ自体あまり見あたらないというのが現状である。これは、事故の全体的な傾向よりも個々の事故の特殊性にまず目が向けられがちであったことと、海上交通における事故の問題を費用便益分析の観点から取り扱う必要性がさほど重要視されていなかったことによるためと思われる。

O'Rathaille and Wiedemann⁴⁾ は、交通管制システム導入に際して費用と便益を適切に経済評価することが必要であるとの認識にたち、重大損傷を伴った衝突及び座礁事故のデータを用いて油汚染の社会的費用と海上における死亡コストを推定している。しかし、用いたデータ数が少ないことから、推定された結果は見積るべき損害額の下限值に相当するものと考えられる。また、Giziakis⁵⁾ は、4年間にわたる Lloyds' Casualty Returns と Liverpool Underwriters' Association の資料から、火災・衝突・座礁・浸水などの事故種類別に損害額をかなり詳細に調査している。しかし、船型をはじめとする損害額の大きさを規定する影響要因との対応づけはなされていない。加えて、求めた損害額が経年的にどのように変化していくかということについては、いずれの研究も全く触れていない。

一方、藤井²⁾ は、衝突船舶の大きさに着目し、船型対別の「損害率」なる概念を導入した。この概念は船型対別損害額を求めるために有用であり、本研究で提案する方法論の構成要素の一つとして用いられる。また、稲垣³⁾ は船型別要救助率を用いて、大型船ほど過大推定となっている藤井²⁾ の結果を再補正している。

(2) 衝突事故に伴う被害の波及

海難といわれるものには、衝突、乗揚、沈没、転落、浸水、火災、投荷などがあるが、ここで対象とするのは航路の整備等によって低減可能なもの、すなわち、衝突・乗揚といった交通事故的海難である。なかでも、衝突事故は全海難に占める割合が60%にも上り、第一にとりあげるべきものと考えられる。

衝突事故がもたらす影響がどのように波及してゆくかをたどって損害項目を列挙し、損害の帰属先等に着目して分類・整理したものが表-1である。

表-1 損害項目の分類整理

被害の種類	具体的な被害項目
事故船舶にかかわる被害 (人や積荷も含めて)	・人の延着 ・積荷の被害 ・人命の被害 ・船舶の引き出し費用 ・船自体の損傷 ・船員送還、交替費用 ・救助作業に伴う費用 ・船舶の財物に関する責任 etc.
影響を被る他の船舶の被害額 (運約金+船費の増大+新たな荷役の手配にかかる費用)	・人、積荷の延着 ・迂回による船費 ・新たな荷役による費用 ・離路のための余分の費用 etc.
環境等交通システム利用者 以外に及ぼす被害	・美観の破壊による被害 ・日常生活への不都合 ・油その他による汚濁水面清掃費用 ・生態系の破壊による人間生活への被害(漁民、一般人) ・海産物、漁網、定置物、可動物等に加えた被害 etc.

海上交通計画を策定する際には、国民経済的な観点から、ここに示した損害項目をその帰属先のいかににかかわらず可能な限り考慮に入れて計画案を評価することが要請される¹⁾。

このうち、事故船舶にかかわる損害額と他の影響船にかかわる損害額は、後述するように、主として通航船舶の船型構成といった航路の交通特性によって規定される。したがって、これらの特性と損害額との関係を整理しておけば、対象水域を異にする海上交通計画にも汎用的に利用することができる。

他方、環境に及ぼす損害については、第三者に与えた損害を保険の対象としているP.I. 保険の最近の支払い実績資料⁶⁾を収集し検討した結果、損害の種類ならびに額のいずれもが水域の特性(とりわけ、養殖場の有無といった水域の利用特性)によって大きく異なることがわかっている。それゆえ、水域特性と“平均的な”費用とをあえて関係づけようと試みるよりも、計画対象水域ごとにいくつかの被害波及シナリオを作成し、個々の水域が有する特殊性を十分考慮したうえで費用を算定するといった方法をとるのが实际的であるとの結論に達した。

