

漁船速力の経済的管理について-I*

魚価変動に基づく漁船経済速
力の特性と標準算式の問題点

吉 沢 正 大

On Economical Management of Navigating
Speeds in Fishing Vessels-I.

Characteristics and Standard Equations Based on
Fluctuations of Market Prices of Fishing Vessels' Speeds

By

Masahiro YOSHIZAWA

1. It is one of the most important problems in researching the efficiencies of a vessel to consider the economical speed of a vessel. As the speed is an essential factor of the vessel, it has an important effect upon a revenue, and also upon an expenditure through its big rate in the balance sheet as a fuel consumption.
So the economical efficiency of a vessel's speed depends not only on the propulsive conditions but on the factors of management.
2. A vessel has two chances to determine the effective speed. One is at a designing stage, and the other is at a navigating stage. In case of a cargo vessel, an effective speed will be obtained at the designing stage. Therefore the effect in a navigating speed will comparatively have only a secondary meaning.
In determining the speed, on the contrary, a fishing vessel has much different conditions which are the most remarkable features.
3. An essential problem on a fishing vessel's speed is based on the economical condition, which will be mainly lead from market price of a catch. And generally the feature of the price is hard to be previously estimated, and it has also an intense fluctuation.

This is the reason why a fishing vessel's speed cannot usually obtain a high

* 水産大学校研究業績 第471号, 1966年1月10日 受理
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 471
Received Jan. 10, 1966

efficiency at a designing stage. In other words, the speed selected at a designing stage is a kind of a general standard.

It may be almost expected in an actual management to determine the speed which is suitable to a high economical efficiency. And staffs on land and navigators on board should become closely associated with each other in the management.

4. First the author analyzed the characters of factors which concerned the speed of a fishing vessel. Secondly he researched the functional relationships among them on some proper assumptions.

In referring to several standard cases of fishing vessels, the author first classified both the load conditions and the managing conditions on the fishing navigations. And secondly he got the economical speed equations of them.

5. This study left many problems to consider in the assumptions and the equations. But it fundamentally showed the importance of the economical speed of a fishing vessel, and it also showed some kinds of possibilities of solutions and the corresponding conditions.

船舶の最も基本的な設計要素は大きさと速力で、それらは負荷に応じて決められる。企業船の負荷は経済的には収益と支出、実務的には営業と運航とにそれぞれ類別される。しかし、それらはすべて経済的負荷*である。これらの負荷の標準が決められると、船の大きさと速力が負荷の変動の中を考慮した上で決められ、順次あらゆる要素が決定される。この意味で船の大きさと速力は船の経済性を代表する。

速力は収益の保証および燃費の支出に強い影響を与えるので、企業船の経済性の中心課題の1つである。したがって経済速力については多くの研究や実績が蓄積されてきた。とくに商船については経済速力策定に必要な条件が可成り整っているので設計および実務の上で十分な効果が期待できる。しかし漁船では商船に比べて基本的な経済的性格においては同一であるが、実務上の経済性表現の様式では大きな差異があり、一般に経済速力の策定を非常に困難とする。本研究は、漁船の場合の経済速力の性格を解析し、標準的な操業状態に対応する算式を導くために行なった。

さて経済速力は負荷の注目のしかたに応じてその都度存在する。 $g/BHP-H$ を最小とする方法や、推進特性の上から速長比の適値を選ぶ方法は、初歩的ではあるがすべての経済速力の基底となる重要な要素である。しかし速力に対する負荷は、営業と運航の両面で多岐にわたっている。したがって広い視野で多くの要素に注目するほど高い経済性をもつ速力の選定が可能となる。

例えば、谷口¹⁸⁾は気象海象の悪条件における燃費最小の航法について考察した。また和辻¹⁵⁾は船の大きさと速力を中心として多くの経済的要素を解析し、設計上の基本方式についての大きさと速力の標準的寸法を示した。

この例に見るように、経済速力には設計と、運航の段階の選択の2種がある。一般に負荷が安定している船舶では、設計の段階で有効に速力の経済性を確保できるから、運航の実務の比重は軽くなる。商船と漁船とは、相対的一般論としては、この性格の上で大きな相違を示し、商船では安定型であり、漁船では変動型といえる。

* 経済性の算式の中で速力と函数関係をもつ意味でそれぞれ収益負荷・支出負荷とよぶこととする。

すなわち漁船における性格は一般に収益としての漁獲量と魚価単価が、いずれも大きく変動する特性をもっている。また、これらの要素が原則として予想値であることが、対応する速力の巾をさらに広げる作用をする。これらの不確定要素に対して設計上狭い速力範囲で高い経済性を保証することはきわめて困難である。したがって漁船では、設計上ある標準を考慮するとしても、実質的な経済性の保証は、結局運航の段階の問題となる。それは一般に相当の困難を伴う作業となるが、その効用は大きい。以下章を追って解析に入る。

1 漁船と商船の経済速力の基本的相違点

漁船と商船とは企業船としての基本的性格が全く同じであるから、その経済速力の性格も基本的には違わない。しかし経済速力に關与する多数の要素の内容および仕方が相違するので算式の型および実務上の種々の問題で、それ相当の差異がある。

以下第1図を参照しながら代表的な要素をとりあげ、既往の商船の経済速力との対比を考える。そして漁船の関連要素がどのように異なるかを見ることによって、漁船の経済速力解析の出発点とする。

1・1 主機関の推進特性と負荷の関連性

商船では一般に対象とする負荷を相当効果的に包含する設計が可能である。たとえば第1図において常用負荷変動範囲を ξ_1 とすると、これに対応する速力変動範囲 λ_1 は、機関特性としての経済性の高い区域に包含される。すなわち $g/BHP \cdot H$ が低く、しかも kg/H が好適であることを意味する。

この条件は商船の経済速力のすべてに共通の基本条件である。この理由から商船の経済性は、 ξ_1 と λ_1 を負荷に結びつける設計の段階で大局的に決定される。それは一般に効果的で高い効率を示すから、商船はこの λ_1 の中で航走するかぎり、すでに基本的な高い効率圏にあることが保証される。

したがって運航の段階での速力の選定は、 λ_1 の中でさらに最も効果的な1点を求めることを意味する。これはきめ細かい作業で相当わずらわしいが、運航業務としては重要な作業である。しかし速力の経済性全般としては、常に二次的な意味となる。

さて、漁船では ξ の範囲が負荷の変動条件に従って一般に大となる。すなわち漁獲量と魚価単価（荷揚げ港における市場価格で、以下魚価という）の変動は、主に収益条件の変動となって現われる。また、航海日数の変化は主に支出の変動条件となり、操業日数の変化は収支両面の変動条件となる。

これら収支の変動が大きいほど機能的に巾広い ξ を必要とするから、それに見合った巾広い λ を要求する。図の場合たとえば ξ_2 、 λ_2 となると仮定すると、 λ_2 は機関特性として好適でない範囲を広く含むから、このままでは機関特性の経済性は著しく低下する。

いま負荷の変動状況に注目すると、実際問題として収益条件の変動が重要である。たとえば魚価の変動だけに注目しても、第2図～第4図*のように大きな変動を示す。第3図は数魚種についての比較であり、またこれらのうち平均的に変動の大きいものと小さいものを第4図に示し、それぞれ(A)・(B)とする。

ここでクロマグロのように、最高最低値の比が10を越える特殊のものについて比較すると、他の魚種は変動が少ないように見える。しかしそれでも最高最低値の間に1カ年単位で30～50%、数カ年の変動の巾としては100%を越えるものも少なくない。

このことは、この最大巾が毎航海問題となるとは限らないとしても、常用の注目負荷範囲が、機関の好適効率条件の巾を越える可能性を示すものとして重要である。もしこの負荷変動を考えないで無作為にある機関特性の標準状態で航走すると、それ相当の損失を招く。この損失は止むを得ないものではなく、運航管理の上で補償可能のものである。また反対に広い巾の負荷を高い効率の特性で単純に同時に満足させようとする

* これらの図のデータは5)～8)による。なお年次的に古い方が、変動の性格を見る意味で支障はない。

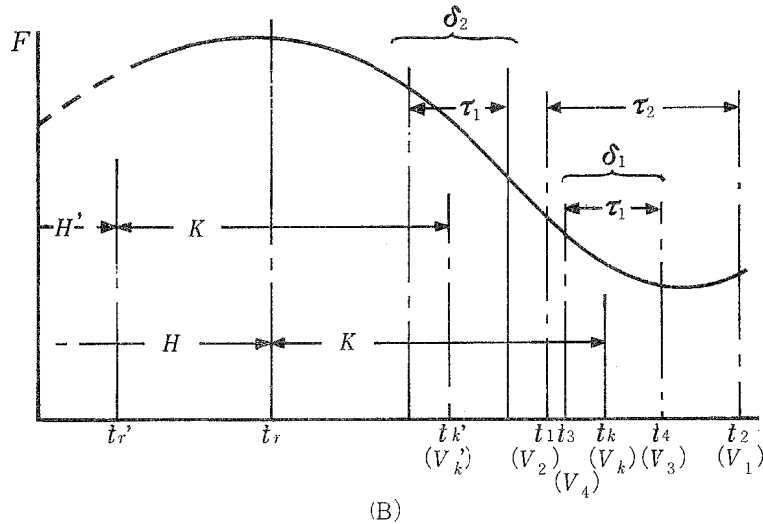
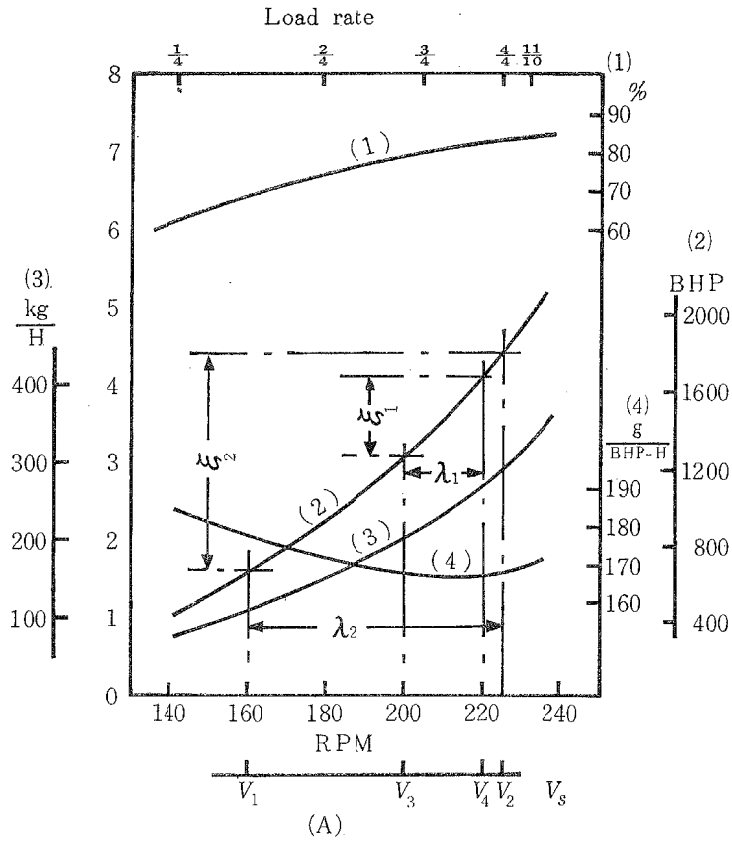


Fig. 1. Relation between engine characteristics and an operating schedule. (A) is the sheet of the characteristics of the "Kōyō Maru", the training ship of the Shimonoseki University of Fisheries, which is shown as a sample in the illustration. (1) : Mechanical efficiency curve, (2) : BHP curve, (3) : Fuel consumption curve in Kg/H, (4) : Fuel consumption curve in g/BHP-H.