したがって、環境に及ぼす損害額の推定は今後の

研究に委ねることとする。また、事故による航行制限などによって他の船が遅延を余儀なくされ、これがために新たに発生する損失については、燃料費や船費、貨物金利などから構成される遅延損失推定モデル⁷⁾をすでに提案している。そこで、以下では事故船自体にかかわる損害に対象を絞り、このうち、総損害額に占める比率が高い船体損害額の算定法について述べる。

(3) 衝突事故1件当たりの船型対別平均事故損害額

海上交通計画のリスク・費用・

便益分析は、通常、システムの整備に要する費用と計画対象期間内において期待される事故損失や遅延損失の減少分とを対比することにより行われる¹⁾。本研究で検討の対象とする事故は船舶の衝突事故であるが、「期間中に期待される衝突事故損失」は、「衝突事故一件当たりの平均事故損害額」に「期間中のトリップ数」と「1ト

リップ当たりの事故発生確率」を乗じることにより求められ、後二者はこれまでの研究成果^{8) 9)}からすでに推定可能となっている。したがって、本研究で提案すべきは「衝突事故一件当たりの平均事故損害額」の算定法となる。

衝突事故損害額の大きさには、船型、船齢、船の用途、船の材質、などさまざまな要因が影響する。本研究では衝突を起こした双方の船舶の船型の組み合わせのみを明示的に扱い、以後これを「船型対別損害額」と呼ぶこととする。これは損害額の大きさに対する船型対の寄与率が高いこと²⁾、海上交通システムの整備により、船型対別事故確率が大きく変化すること¹⁰⁾、などの理由によるものである。

(4) 船型対別平均損害率と船型別平均船価

1. で述べたように、本研究の目的は、船舶衝突事故がもたらす損害額の大きさを、海上交通計画におけるリスク・費用・便益分析の材料とするために明らかにすることである。そのためには、過去の一時点における損害額ではなく、計画が対象としている将来時点における損害額の推定方法を開発することが要請される。

そこで、本研究では、藤井²⁾によって提案された

「船体損害率」（船価に対する船体損害額の比率）の概念を導入して、衝突事故1件当たりの船型別平均損害額が「船型別平均船価」と「船型対別平均船体損害率」の積として表されるものとする。そして、船体の材質や航行条件が大きく変化しない限り「船型対別平均船体損害率」は将来にわたって一定であるとみなすことにより、将来時点における「船型別平均船価」が推定できれば「衝突事故1件当たりの船型別平均船体損害額」の推定が可能になるとの考え方を採ることとする。

「船型対別船体損害率」についてはこれまでも算定の試みがあるが⁽²⁾⁽³⁾、「船型別平均船価」の将来にわたる推計方法を論じた研究は筆者の知る限り見当たらない。したがって、以下で明らかにすべきは、将来時点における「船型別平均船価」の推定式である。

この推定式が得られれば、図-3のフローに示すように、船型対別船体損害率を乗じて計画対象時点における「衝突事故1件当たりの船型別平均損害額」を求めることができ、別途に算定される船型対別衝突確率と合わせて、計画対象水域における計画対象期間を通じた「衝突事故による期待損害額」の推定が可能となる。

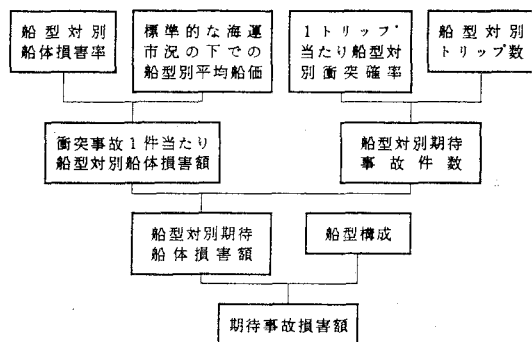


図-3 衝突事故損害額の推定フロー

3. 船型別平均船価の推定

(1) 海上交通計画と船価

衝突によりもたらされる船体損害は船体の価格の減失分と考えられるが、それでは何をもって船体の価格と考えればよいのであろうか。船体の価値はさまざまな立場からその目的に応じて見積られており、

これを示す指標には次のようなものがある。

- ①税法上の簿価（以下，“帳簿船価”という）
- ②中古船市場における価格
- ③解体船市場における価格
- ④保険金支払い額算定のための査定額または保険価額
- ⑤海上保安庁による事故船舶の船価見積り額

この中で、①は取得時の船価から使用年数に対応する減価償却費を差し引いた残額をいい、船舶所有者の財務管理上あるいは課税上の要請から算定される帳簿上の価格であるため、本研究で見積るべき船価とは性格の異なるものである。しかし、建造時の価格や使用年数の経過に伴う価値の低下を反映するものであること、および、その根拠が明快であり容易に算定できることから、本研究では船価を説明する指標として用いる。また、②と③はどのような船がどちらの市場の対象となるかが明確でないこと、④の査定額は、保険価額によって規定された衝突前の価値にまで復旧するために必要となる費用であるという点でふさわしいが、基礎となる保険価額が船体の価値に等しいという保証がない⁽¹¹⁾ こと、などから必ずしも本研究の目的に沿うものではない。

一方、⑤は「損害額」として衝突前の価値にまで復旧するために必要な費用を見積っていることに加え、「救助額」もまた見積られているため、両者の和をもって船体の価値を知ることができるという利点がある。そこで、指標がもつ意味内容や収集の容易さなどの観点から、⑤の海上保安庁による見積り額が本研究で用いる資料としてふさわしいものと判断した。

(2) 船価の変動に関する考察

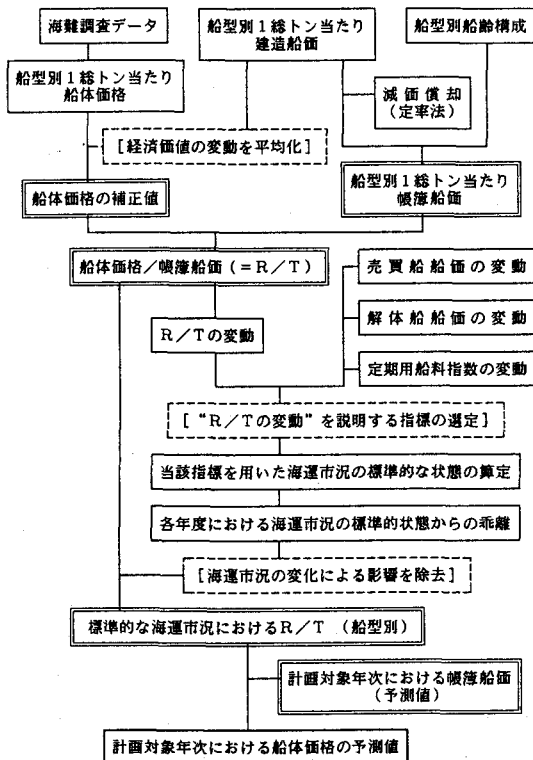
一般に、船舶は、船齢を加えるにしたがって物理的な損耗と機能の劣化が進み、船価はそれを反映して低減するが、加えて船舶をとりまく経済環境の変動に応じて変化する。「船価が変動する最大の原因は海運市況である」（岡庭⁽¹²⁾）との認識にたち、計画対象期間における海運市況の変化を予測することができるならば、当該時点における船価、さらには「衝突事故による経済的損失」を精度よく推定できることになる。海運市況の将来予測を試みた例がないわけではないが⁽¹³⁾、将来の海運市況を精度よく予測することは、実際上きわめて困難であるとい

ってよい。

このように将来値の予測精度にあまり多くを期待できない場合には、その推定値として“楽観的でも悲観的でもない中庸の水準”を想定したものを採用し、この推定値からの乖離は、計画を評価する段階で「不確実性」として処理すべきであると考えることが望ましい。これが、本研究のとり態度である。よって、以下では、長期にわたる海運市況の平均値を「標準的な海運市況」の状態であるとみなし、その状態に対応する船価を推定することによって、海上交通計画で用いるべき「楽観的でも悲観的でもない損害額」を推定しようとするものである。

(3) 計画対象時点における船価の推定

以上のような検討に基づき、船価を推定するための解析を、図-4に示す手順で行う。以下では内容の理解を助けるため、それぞれの段階の説明と共に、実績データに基づいて行った試算結果を併せて示すこととする。