(B) shows a sample of a schedule of an operating navigation. H : An operating period, K : A period of returning voyage, t_r : Starting point of K , t_3 : Time of arrival with the speed of V_1 , which is the higher of an economical zone, t_1 : The same of V_3 , which is the lower of the zone, t_1 : The same of V_2 which is the highest of the bussiness speed, t_2 : The same of V_1 which is the lowest of the speed, τ_1 : The period between t_3 and t_1 , τ_2 : The same between t_1 and t_2 . F : The unit market price of a catch.

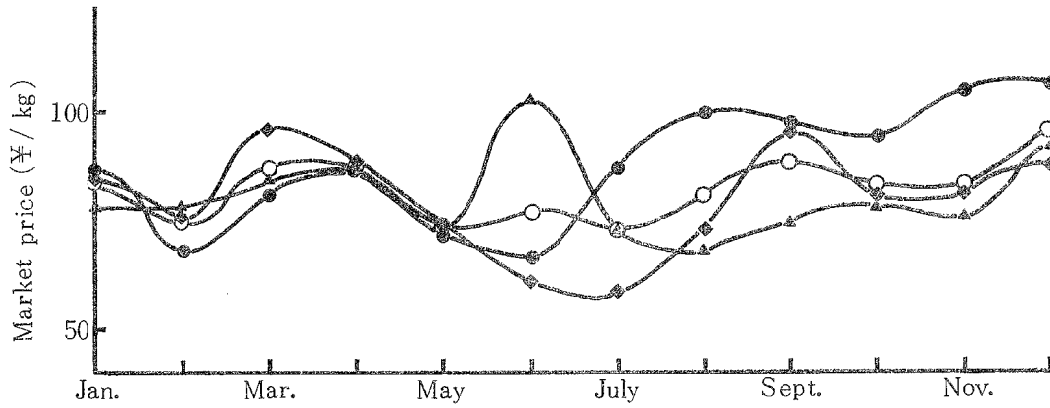


Fig. 2 (A). Fluctuation of monthly mean of yellowfin tuna in market price at Misaki (after "Statistics and Survey Division").

▲ : The data in 1956, ◆ : The data in 1957, ● : The data in 1958, ○ : The mean value of the three of the same month of each calendar year.

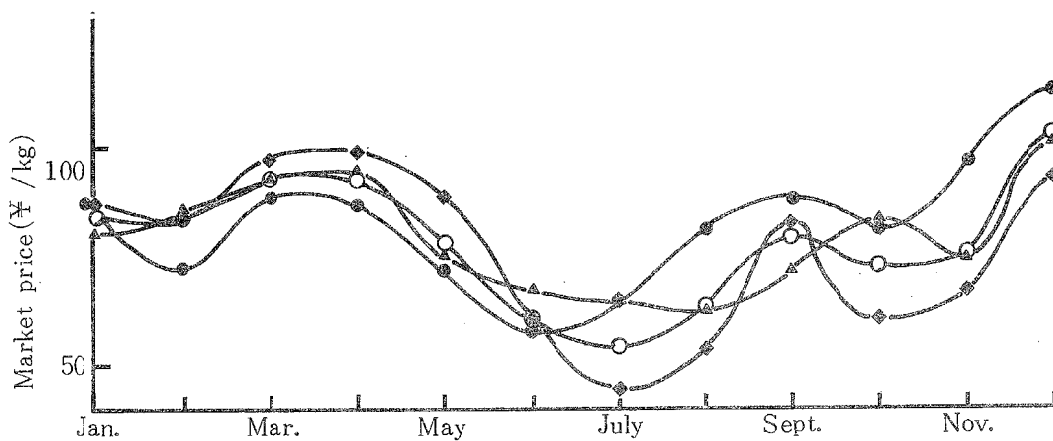


Fig. 2 (B). Fluctuation of monthly mean of bigeye tuna in market price at Misaki (after "Statistics and Survey Division").

The marks are the same as those of Fig. 2 (A).

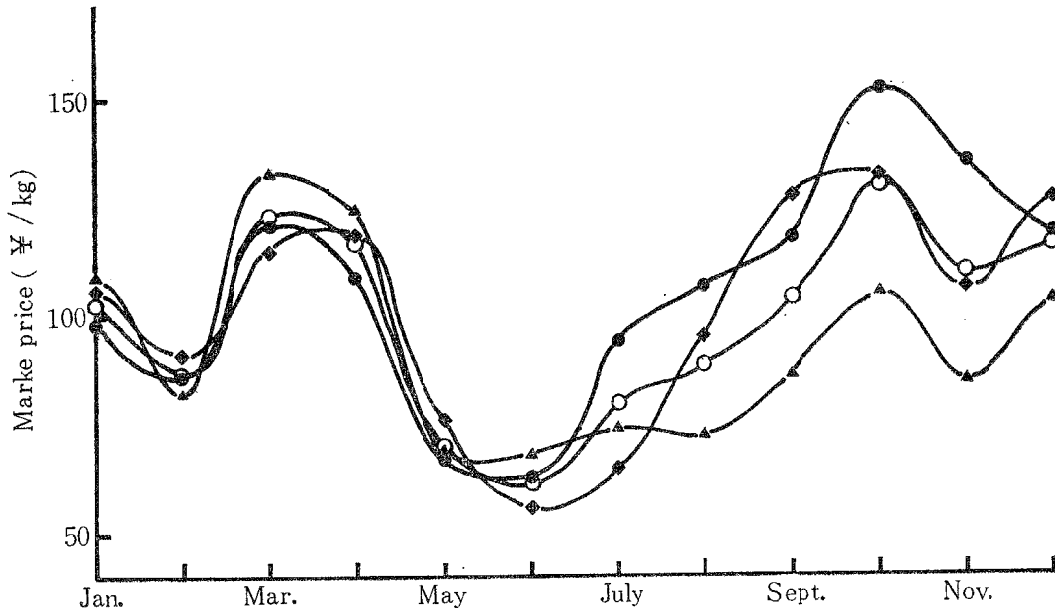


Fig. 2 (C). Fluctuation of monthly mean of striped marlin in market price at Misaki (after "Statistics and Survey Division").

The marks are the same as those of Fig. 2 (A).

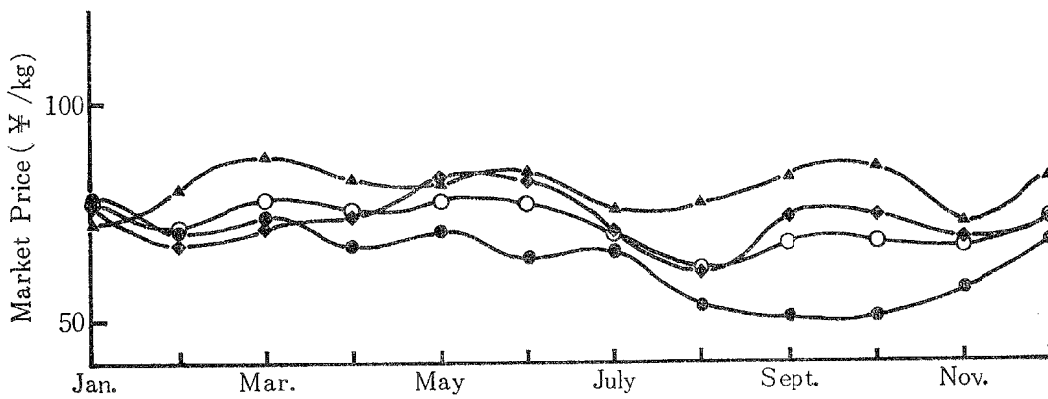


Fig. 2 (D). Fluctuation of monthly mean of skipjack in market price at Misaki (after "Statistics and Survey Division").

The marks are the same as those of Fig. 2 (A).

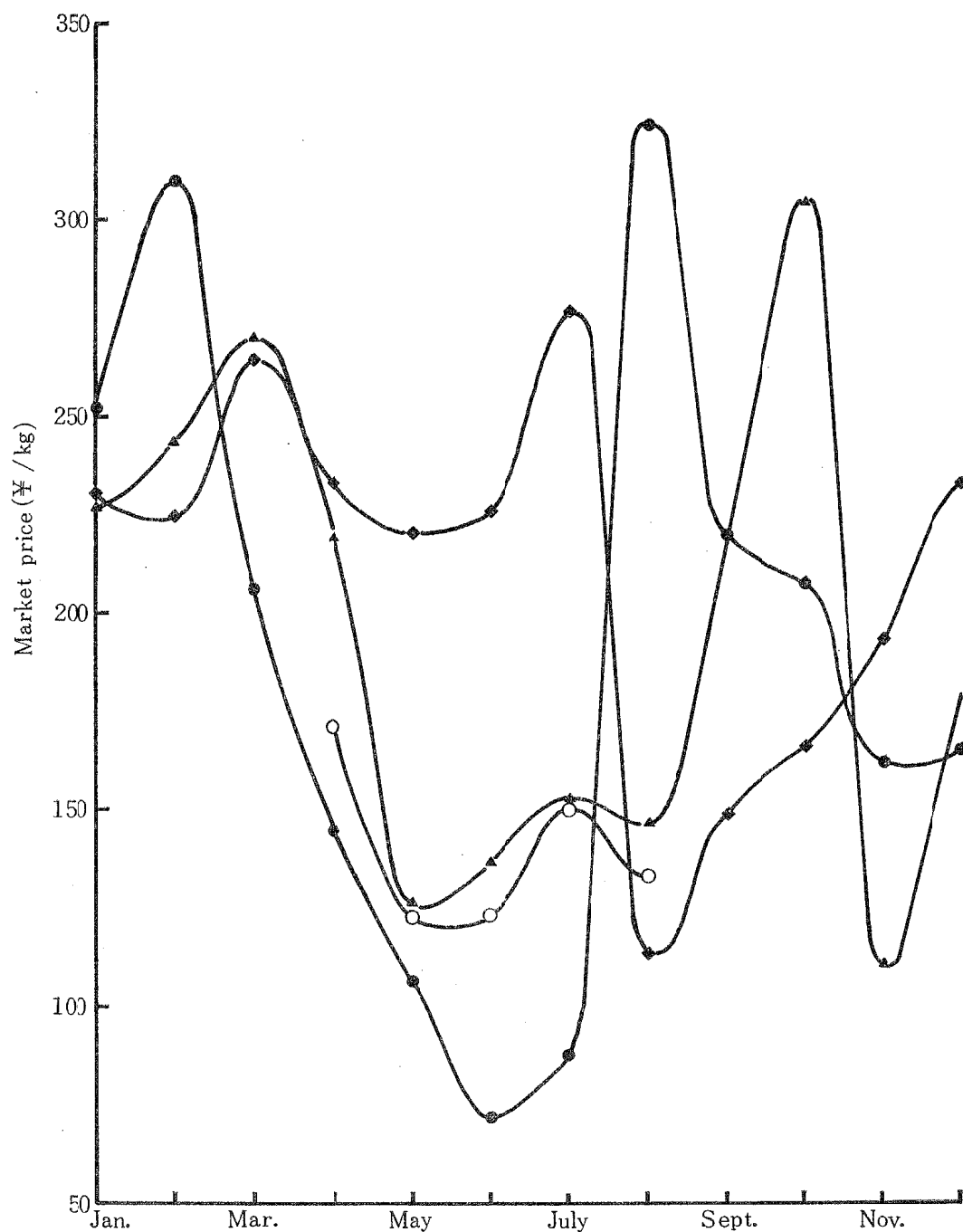


Fig. 2 (E). Fluctuation of monthly mean of salmon in market price at Misaki (after "Statistics and Survey Division").

The marks are the same as those of Fig. 2 (A).

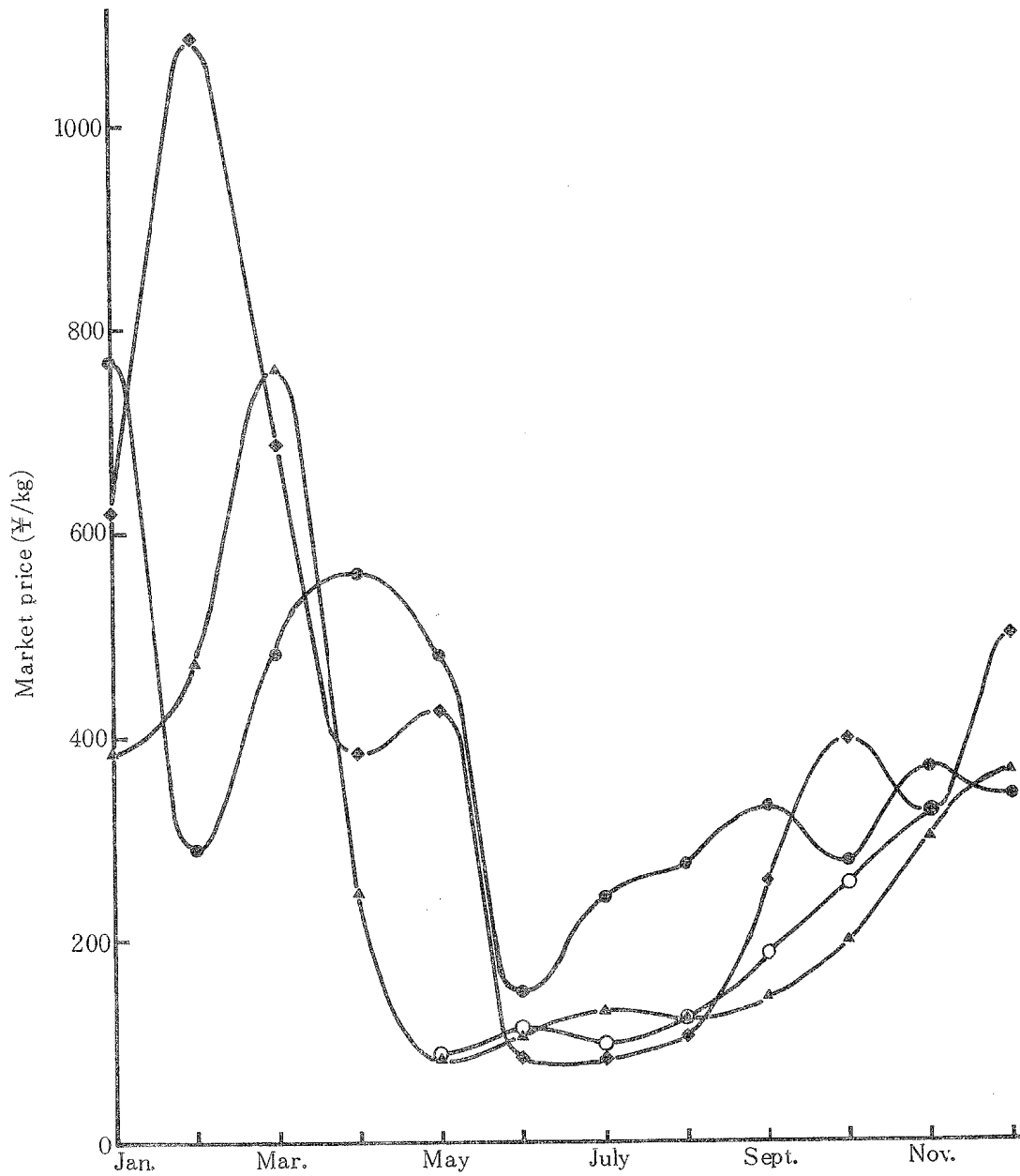


Fig. 2 (F). Fluctuation of monthly mean of bluefin tuna in market price at Misaki (after "Statistics and Survey Division").

The marks are the same as those of Fig. 2 (A).

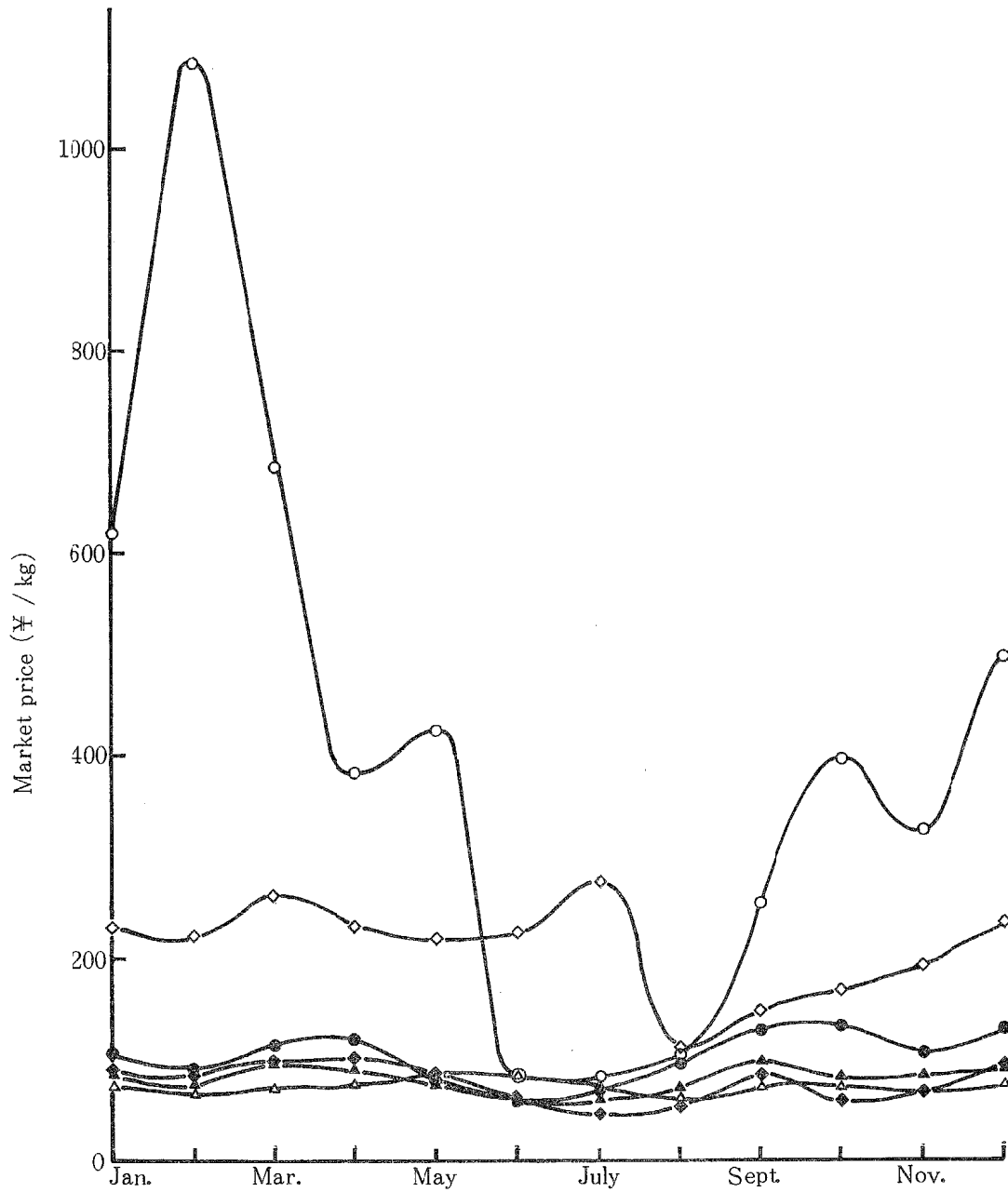


Fig. 3. Comparison of the monthly fluctuations in 1957 among yellowfin tuna (▲), bigeye tuna (◆), striped marlin (●), skipjack (△), salmon (◇) and bluefin tuna (○).

ると、機関の動力を相当に大巾に強化する必要を生ずる。この要求は第1に機関の動力を極力小さく限定しようとする設計の基本原則に反する。また第2に $g/BHP-H$ のてい増と kg/H の急増は、総合的経済効率を著しくてい減させる。結局、動力補強の意味をほとんど無意味とする。

このように既往の商船の方式を単純に布延するかぎり、漁船の場合には大きな矛盾につきあたる。ここで魚価変動の性格を顧みると、この矛盾の原因が既往の方式自体の問題ではなく、その適用方式の誤りであることに気付く。

商船における負荷はタンカーのように長期的にみると特殊な事情で大きく変動する場合もあるが原則として具体的な1つの航海では一定であり、少なくとも機関特性の好適値の範囲を常用できない程の変動は考えられない。したがって代表的1航海の効率を航海回数倍すれば、注目する総期間の効率が求められる(ここで効率は収支バランスの値の船価に対する割合とする)。

さて魚価の性格については、別途に言及するが、本報ではまず魚価が原則として個々の船の事情に対して

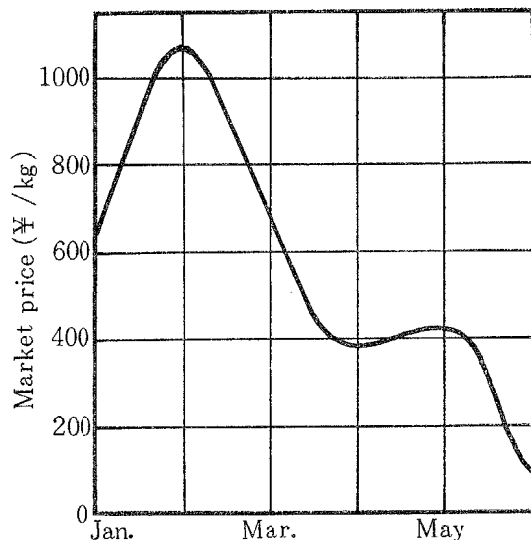


Fig. 4 (A). A sample of comparatively big fluctuation by bluefin tuna in 1957.