(a) 各年度ごとの船価の基準年次価格への換算

まず、海上保安庁の海難調査票¹⁴⁾に記載されている衝突船舶の損害価格と救助価格を用いて、各年度ごとに1総トン当たりの平均船価を求める。ただし、1総トン当たりの船価は船型によって大きく異なるため、ここではいくつかの船型区分を設けて船型別に解析を行う。

次に、本調査票に記載されている損害価格と救助価格はいずれも事故発生時点における価格であるため、解析にあたっては各年度ごとの見積り価格を一定の基準となる時点の価格に換算しておかなければならない。このためには、何らかの指標を用いて長期間における経済価値の変化の平均的な傾向を見出し、各年度における見積り価格を基準年次の価格へと換算するための換算指数を求める作業が必要となる。これは、船舶の価格に関するデフレーターを作成することに相当する。本研究では、新船の建造船価の推移からこれを作成することとし、先に得た船価のデータを補正することによって基準年次の価格に換算された各年度ごとの船型別1総トン当たりの平均船価“ R_t ”を求める。

[試算結果]

算定のため用いた資料は、昭和55～59年における海上保安庁海難調査データ¹⁴⁾である。船舶は、その大きさによって設備や性能、あるいは主たる船種が異なるため、本データをまず、海上交通工学で通常用いられる①100～500 G/T、②500～3000 G/T、③3000 G/T～の3つの船型区分によって分け、記載されている船体損害額と船体救助額および総トン数から、各年度ごとに船型別1総トン当たり船価の平均値を求めた。

ついで、海事統計月報¹⁵⁾（昭和46年より造船造船統計月報¹⁶⁾と改称）記載の船型別1総トン当たり建造原価を用いて、船価のデフレーターを作成した。図-5には全船型に関するものを示している。

作成したデフレーターを用いて各年度の平均船価を基準年次（昭和55年）価格に補正した結果を表-2に示す。これが“ R_t ”である。

(b) 帳簿船価の算定

(a)で求めた船価のデータに対応する各年度ごとの船型別1総トン当たり平均帳簿船価を算出する。帳簿船価は船舶の取得価格（新造船では建造時の乗

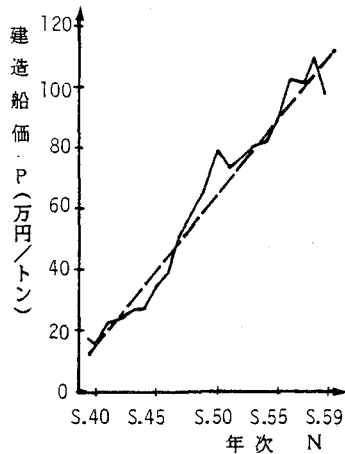


図-5 1総トン当たり建造船価の推移

表-2 船型別1総トン当たり建造船価

年度	100~500 (GT)	500~3000 (GT)	3000~ (GT)
S. 55	90.8	47.6	16.6
56	95.8	50.1	17.4
57	100.9	52.6	18.2
58	105.9	55.0	19.0
59	110.9	57.5	19.8

(昭和55年価格)(単位:万円)

出価格、中古船では購入価格)から使用年数に応じた減価償却費を差し引くことによって得られるものである。しかし、中古船としての購入時における価格を全船舶について求めることは非常に困難であることから、ここではすべての船舶が新造船として取得され、以後、事故当時まで引き続いて就航していたものと見なして解析を進める。

このような取り扱いをすることにより、解析データを構成する船舶が建造された各年度における船型別1総トン当たり建造船価の記録と、各年度の船型別船齢構成を知ることによって、船型別1総トン当たりの平均帳簿船価“ T_t ”を算定できる。

[試算結果]

まず、造船造機統計月報から各年次における船齢別建造価格を求める。ついで、当該年次における船齢別帳簿船価を算定した。算定は、通常行われている¹⁷⁾ 耐用年数14年、償却後残存率10%の定率法によっている。しかるのち、日本商船舶腹統計¹⁸⁾ から各年度別の船型別船齢構成分布を求め(図-6)、これらを用いて各年次における船型別1総トン当