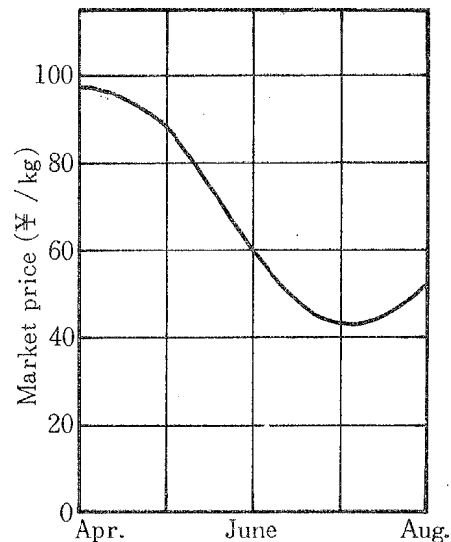


Fig. 4 (B). A sample of comparatively small fluctuation by bigeye tuna in 1957.

無関係に存在すると仮定する。すなわち魚価は巨視的には絶対のものであり、船の条件で変えることができない。しかし、もともと相関係がないということは、逆に微視的に適当な区間を選択できることを意味する。すなわち魚価の絶対値は変えられないが、魚価のなるべくよい期間に船の運航条件を適応させることは船の事情の許す範囲で、可能である。

第1図(B)の場合、操業期間 H を H' にかえる操作で魚価の安い δ_1 から高い δ_2 に転換することになる。このように選択される魚価期間は、当然船の機関特性の好適値またはその前後の巾だけしか選択の意味がない。そしてこの巾にはおのずから限度があるので、それに相応した制約を受ける。しかし制約にしばられた操作としても、 δ_1 を δ_2 に変えることは相対的に魚価を変えることと同義であり、大きな意味をもつ。そしてこの H の操作には速力が必ず関与する。これは機関の動力を一元的に増大する場合に比べて、著しい効果の差がある。

ところでその速力の絶対値の高低は機関特性の好適値という意味からすると、 λ_1 の示す巾以上に重要である。そしてこの値はさきに述べたように負荷に直結して、設計の段階で決められる。負荷と速力は商船で

は一律的關係，つまりたがいに定まった値を組合わせて一組の關係が選択されるが，漁船では実務の段階でその都度選択される。いわば設計の選択値はある標準としての暫定値であり，実務の段階で始めて具体性をもつこととなる。そしてその組合わせはその都度算定される意味で多律的といえる。

ここで注目の角度を変えて，負荷選択の問題をとりあげよう。この場合商船では一度選択された収益負荷の値は，運航速力によって変えられることが少ないが，漁船の場合では運航の段階で選択する速力が，そのまま収益負荷の値を変えるから，営業的選択の機能も相当部分を兼ねることになる。

このように漁船の経済速力は多律的，多様性で，それだけ次元の高いものが算式の上で要求される。これは当然困難を増すと同時に，効果を増すことになる。 τ_1 と ξ_1 ，とが選択された後では，第二次作業は商船も漁船も類似のものである。算式はそれぞれの要素に応じて異なるが， λ_1 の中のさらに最高の 1 点を求める意味では同類である。

以上のように経済速力の選択は，定性的解析としては設計と実務の 2 段階に分け，さらに漁船の場合，二次元的操作を要する。そしてこの一次作業および二次作業の区分は，経済速力算式の上では，常に同時に扱われるのが立前である。しかし特殊な場合では，一次作業の性格と二次作業の性格が，ほとんど一方だけ強調される場合もある。

すなわち性格としては常に 2 側面を持ちながら，現われ方としてはどちらか 1 つと考えられるほど 1 つだけが強調される場合である。

Table 1. A sample of the functional relations among distance D in miles, ship/s speed V_s in knots and the arrival period τ in days. $V_1 \cdot V_2 \cdot V_3 \cdot V_4 \cdot \tau_1 \cdot \tau_2$: The same meaning in case of Fig. 1, A · B : A sample of fishing vessel.

Ship sample		D		200		500		1000		2000		3000		4000		5000	
		V_s	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B			
$\frac{D}{24V_s}$	V_2	14 13	0.59 0.64	1.49 1.6	2.97 3.20	5.94 6.4	8.91 9.6	11.88 12.8	14.85 16.0								
	V_4	13 12	0.64 0.69	1.6 1.73	3.20 3.46	6.4 6.92	9.6 10.38	12.8 13.84	16.0 17.30								
	V_3	11 10	0.76 0.83	1.89 2.08	3.78 4.16	7.56 8.32	11.34 12.48	15.12 16.64	18.90 20.80								
	V_1	8 8	1.04 1.04	2.61 2.61	5.22 5.22	10.44 10.44	15.66 15.66	20.88 20.88	26.10 26.10								
τ	τ_1	V_3^{-1} $-V_4^{-1}$	D 2 D	0.12 0.14 0.24 0.28	0.29 0.35 0.58 0.70	0.58 0.70 1.16 1.40	1.16 1.40 2.32 2.80	1.74 2.10 3.48 4.20	2.32 2.80 4.64 5.60	2.90 3.50 5.80 7.00							
	τ_2	V_1^{-1} $-V_2^{-1}$	D 2 D	0.45 0.40 0.90 0.80	1.12 1.01 2.24 2.02	2.25 2.02 4.50 4.04	4.50 4.04 9.00 8.08	6.75 6.06 13.50 12.12	9.00 8.08 18.00 16.16	11.35 10.10 22.50 20.20							

第 1 表はこの間の事情を端的に示す 1 例といえる。近距離の場合には作業の主題は前者であり，後者の比重は小さく，場合によっては後者の問題は実務上ほとんど無意味となるが，遠距離の場合には当然その逆の傾向をもつ。

1・2 速力に関連した負荷の特徴

漁船と商船とでは，収支条件のすべてが経済速力の負荷となる基本的性格は同じでも，負荷の性格自体と速力に関連する様式の上で，大変異なった性格が見られる。商船の場合ではその意味の負荷は積荷が示す諸条件であり，従って速力との相関性は原則として既知で，また直結している。このため，その経済速力の算定には，それぞれのデータを該当の算式に入れることにより直ちに計算が可能である。しかし漁船の場合では後述するように 2 つの重要な特殊性格がある。

1・3・1 収益要素が未知数であること

第 1 は収益主要要素である漁獲量と魚価が未知数で，一般に経済速力をきめる時期とそれが具体的に判明

する時期との間に大きな時間的隔たりがある。すなわち、すべて推測の上にならざるに速力のきめ方が進められる。これは一般に理論的にも実務的にもきわめて困難な作業である。しかし、もともとこの要素は漁業企業の中核であり、経営者の中心課題として可能な限りの努力が払われるから、本報では、理論的には効果的に可能であるとの仮定に立って論を進める。したがって実務的段階では可能性の程度に応じて適時に修正する方法をとることになる。

1・3・2 収益要素の変動が大きいこと

第2は漁獲量と魚価が共に変動の大きい性格をもつことである。ところで漁獲量の変動の問題は後述の理由から本報の範囲外とする。そこで魚価の問題だけに注目する。これは船の運航条件とは何ら関係なく決められるという特徴をもっている。その船の水揚げは、狭い意味ではその基地の相場に直ちに影響する。しかし広い視野で見ると、市場の容量が単船の水揚げ量よりはるかに大きいと想定されるから、原則として直接の相関性がないものとして取りあつかう。

しかし魚価と船速の相関関係が何らかの手段によって把握されないと、経済速力はきめられない。このため両者に共通の「時間」を仲介とする方法をとるが、この作業も漁船特有の問題である。

以上1・1～1・3・2の基本的特性を中心として以下各論的に漁船の標準的経済速力を解析する。

2 漁船の経済性とそれに関与する要素との基本的関係

一般に船舶の経済性は、ある注目した期間の収支バランス* が船価に対して示す比率で表わされる**。

漁船の場合もその方法をとると

$$E = \frac{100}{C} \sum_{i=1}^s G_i \dots\dots\dots(1)$$

ただし

E : 経済的効率 (%)

s : 注目する期間における航海回数

i : 航海次数を示すサフィックス

G : 1航海*** の収支バランス

C : 船価

ここで解析の手続きを単純化するため $E_c = E / \frac{100}{C}$ とおくと、就航中の船については C は定値だから、 E の算定の問題は E_c の算定の問題に外ならない。すなわち

$$E_c = \sum_{i=1}^s G_i \dots\dots\dots(2)$$

ところで注目する期間は、商船ではほとんど1会計年度**** として取扱うが、漁船では時には航海の周期を考え、会計年度とは別に短縮または延長することがあり得る。この場合、会計年度との経理上の調整は別途に行なわれることになる。また商船では各航の G_i の状態に大きな変化が見られないことも多く、このときは平均値に近い代表的な G_i を G_a とすると

$$E_c = s \cdot G_a \dots\dots\dots(3)$$

* 収支の差引残額を意味し、本報では常にプラスの場合とする。

** 和辻15)の基礎式はその一例である。

*** 片道航海、往復航海いずれもあり得るが、本報で漁船の場合は1往復航海を意味する。

**** 半年毎の前期、後期会計期があるが、本報では単純に1会計年度とする。

と表わすことができる。漁船では、特殊な契約によって人為的に作り出す外は、このような事例はきわめてまれである。

結局、漁船では式(2)が理論的算式の原型となる。この式は個々の G_i の最大値よりも、それらの総合としての E の最大値を1度に算出しなければならない。しかし、それは原則的な理論であり、魚価と漁獲量の予想値に立脚する漁船の経済性としては実務的な標準にならない。本報は単純に毎航の G の最大値を求め、また単純に s 回加算する方法を標準と考える。

いま毎航の収益高を I 、支出高を Z とすると

$$G = I - Z \dots\dots\dots (4)$$

すなわち I と Z の性格を探りながら G の最大値を求める作業となる。以下本報では解析の理論と手続きの簡略化のために、操業航海の最も単純でまた標準的な場合を考える。代表的な1つの漁船が、1つの基地と距離の定まった1つの漁場の間を1往復する場合を考える。しかも漁獲物も1種類に限定する。このように本報は主に標準的定性解析を目的とし、定量的修正は別途の問題とする。

2・1 漁業収益の性格

漁業収益 I は漁獲物による収益であるからつぎのように表わされる。

$$I = F \cdot \bar{w} \cdot H \dots\dots\dots (5)$$

ここで

F : 魚 価

\bar{w} : 操業日1日当りの平均漁獲量

H : 操業日数

ところで F と \bar{w} は、1・3・1で述べたように、予測のきわめて困難な要素であるが、ここでは効果的な予測が可能であると仮定する。また1・3・2で述べたように、魚価 F はこの船の要素と行動にとって全く客観的であると見なす。漁場と魚種が定まり \bar{w} が予想値として定まると式(5)から

$$I = f_1 (F \cdot H) \dots\dots\dots (5)' \quad \text{が導かれる。}$$

2・2 漁業支出の性格

漁業支出 Z は航走燃費の点では商船の場合と類似している。しかし漁場における操業関連経費は漁船の特徴としてさらに加算される。そして、この操業経費のうち、漁撈作業中のエンジンは、もはや漁撈要具の1つに過ぎない。したがって、この間の燃費はすべて漁撈費のうちに入れるもので、本報のいう経済速力の対称外である。いかなる低速および過負荷もその時の漁撈要具として必要であるならば、設計と実務の許すかぎり使えばよい。