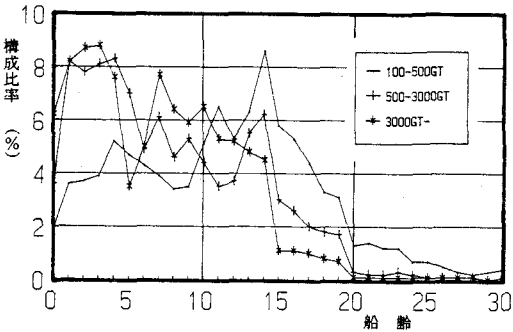


図-6 船型別船齢構成 (昭和59年)

表-3 船型別1総トン当たり帳簿船価

年度	100~500 (GT)	500~3000 (GT)	3000~ (GT)
S. 55	17.92	15.06	6.03
56	18.00	16.30	6.40
57	18.98	17.28	6.45
58	19.90	17.57	6.81
59	20.98	18.09	6.98

(単位:万円)

り平均帳簿船価を求めた(表-3)。これが“ T_t ”である。

(c) 海運市況の割り出し

上記(a)で得られた船価の補正值“ R_t ”は、(b)で求めた理論船価“ T_t ”に海運市況の影響を加えたものと見なせる。したがって、年度ごとの両者の比(R_t/T_t , 以下“船価指数 ρ_t ”と呼ぶ)は、海運市況の変動を反映しているはずである。

先に述べた「標準的な海運市況」のもとでの船価を知るために、海運市況の推移を調べる必要があるが、そのためには、まずどのような指標を用いて長期間にわたる海運市況の変動を見るべきかを決めなければならない。このため、海運市況と密接に関連しているいくつかの指標に着目してその経年変化を明らかにし、前記 ρ_t の変動を説明するのに適した指標を選ぶ。しかる後、その期間における海運市況の変動を平均化することによって標準的な状態を求める。ただし、ここで比較される指標はいずれも価格ベースのものであるため、先述の船価の場合と同様に貨幣価値の変動を考慮し、経年変化の傾向として表される。この作業結果を用いることにより、各年度の海運市況が標準的な状態に比べてそれぞれどのような状態にあったのかということを表現できる。

〔試算結果〕

海運市況を表す指標として、R. S. フォー社による売買船舶価と解体船舶価¹⁹⁾、ならびにノレッジ・アンド・シッピング・ニュース社による定期用船料指数¹⁹⁾を収集した。図-7は、昭和55年を100とした船価指数(R_t/T_t)とこれら各指標の昭和55～59年における推移を示したものである。前2者については“ R_t ”の算定と同様の補正を加えてある。データ数が十分でないためあまり高い相関関係は得られなかったが、ここではその中では最も高い相関を示した定期用船料指数を、海運市況を表す指標として採用した。

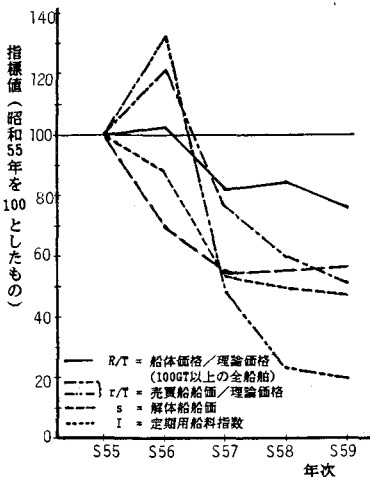
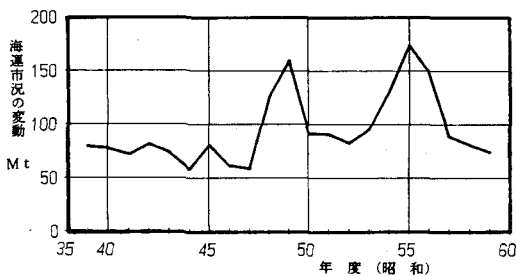