また漁撈資材と餌料の経費は、漁業経費として主要な要素に違いないが、その時の消耗が全体経費のうちで微小である場合には、実務上省略することもありうる。なお漁撈資材の減価消却は、算定上可能な限り漁撈資材の消耗の一部として換算して行なうか、一般船費のうちに組入れるかのどちらかである。いずれの場合も、 Z のうちに含まれる意味では同じであるから、便宜な方法をとればよい。本報では便宜上船費に組入れるものとする。

さて Z は次のように示される。

2・2・1 漁業支出の一般式

$$Z = (P \cdot F_a'' \cdot K) + L'' \cdot H + B'' \cdot T \dots\dots\dots (6)$$

$$T = H + K$$

ここで

P : 燃料毎トンの単価

F_a'' (トン) : 航走中1日当りの燃料消費量 (本報では常に潤滑油など関連油類の消費量を適当な換算の上含むものとする)

K : 基地漁場間距離を D 哩とすると、往復距離 $2D$ を航走するのに要する日数

T : 1 操業航海の全日数 (H と K の和となる)

L'' : 操業日 1 日当りの操業関係経費 (操業中の燃料費と漁撈資材費) で本報では定数と見なす

B'' : E を考えるとき対象として注目する全期間の経常船費 B の 1 日当りの金高

すなわち、内訳として、消耗品費・水先料・港費・修繕費等すべての減価償却費・保険料・金利・公課・船と陸上機関の全事務費および人件費等、およそこの船の航走用燃料以外に必要な経費の総称である。そして個々の実務として状況により一部省略することもあるが、ともかく B ないし B'' の算定はそれだけでも経営管理上手数のかかる作業である。とくに異種の多数の船がある場合は、上記各データを算出した上で、全所有船に対し、船種、船型、新旧型等に応じて合理的で、しかも適正に按分しなければならない。

2・2・2 漁業支出と速力関連要素との関係式

さて、ここで一般に用いられる手法として推進論というアドミラルティ・フォーミュラを用いて $F_a'' = \kappa V_s^3$ を導入する。また $K = 2D/24V_s$ を用いると、式 (6) から

$$Z = \frac{PD\kappa}{12} V_s^2 + L'' \cdot H + B'' \left(H + \frac{D}{12} V_s^{-1} \right) \dots \dots \dots (7)$$

が導かれる。

ここで

V_s : $2D$ 間を航走する時の船速 (ノット)

κ : アドミラルティ・フォーミュラから導かれる定数

ところで、式 (7) で $P \cdot D \cdot \kappa \cdot L_s'' \cdot B''$ はそれぞれ定数だから $PD\kappa/12 = \alpha$ 、 $B''D/12 = \beta$ 、 $L'' + B'' = \gamma$ とすると

$$Z = \alpha V_s^2 + \beta V_s^{-1} + \gamma H \dots \dots \dots (8) \text{ とかける。}$$

なお κ は実務上船体の清浄度と海象気象によってその都度考慮する必要がある。ただし、本報では、1 航海についての平均値、排水重量および浸水面積の変化に伴うシー・マージンを κ の中にそれぞれ組入れることが可能と仮定する。それらの変化は厳密には速力の経済性に独自の影響を与えるので、別途に考慮しなければならない。しかし本報ではそれらの影響は無視できると仮定する。

ここで式 (8) から函数関係として

$$Z = f_2(V_s, H) \dots \dots \dots (8)' \text{ が導かれる。}$$

そこで、2・1 ~ 2・2 等第 2 章を通して総括的に次の基本的性格を表わす式が導かれる。すなわち式 (4)、(5)、(5)', (7)、(8)' 等により

$$G = f_3(F, H, V_s) \dots \dots \dots (4)'$$

このように G は 3 つの函数をもつが、本報では $F-t$ 曲線によって F を H と V_s で表わし、結局 G と H および G と V_s の 2 つの関係で把握される。そして標準と考えられる幾つかの操業条件について、 G を最大とする H と V_s の条件を考える。

3 経済性の算定に関する推論上の仮定

本報の算式を導く背景には、既述のように共通の幾つかの仮定がある。それらのうち、重要なものを、さらに詳述する。

3・1 漁場の数に関する仮定

漁場は 1 つと限定し、したがって距離 D を定数として取扱う。実務はほとんど複数であるが、漁場間移動を D の中に含めて補正する作業が効果的に可能であり、本報の定性的理論解析に影響を与えないと仮定する。

3・2 魚種と魚価変動に関する仮定

魚種は1種に限定し、したがって魚価 F も1種となる。実際はほとんど複数であるが、効果的に代表的1種に換算することが可能であると仮定する。さらに魚価変動が問題で、これは魚価を主体とする本報においては重要問題である。しかしすべて効果のある代表的な1つの魚価変動曲線の作製が可能であると仮定する。

3・3 航走速力に関する仮定

船は往航、復航ともに常に同一の経済速力で航海するものと仮定する。すなわち往航発動時に、その航海終了時の魚価の予見が可能であると仮定する。この仮定は、魚価の長期予見が困難であるから、相当に無理なものと思われる。しかし推論の簡潔化および原則的定性理論を固めるに際して、この仮定は必要で、しかも有効である。従って、定量上の誤差の問題は修正の問題として別途に考慮することが、理論的に正しく、実務的に効果的であると考えられる。

漁船の場合、往航はその時のデータの確率に応じた暫定的な試行の V_s を採る。そして予見の確率が増すにつれて、可能な限り多い機会に修正を施す。帰航につく時期には、少なくとも十分確率の高い予見データによって最終的（厳密には帰航中の修正もありうる）に修正する。このような段階的修正作業を通じて経済速力航海の効果を高めることに留意することが標準となる。

3・4 その他の仮定

魚価以外の諸要素にも、予見を必要とするものがある。たとえば B'' は年間の B の本船の1E分を意味するから、少なくとも年間の予見を前提とする。また、長期的展望に立つと、燃料コストの変動も V_s に影響を与える。その他、一定と考えられないもの、算定に相当の困難を伴うもの等、種々の悪条件がある。しかし本報では、特にふれないかぎり、速力算定に必要な範囲で、それ等の条件が効果的に成立すると仮定する。

4 魚価変動の性格に伴う標準解と特殊解 (第1表・第5図参照)

魚価はもともと1日単位の変化をするから、第10図のように τ の大小に応じてその曲線化の作業に実務上の区別がある。図の(A)、(B)、(C)はそれぞれ近距離型、中距離型および遠距離型に対応するものと

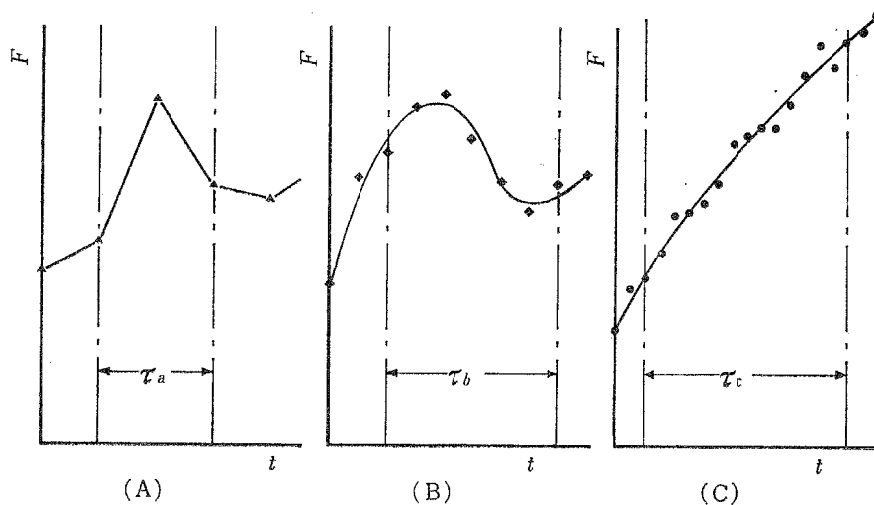


Fig. 5. Illustration of fluctuation types.

(A) : A curve of day-by-day change type, (B) : A curve of a higher degree equation type, (C) : A curve of a lower degree equation type.

考える。(A) は毎日の変化点を結ぶだけで曲線化を考えず、(B) は3次曲線型となり、(C) は2次曲線または、直線となる場合である。そしてこの3つの型についての実務的処理はつぎのように行なう。

(1) (A) の場合には、各点の示す F 値をなまのままの定値として算式に適用し、 G 値の直接的比較からその最高値を選ぶ。ただし、 F 値の演算の回数は状況により少なくとも差支えない。

(2) (C) は本報が標準と考えるもので、その詳細については後述する。

(3) (B) は (A) と (C) の中間であり曲線化の理論としては必ず3次型となる。そしてその数式の扱いとしては一般にフーリエ調和成分、または3次の近似式を求める方式等があるが、魚価の場合では必ずしも適当ではない。実務としては、曲線の性格を見たと、(A) か (C) のいずれか1つに帰着させる近似方式が適当と考えられ、したがって本報では取上げない。

以下本報は (C) の標準型だけについて解析する。

5 標準解としての解析各論 (第6図参照)

第6図は多くの魚種に共通の、 F 値についての一般的变化曲線とする。 $F=f(t)$ の函数関係は事実上存在するが、 T_0 以降の全期間にわたって函数式を求めることは適当でない。それは確かに T との結びつき、したがって T 関連の各要素との直接的結びつきを可能とする意味では優れている。しかし函数式確定の手数と、当然求められる高次式の演算は、その後のすべての作業を煩わしいものとするから、実務的ではな

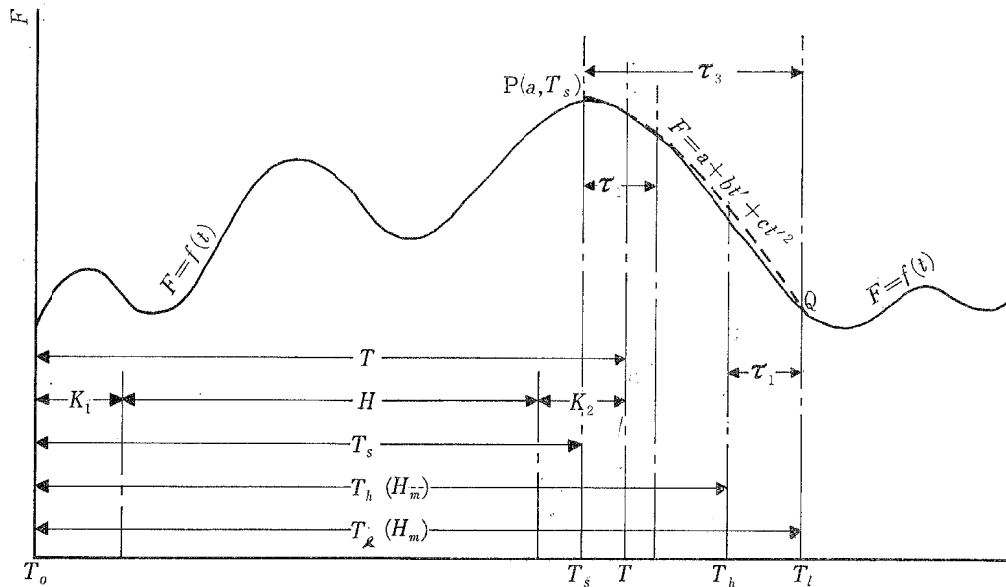


Fig. 6.