図-7 船価指数と海運諸指標の変動

さて、定期用船料指数は月別に求められているため、まずその年間平均値(I_t)を求め、次いで、昭和39年から59年までの期間における I_t の回帰直線を求めた。これをもって「標準的な海運市況」と考える。これより、各年の海運市況の標準値(K_t)を読み取り、 K_t に対する I_t の比率、 M_t 、

$$M_t = I_t / K_t \times 100 \quad \dots\dots(1)$$

をもって、海運市況の変動とみなす(図-8)。

図-8 海運市況の変動を表す指標“ M_t ”の推移

(d) 標準的な海運市況における船価指数の算出

さらに、先に求めた船型別船価指数が上記(c)で得られた海運市況の状態に応じてどのように変動しているのかを調べることによって、「標準的な海運市況」のもとでの船型別船価指数の値を知ることができる。先に述べたように、「計画対象年次における衝突事故損害額は、海運市況が標準的な場合を想定して算定すべきである」というのが本研究の態度であるため、計画対象年次における帳簿船価を決定するための要素、すなわち計画対象年次における船型構成と船型別船価構成を与え、「標準的な海運市況」のもとでの船価指数を帳簿船価に乗ずることにより、計画策定時に基礎情報とすべき船価を得ることが可能となる。

〔試算結果〕

海運市況の変動 M_t と船価指数 ρ_t の間には、図-9に見られるような線形関係があり、

$$\rho_t = 0.0052 M_t + 1.3513 \quad \dots\dots(2)$$

なる関係式が得られた(相関係数 $r=0.940$)。

本研究で求めようとしているのは「標準的な海運市況」の下での、すなわち $M_t=100$ に対応する ρ_t の値にほかならない。そこで、(3.5)式に $M_t=100$ を代入し、 $\rho_{|M=100}=1.874$ なる値を得た。

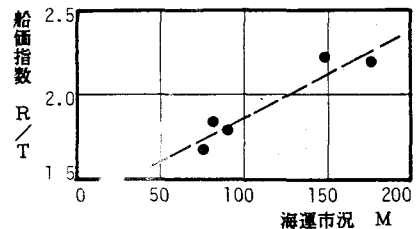


図-9 船価指数と海運市況水準との関係

(4) 計画対象時点における船価の推定法

任意の計画対象年次における「船型別1総トン当たり船体価格」は、「標準的な海運市況の下での船型別船価指数： $\rho_{|M=100}$ 」をその時点における「船型別1総トン当たり帳簿船価」に乗ずることによって求められる。 $\rho_{|M=100}$ は先ほど与えられ、帳簿船価の算定法も、既に述べたとおりである。

なお、船齢構成は将来的にも大きく変わらないと予想されるため、ここでは一定として扱っている。また、船型構成についても変化しないものと仮定し

て説明したが、平均船型の経年変化（ほぼ一定の割合で大型化している²⁰⁾）を考慮することにより、この仮定は容易に外すことができる。

(5) 計画策定時に考慮すべき不確実性の大きさ

(3)の(C)で触れた I_t の、経年変化の傾向線（回帰直線）まわりでの分散を一定と考えると、年次 t における M_t の標準偏差 σ_{Mt} は、海運市況の標準値を k_t 、 I_t の条件付標準偏差を $\sigma_{I|t}$ として、

$$\sigma_{Mt} = \sigma_{I|t} / k_t \quad \cdots \cdots (3)$$

となる。よって、 ρ_t の標準偏差 σ_{ρ_t} は(2)式より、

$$\sigma_{\rho_t} = 0.0052 \sigma_{Mt}$$

で与えられる（昭和70年を対象とした試算値では0.263）。計画策定時には、この σ_{ρ_t} の大きさを念頭においた上で、計画の目的と精度に応じて海運市況の変動に起因する不確実性を考慮しておくことになる。

5. おわりに

本研究では、リスク・費用・便益分析の観点から海上交通計画を評価するにあたって重要となる事故損失をいかにして見積るべきか、そのためには何をどのような形で明らかにしておく必要があるかについて考察を加えた。そして、この考察結果に基づき、船舶相互の衝突事故を対象として、事故損害額を推定する方法を提案した。