- τ_1, K_2 : The former is the same as Fig. 1 (B); the latter the same as Fig. 1 (B) K .
- T : The actual whole period of a voyage.
- K_1 : The running period to a fishing ground. ($K_1 = K_2$ here)
- T_0 : The starting time of voyage.
- T_s : The time determined with the suitable condition. (At the highest F price here)
- T_h : The earliest arriving time when H is the longest H_m .
- T_l : The latest arriving time when H is H_m .
- τ_3 : The period between T_s and T_l .
- $F(t')$: An artificial curve of the functional relation between F and t , which is the second order equation here.

い。本報では、第6図の例で τ_3 の示すような狭い範囲の $F-t$ 曲線に限定して注目し、 T との結びつきを間接的に行なう方式による。

5・1 標準解としての一般の手順

魚船の航海日程は、経験的におよその見当がついている。また操業航海の一応の標準は、 H を H_m とし、航海速力を機関特性の燃費最適値とする方法である。したがってこの標準速力を参考としながら、経済速力の存在の確率の高いと考えられる t 値を中心として、適当な巾を選択すればよい。

5・1・1 注目範囲 τ_3 と局限的 $F-t$ 曲線の選定

この意味で、まず H を H_m とし、毎時の燃費が実務上最低と考えられる低速（第1図の V_1 に相当する）で帰投する場合の t 値 T_t を求める。すなわち、 T_t はこの操業航海の日程として下限を意味する。そこで H を短縮する場合と、 V_s を実用の高速値とする場合の両面から考えて、総合的に高い経済性が予測される上限を選ぶ。第6図の例ではこの範囲での F 値の最高値 a に相当する T_s を選び上限とする。そして注目範囲 τ_3 につき $F-t$ 曲線の函数式を求める。

さて、 τ_3 に限定された $F-t$ 曲線は標準として2次曲線となる。この問題はなお別項で述べるが、本報では τ_3 の位置が $F-t$ 曲線のどのような相対位置にある場合でも、適当な近似的2次曲線を作図する。この作業は実務的に十分に意義のある程度の近似方式として、ほとんど常に可能である。

そこで、このように選定した局限的 $F-t$ 曲線を $F-t'$ 曲線とすると

$$F = a + bt' + ct'^2 \dots\dots\dots(9) \text{ と書ける。}$$

5・1・2 標準式の導き方とその一般的解法

そこで式 (9) $t' = T - T_s$, $T = H + D / 12 V_s$ から

$$F = a + b \left(H - T_s + \frac{D}{12} V_s^{-1} \right) + c \left(H - T_s + \frac{D}{12} V_s^{-1} \right)^2 \dots\dots\dots(10)$$

が求められ、さらに式 (4), (5), (8)', (10) から、次のように $G = f_3(H, V_s)$ の標準式が導かれる。これは式 (4)' の3つの函数のうち F を消去したことを意味する。

$$G = c\bar{w}H^3 + (b\bar{w} - 2\bar{w}T_s)H^2 + (a\bar{w} - b\bar{w}T_s + c\bar{w}T_s^2 - \gamma)H + \left(\frac{b\bar{w}D}{12} - \frac{2c\bar{w}T_sD}{12} \right)HV_s^{-1} + \frac{c\bar{w}D^2}{12^2}HV_s^{-2} + \frac{c\bar{w}D}{12}H^2V_s^{-1} - \beta V_s^{-1} - \alpha V_s^{-2} \dots\dots\dots(11)$$

そこで G の最大値に相当する H, V_s の値を求めるには次の各式による。

$$\frac{\partial G}{\partial H} = 3c\bar{w}H^2 + 2\bar{w}(b - 2cT_s)H + \left\{ \bar{w}(a - bT_s + cT_s^2) - \gamma \right\} + \frac{\bar{w}D}{12}(b + 2cT_s)V_s^{-1} + \frac{c\bar{w}D^2}{12^2}V_s^{-2} + \frac{c\bar{w}D}{6}V_s^{-1}H \dots\dots\dots(12)$$

$$\frac{\partial G}{\partial V_s} = -\frac{2c\bar{w}D^2}{12^2}HV_s^{-3} - \frac{\bar{w}D}{12}(b - 2cT_s)HV_s^{-2} - \frac{c\bar{w}D}{12}H^2V_s^{-2} + \beta V_s^{-2} - 2\alpha V_s \dots\dots\dots(13)$$

$$\frac{\partial G}{\partial H} = 0 \text{ より}$$

$$3c\bar{w}H^2V_s^2 + 2\bar{w}(b - 2cT_s)HV_s^2 + \left\{ \bar{w}(a - bT_s + cT_s^2) - \gamma \right\}V_s^2 + \frac{\bar{w}D}{12}(b + 2cT_s)V_s + \frac{c\bar{w}D}{6}HV_s + \frac{c\bar{w}D^2}{12^2} = 0 \dots\dots\dots(12)'$$

$$\frac{\partial G}{\partial V_s} = 0 \text{ より}$$

$$2\alpha V_s^4 + \frac{\bar{w}D}{12}(b - 2cT_s)HV_s - \beta V_s + \frac{c\bar{w}D}{12}H^2V_s +$$

$$\frac{c\bar{w}D^2}{72}H = 0 \dots\dots\dots(13)'$$

すなわち式 (12)' (13)' を満足させる H, V_s を求めればよい。

ただし、 H, V_s の解について必ず考慮しなければならない問題が2つある。

第1は数学的吟味である。すなわち式 (12), (13) の解法に伴う極値の性格の吟味であるが、演算は一般に船舶の実務として煩わしいものが多い。しかし反面この算式の各要素は性格および数値においておよその適用値が判明しているから、近似的に見当をつけることが一応実務としても可能である。

さらに経験的運航実績を背景として考えるとき、吟味自体を不要とする場合も多いと考えられる。商船の例で考えると、 V_s の3次式の会場では、ほとんど演算としての吟味を要しない。式 (13)' は4次式であるが、同様の推理が可能と思われる。この意味で、本報は演算による吟味を要しない方式を採る。ただし必要な場合は近似方式で行なうものとする。

第2は数学式から求めた理論値が実用上明白に不適當である場合の考慮である。 τ_3 の選択はその都度の判断で定められるが、一般に余裕をもって巾広く取ることが多い。したがって理論的には、その範囲の適値として船の機関の能力を越える値も出る可能性があり、また逆に極端に低速が求められることもある。これらはその時与えられた条件の限りでは正解であるが、実は当初からそのような極端な値を想定しない場合が多い。したがって、これは実状に適合しない見掛けの適値である。そこでこの意味での吟味として、総合的で実務的な考慮による修正が必要である。一般に機関の実用的適値を越える場合が問題であるから、それに最も近い実用値をもって V_s の解とする。 H についても同様で、特に端数については、切上げか切下げかを十分考慮する。

つきに式 (12)' が常に成立するための条件は、その判別式を A とすると

$$A = 2\bar{w}(b - 2cT_s)H + \bar{w}(a - bT_s + cT_s^2) - \gamma < 0 \dots\dots\dots(14)$$

が成立することを要する。そして式 (14) は特殊な事例を除いて一般に経済速力を考慮する場合には有効に成立する。また式 (13)' が常に成立するための条件は

$$\beta > 0 \dots\dots\dots(15) \text{ で、これは問題がない。}$$

結局、特殊な事例を除いて、一般に経済速力を算式によって求める多くの事例では、(12)' (13)' 両式が解法としての標準式となる。そして多くの場合、効果的な解が存在する。

ところで、この両式を解く一般的方式は、式 (13)' が V_s^4 を含むから必ずしも簡単ではない。しかし H, V_s はおよその適値をもっており、近似的に予想が可能であるから、それを手掛かりとして近似算法を行なうことは特別な負担ではない。そこで、適当回数繰返すことにより実務的に意味のある解の近似値を求めることができる。

またこの場合、グラフを用いる作図方式も有効な手段である。すなわち式 (12)', (13)' を直接関連させないで、適当な H, V_s によるそれぞれ別個の曲線を求める。ただし作図は同一の $H-V_s$ 座標軸に対して行なう。当然ながら式 (12)', (13)' をそれぞれ表現する両曲線の交点が解となる。

5・1・3 式 (14) の吟味 (第7図参照)

τ_3 の採り方は、その時の諸条件からその都度考慮されるが、一般に下限 T_l はおよそ前記の条件またはそれに準ずる条件から求められる。そして上限をどこに求めるかが問題の焦点となるが、一般に第7図の $\tau_a \sim \tau_h$ のいずれか1つまたはそれに近いものと考えられる。そして、これらに共通の性格上の分類として、本報は次の事例を採り上げ式 (14) の吟味を行なう。

(1) $c = 0$ の場合

これは τ_f, τ_h のように直線で示す事例、または τ_c, τ_d 等 $c \neq 0$ の場合を含めて、一般に $b > 0, b < 0$ の性格を読む場合に適當である。式 (14) から

$$A = 2\bar{w}bH + \bar{w}(a - bT_s) - \gamma$$

そこで

(i) $b > 0$ のとき (τ_h のとき, または類似的に τ_c の場合)

$$A = \bar{w}(a + 2bH) - (b\bar{w}T_s + \gamma) < 0$$

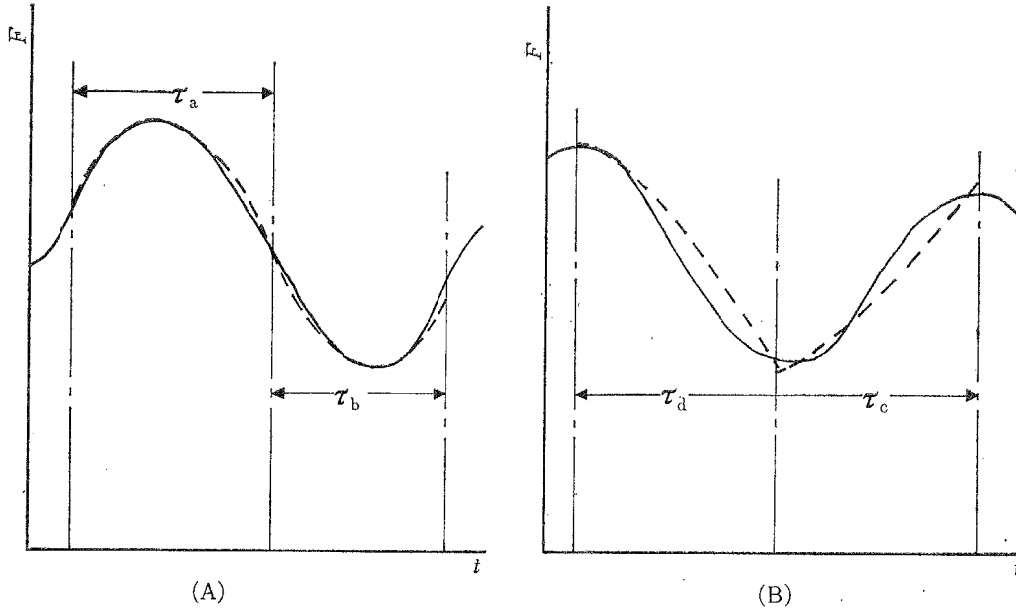


Fig. 7. Method of determining the artificial curve $F(t')$ which corresponds to $F(t)$.
 (A) : In case of taking a period of the half cycle of $F(t)$ curve, regarding $F(t)$ curve as a sine curve type.
 (B) : In case of taking a period between the points around a hump and a hollow.

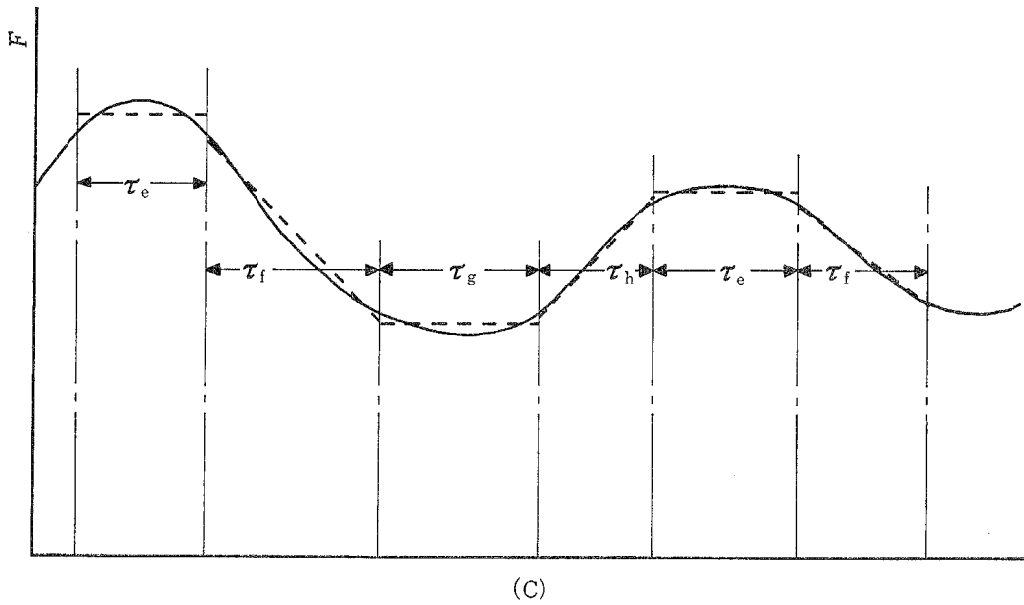


Fig. 7(C). In case of regarding $F(t')$ as a linear change.
 τ_e, τ_g : In case of constant F .
 τ_f : In case of decreasing F .
 τ_h : In case of increasing F .

(ii) $b < 0$ のとき (τ_f のとき, または類似的に τ_d の場合), $|b| = b'$ とすると $b' > 0$ と考えて,

$$A = \bar{w}(a + b'T_s + 2b'H) - \gamma < 0$$

(2) $c < 0$ のとき (τ_e の 2 次曲線の場合)

$|c| = c'$ とし, $c' > 0$ と考えると,

$$A = w\{2bH + c'T_s(4H - T_s) + a - bT_s\} - \gamma < 0$$

(3) $c > 0$ のとき (τ_g の 2 次曲線の場合)

$$A = \bar{w}\{2bH - cT_s(4H - T_s) + a - bT_s\} - \gamma < 0$$

これらの A の値はいずれも必ず負であること要するが, 一様に負である条件の中でも, 各要素間の相互的関連性には, それぞれの特徴が見られる。判別式は解の存在を確認する本来の意味の外に, 魚価, 速力および操業日数の適当な組み合わせによる経済性または生産性の程度を, 間接的に示すものと考えられる。

5・2 標準解の中での特殊条件

式 (11) は $G = f(F, H, V_s)$ の標準的算式として求めたものであるが, ある条件の中を持っている。したがってその中での特殊な条件は, それなりに重要性をもち, 実務の上でも考慮に値する場合がある。

5・2・1 魚価が定値を採る場合

これは第 7 図の τ_e, τ_g で曲線の平均的一定値を作図する場合, または第 8 図の (A) の場合が該当する。一般的には必ずしも最高 (低) 値圏とは限らないが, 事例としては, そのような極値圏が多い。また, 第 8 図 (B) のように, ある狭い巾の F 値の変動を比較的長期間つづける場合には, 近似方式としてその平均値 F_{mean} を考えることが実務上有効である。そして魚価が定値 F_c をとると, 式 (11) は次のように簡略化される。

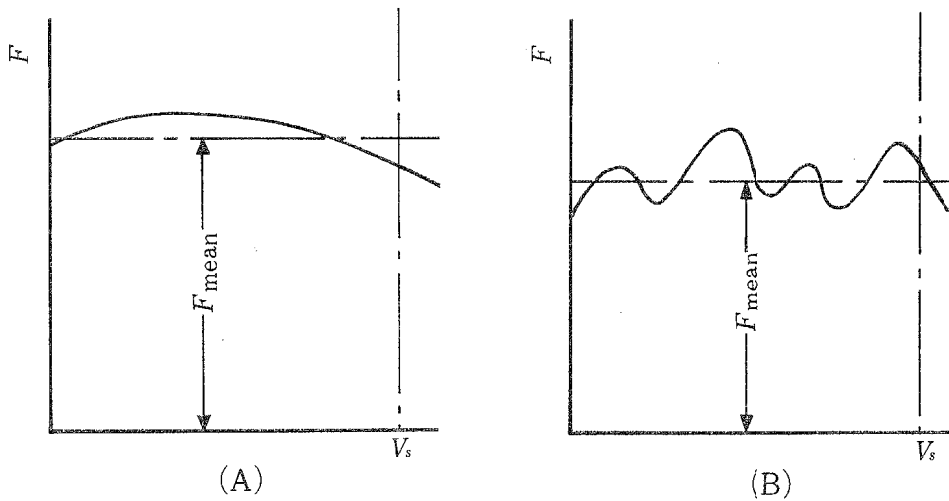


Fig. 8. Illustration of integral average values.
 (A) : In case of a lower degree equation type, (B) : In case of a higher degree equation type.

まず, 式 (4), (5), (8) から

$$G = \bar{w}F_c H - (\alpha V_s^2 + \beta V_s^{-1} + \gamma H) = (\bar{w}F_c - \gamma)H - \alpha V_s^2 - \beta V_s^{-1} \dots \dots \dots (16)$$

式 (16) は G が H に比例することを示し, しかも F_c が有効な値で定値をもつ事例を考えるから, 当然 H は H_m となる。この場合

$$G = (\bar{w}F_c - \gamma)H_m - \alpha V_s^2 - \beta V_s^{-1} \dots \dots \dots (16)'$$

そこで式 (16)' において G の最大値を求める。

$$\frac{dG}{dV_s} = -2\alpha V_s + \beta V_s^{-2}$$

$$\therefore V_s = \sqrt[3]{\frac{\beta}{2\alpha}} = \sqrt[3]{\frac{B''}{2P\kappa}} \dots\dots\dots(17)$$

ところで、式(17)は $P\kappa V_s^3 = PF_a'' = B''/2$ で、1日の燃費価格が B'' の $1/2$ である場合の速力を意味する。これは商船の場合において、収益が一定で運航経費を最小とする速力と同義であり、JOBSON¹⁶⁾ および、和辻¹⁵⁾の基礎式から導かれるものと全く同型となる。

5・2・2 魚価変動が時間の一次関数となる場合

第7図(C)の τ_f , τ_h の例が示すように、魚価変動は近似的に直線と見なして処理しても、実務上十分に効果がある場合が多い。このとき標準式(11)は、 c が0となるから、次のように簡略化される。

$$G = b\bar{w}H^2 + \left\{ \bar{w}(a-bT_s) - \gamma \right\} H + \frac{b\bar{w}D}{12} HV_s^{-1} - \beta V_s^{-1} - \alpha V_s^2 \dots\dots\dots(18)$$

また $\frac{\partial G}{\partial H} = 0$ の条件は、式(12)'より

$$2b\bar{w}HV_s + \left\{ \bar{w}(a-bT_s) - \gamma \right\} V_s + \frac{b\bar{w}D}{12} = 0 \dots\dots\dots(19)$$

同様に $\frac{\partial G}{\partial V_s} = 0$ の条件は式(13)'より

$$2\alpha V_s^3 + \frac{b\bar{w}D}{12} H - \beta = 0 \dots\dots\dots(20)$$

そこで、式(19), (20)を満足させる H , V_s の値を求める。解法は一般には標準式の場合に準ずる。

さて、ここで第7図(C)の τ_f と τ_h は算式としては同じ式(19), (20)より求めた事例であるが、性格が非常に相違し、経済速力算定上の性格において、ほとんど対称的ともいえる。

5・2・2・1 魚価が時間の増加関数である場合

まず τ_h の事例を見ると、これは時間の経過と共に魚価がますます好転する場合であるから、 H の値は式(19), (20)を用いるまでもなく、結果は $H = H_m$ となる。ただ式(19), (20)は、理論的一般論として、判別式が示すように、魚価の絶対値の条件が γ に比べて劣悪であるという極端な場合も含む。そこで実務としては、魚価条件が平常であれば当初から H を H_m として算定できる。すなわち式(18)は

$$G = b\bar{w}H_m^2 + \left\{ \bar{w}(a-bT_s) - \gamma \right\} H_m + \frac{b\bar{w}D}{12} H_m V_s^{-1} - \beta V_s^{-1} - \alpha V_s^2 \dots\dots\dots(18)'$$

となり、そして $\frac{dG}{dV_s} = 0$ の条件は式(20)から

$$2\alpha V_s^3 + \frac{b\bar{w}D}{12} H_m - \beta = 0 \dots\dots\dots(20)'$$

式(20)'から V_s の値は

$$V_s^3 = \frac{12\beta - b\bar{w}DH_m}{24\alpha} = \frac{B'' - b\bar{w}H_m}{2P\kappa} \dots\dots\dots(21)$$

$$\therefore V_s = \sqrt[3]{\frac{B'' - b\bar{w}H_m}{2P\kappa}} \dots\dots\dots(21)'$$

この場合 $b > 0$ であるから $B'' - b\bar{w}H_m > 0$ は不可欠の条件となる。また式(17)と比較すると、両式が包括式と極限条件を示す式との関係にあることがわかる。 b を除く条件が同一ならば当然ながら式(21)'の V_s は常に式(17)の V_s より低い。また、式(17)のときと同様に、それは1日の燃費価格が $(B'' - b\bar{w}H_m)/2$ に等しい時である。

5・2・2・2 魚価が時間の減少関数である場合

第7図(C)の τ_f および第6図の $F = f(t')$ の事例は $b < 0$ の場合であり、経済速力を求める手数が最も煩わしい。しかしそれだけ作業の持つ意味は大きい。

式(19), (20)より H , V_s を求めると、まず H を消去して V_s について整理すると

$$4\alpha V_s^4 - \left\{ \frac{D}{12} (a\bar{w} - b\bar{v}T_s - \gamma) + 2\beta \right\} V_s - \frac{b\bar{w}D^2}{12^2} = 0 \dots\dots\dots(22)$$

これより V_s を、つづいて対応する H をそれぞれ求める。極値の吟味は実務としては一般に不要であるが、解が多いから、必要の場合に行なう。また、正解が2つ以上ある場合には、実務上適當のものを1つ選ぶ。

5・2・3 操業航海の全期間を一定とする場合 (第9図参照)

漁業は主観的または客観的条件のいずれかによって、全期間 T を一定値 T_c とすることがある。また、 T_c が定まると自動的に F は一定値 F_c を採る。この定値は5・2・1の場合と異なり、第9図の例のよ

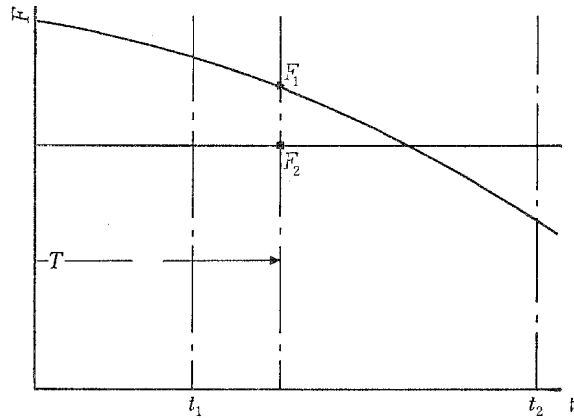


Fig. 9. Illustration of a constant value of F , in case of constant T .