以上の検討により、海上交通計画策定のための計画情報とすべき「計画対象年次における期待衝突事故損失」の推定が可能となったと考えられるが、なお検討すべき課題も残されている。

算定式を求めるために用いた諸データは、たかだか5年間のものでしかないので、図-9に見られるよう船価指数とほぼ線形関係にある海運市況の指標を選ぶことはできたが、これらに関してはさらに長期間のデータを用いて検討することが望まれる。本研究は損害額算定に関する汎用的な方法論の提案を目的としたものであるが、試算により得られた諸数値については今後とも精度を高めていくべきものであると考えているので、今後のデータの蓄積に期待したい。また、海上交通計画で考慮すべき事故損失は、船体損害が大きな割合を占めるとはいえ、これ以外にも人命や積荷などに係わる損害があり、乗り揚げに伴うものについてもまだ不明な点が多い。そのいくつかについてはすでに分析にとりかかっているが、速やかに検討を加えるべきである。

るが、速やかに検討を加えるべきである。

本研究を進めるに当たり、京都大学工学部教授（現 日本大学理工学部教授）長尾義三先生 には計画評価のための基礎資料作りの重要性について、神戸大学経済経営研究所教授（現 甲南大学理学部教授）下條哲司先生には船舶に関連する種々の要因や海運市況の将来予測が困難なことなどについて、それぞれ貴重な示唆をいただいた。また、資料収集の面では海上保安庁警備救難部航行安全課のご協力をいただいた。記してお礼を申し上げる。

【参考文献】

- 1) 長尾・黒田・喜多：リスク・便益分析に基づく水路改良計画に関する方法論的研究，土木学会論文集，No. 365/IV-4，pp. 89～98，1986
- 2) 藤井弥平：海上交通事故の研究—V—損害の程度，日本航海学会論文集，No. 54，pp. 47～54，1976
- 3) 稲垣勝伸：海上交通を対象としたリスク・便益分析に関する基礎的研究，京都大学卒業論文，1984
- 4) M. O'Rathaille and P. Wiedemann：The Social Cost of Marine Accidents and Marine Traffic Management Systems，Proc. of the Int. Nav. Cong.，pp. 272～290，1979
- 5) K. Giziakis：Economic Aspects of Marine Casualties，Jour. of Nav.，Vol. 35，No. 3，pp. 466～478，1982
- 6) 日本船主責任相互保険組合損害調査部調べ
- 7) Y. Nagao et al.：Safety Improvement Planning of Narrow Waterway，Proc. of 26th Int. Nav. Cong.，P. I. A. N. C.，Sec. 1，Sub. 1，pp. 123～135，1985
- 8) (社)神戸海難防止研究会：大阪湾海上交通システム調査研究（OTS 21）報告書 海上交通需要予測総集編，p. 6，1988
- 9) 黒田・喜多：船舶衝突確率の推定モデル，土木学会論文報告集，No. 339，pp. 187～194，1983
- 10) 黒田・喜多：OSHICOP-モデルによる航路整備と航行規制効果の検討，土木学会論文報告集，No. 343，pp. 111～119，1984
- 11) 東京海上火災保険株式会社編：損害保険実務講座（3）-船舶保険-，有斐閣，pp. 132～134，1983
- 12) 岡庭 博：新訂海運の概要，成山堂書店，p. 138，昭和54年
- 13) A. I. E. O. E. Working Group on the World Markets and Prices：Tanker and Tramp Freight Rates，Den Haag，Central Planning Bureau.〔1〕，pp. 1～9，1970
- 14) 海上保安庁警備救難部航行安全課調べ
- 15) 運輸省大臣官房統計調査部編：海運統計月報，第4～21巻，昭和28～45年
- 16) 運輸省運輸政策局情報管理部編：造船造船統計月報，第22～35巻，昭和46～59年
- 17) 織田政夫：海運経済論，成山堂書店，pp. 271～273，昭和52年
- 18) 日本船主協会編：日本商船船腹統計，昭和55～59年版
- 19) 日本海運協会編：海運，No. 334～695，昭和30年1月～80年2月
- 20) 前掲 8)，pp. 139～142