うに魚価自体に変動の性格がある場合でも、 t の定値としての T_c に対応して固定的な1点の F_c 値を採る。

そこで $H = T_c - \frac{D}{12} V_s^{-1}$ だから、式(16)より

$$G = \bar{w}F_c \left(T_c - \frac{D}{12} V_s^{-1} \right) - \alpha V_s^2 - \beta V_s^{-1} - \gamma \left(T_c - \frac{D}{12} V_s^{-1} \right)$$

また $\bar{w}F_c - \gamma = Q''$ とすると、 Q'' は1日当りの収支の残で利益高を意味するが、 Q'' を用いると

$$G = Q'' T_c - \left(\frac{Q'' D}{12} + \beta \right) V_s^{-1} - \alpha V_s^2 \dots\dots\dots(23)$$

$$\therefore \frac{dG}{dV_s} = \left(\frac{Q'' D}{12} + \beta \right) V_s^{-2} - 2\alpha V_s$$

そこで $dG/dV_s = 0$ の条件から V_s を求めると

$$V_s^3 = \frac{Q'' D}{24\alpha} + \frac{\beta}{2\alpha} = \frac{B'' + Q''}{2P\kappa}$$

$$\therefore V_s = \sqrt[3]{\frac{B'' + Q''}{2P\kappa}} \dots\dots\dots(24)$$

ところでこの V_s は式(21)' のときと同様に、1日の燃費価格が $(B'' + Q'')/2$ に等しいときの速力であることを示す。この値から

$$H = T_c - \frac{D}{12} \sqrt[3]{\frac{2P\kappa}{B'' + Q''}} \dots\dots\dots(25)$$

6 結 論

ここで上述した諸結果に基づいて結論を出すと、次のようになる。

6・1 経済速力の意味と企業船の実務の実態

経営規模に立つ経済速力の問題は、過去長年問われて来たが、船の現場では必ずしも一般的に考慮されておらず、漁船の場合特にこの傾向が強いと思われる。この問題は本報で一通り論じたが、結論を導く上で再度考える必要がある。

経済速力は本質の意味では漁船も商船も変わらないが、その表現方法ではそれぞれ異なった特徴をもつ。商船では、速力の経済性問題は、設計上の速力選定と、その速力に見合った集荷の問題が主流で、航走時の速力選択は、いわば二次的な比重となる。勿論二次の速力も、経済の動勢の中での選択条件は複雑多岐で、それぞれに意味と方法とをもつが、本質はあくまで二次的である。商船の実務が経済速力に対して見かけの無関心を装い得るのは、出港前に大筋としての速力選定が終了していることを意味する。

6・2 漁船の実務上の問題点

漁船の実務は、このような見かけの無関心を装い得ない。設計上の速力選定の枠を越えて、巾広い魚価の変動が存在するかぎり、航走速力の選定によって、荷物の価値が大きな影響を受ける。

いわば商船の設計および集荷の営業的性格の相当部分を、船の運転速力の選択が負担する。もちろん魚価以外の要素による二次的性格の速力選定の意味は常に同時に存在する。

ところで問題は、その選定の実務の可能性である。商船より非常に困難で不安定な客観条件の中で、遙かに多く速力の選定を要求される漁船の立場は一般に苦しいといえる。そしてこの困難性と要求の強さは一見矛盾するが、むしろ1つの性格の表裏に過ぎない。それは果される必要があり、しかも果されたときの意味は大きい。

6・3 ま と め

以上の基本的性格と背景を考慮の上で、本報は標準と考えられる算式を導き、またその一般の解法につき解析した。その間に種々の仮定を設けたから、それらが適当であるかどうかの問題を含めて、解析自体としても今後多くの問題を残している。しかし標準式は魚価と漁獲量の予見が効果的に行なわれるかぎり十分に実用性がある。それは漁船速力の重要性を語ると共に、それを可能とする諸条件の存在をも明示する。その意味での基本的効用は本報の限りでも窺知できると考える。

おわりに、本報作製の上で、多くの貴重な助言を与えられた本大学校の手島逸郎教授および前田弘助教授に深謝する。

要 約

本報は漁船速力の経済的管理について述べたが、その作業は次の2つの過程に分けられる。第1は漁船速力の経済性に立脚した解析、第2はその解析に基づく経済速力算式を求めることである。

さて、船舶の経済性に関する基本的要素は大きさと速力である。漁船と商船とでは、装置および行動の上で、それぞれ個性的な特徴を示すが、いずれも、経済性の基盤を大きさと速力に置くことでは、同様である。設計上すべての要素はこの2つの要素の上に組立てられ、したがって行動上の機能の内容と限界が決められる。

すなわち、船の速力は収益および支出の条件に強く関与する。漁船の場合では、速力はまず、航走用および操業用具の1つとして収益保証の上で必須条件となる。また、速力の裏付けとなる燃料費は企業の経費の

中で非常に大きな比重を占めるから、支出の面でも強い影響を与える。

したがって収支の差引として最も効果的な速力を探す作業は当然企業に必須である。この意味において、商船では過去約1世紀にわたり、理論的にも実務的にも多くの努力が払われ、したがってそれに見合った実績が示されてきた。

しかし、ここでいう実務には設計と運航の2つの過程がある。そして運航実務としての経済速力に対する配慮は、必ずしも一般的ではない。逆にいうと、商船における速力の経済性は、ほとんど設計の段階で決まり、運航の段階ではそれなりに十分の意味をもつが、あくまで二次的な比重に過ぎない。

さて、漁船の場合では、速力の経済性に関与する条件は商船に比べて相当に複雑となる。すなわち収益は漁獲量と魚価によって決まるが、この主要な2つの要素は、速力を決めたい時期において、原則としてどちらも未知数である。これは速力の算定を困難とする最初の条件である。ただし本報では、この2つの要素を同時に未知数として扱うことの複雑さをさげ、漁獲量が平均値として把握可能であると仮定した。

一方支出条件と速力との関係は、漁船と商船とでは関与する項目が異なるけれども、企業船としての性格では共通のものが多し。結局、漁船の経済速力の特徴は収益の性格によって主に決まる。

ところで、その収益条件は前記のように未知であるばかりでなく、やがて実績となって現われる場合でも、一般に大きな変動様式を示す。これは速力算定上の第2の困難となる。

このように予見を必要とし、しかも変動する収益条件に対して、経済性の高い速力を選択することが課題となる。魚種により程度の差はあるとしても、設計の段階でこの困難性を大巾に満たすことは不可能である。もしそれを行なうとすると一般に船体に比べて不当に大きな動力を必要とし、船としての基本条件に反する。したがって設計上選ぶ速力には、商船の場合に可能であるように、それ自体が高い経済性を保証することは期待できない。それは運航の段階で、その都度の収益条件に即応して実務的に選択される時に始めて可能である。しかし、どの程度可能とするかの限界は常に存在し、設計上選択した速力範囲、すなわち機関の性能が基本条件となる。このように漁船の場合では、基本設計と運航実務の両者が常に同時に経済速力を決める作業に参画する。そしてそれぞれの役割があるとしても、運航の実務の比重が大きく、主導的であるといえる。

そこで本報では、魚価についてのこの2つの性格を中心として、実務上標準と考えられる経済速力算式を導いた。漁船の経済性はもともと魚価、操業日数および船速を函数として持つために、数学的性格は高次式型となる。また関連する要素が多いから種々の仮定を設けて未知数の多元化をさげ、あくまで操業の標準について解析したが、標準としても幾つかの特殊な条件を含むことを考慮した。したがって本報の示す算式は、それらの仮定が実用性を持つ範囲では単船の操業実務の大部分について十分の実用性をもつものとする。

しかし、本報は漁船の速力の経済性を考える上で、端緒を把握したに過ぎない。それ故、複雑多岐にわたる漁業の実態に対して多くの不備をもつと思われるが、これらの算式が実務上どのような意味をもつかはすべて今後の問題である。ただ問題の所在と解明の方向づけを行なったことは、意味があるものとする。

文 献

- 1) ANDERSON, J. : 1918. The Most Suitable Sizes and Speeds for General Cargo Steamers. *T. I. N. A.*, LX, 23~39.
- 2) CRIPPS, L. H. : 1930. Some Considerations on the Economics of Cargo Liners. *T. I. N. A.*, LXX, 239~259.
- 3) 関西造船協会造機研究委員会 : 1962. 商船機関部計画.
- 4) 増山元三郎 : 1964. 少数例のまとめ方 (I), (II).
- 5) 農林水産技術会議事務局 : 1964. 農林水産試験研究年報・水産編, 11.

- 6) 農林省統計調査部：1956～1959. 水産物市場価格調査報告, 昭31・1～33・12.
- 7) ——：1963. まぐろはえなわ漁業漁場別統計調査報告, 昭36・4～37・3.
- 8) ——：1965. 漁業経済調査報告・企業体の部, 昭38・1～12.
- 9) 小川晴男：1961. タンカー経営と石油輸送.
- 10) 岡庭博：1963. 海運の経営.
- 11) 大串雅信：1962～'64. 理論船舶工学 (上・中・下).
- 12) 佐波宣平：1962. 海運動学入門.
- 13) 谷口中：1952. 燃料消費量最小の航法と経済馬力の決定について. 造船協会々報, **84**, 53～50.
- 14) TUTIN, J. : 1922. The Economical Efficiency of Merchant Ships. *T. I. N. A.*, LXIV, 262～282.
- 15) 和辻春樹：1934. 貨物船の経済速力および大きさに就て. 造船協会々報, **55**, 211.
- 16) 郵船機関士協会：1934. 船舶の経済と速力 (["Economic Values and Speeds of Vessels" by J. W. JOBSON] 全訳). 郵船機関士協会々誌, 昭9・1.