

膜을 形成하고, 靜水中의 防蝕白試驗片上의 電解析出物은 酸洗하여도 잘 떨어지지 않을 程度의 緻密薄膜을 形成하는 理由로는 電解速度의 差異 以外에 다음 것도 생각할 수 있다. 卽 靜水中의 白試驗片은 回轉圓板의 試驗片보다 4時間 늦게 試驗을 始作하였으므로 白試驗片上의 緻密薄膜은 食鹽水中의 Ca^{2+} 및 Mg^{2+} 等の 密着性을 害치는 物質이 大部分析出된 後에 形成되었기 때문이 아닌가 생각된다. 換言하면 電析物의 密着性은 電析速度뿐만 아니라 同電解液中의 不純物의 影響이 컸지 않았는가 생각된다.

위 (1)~(6)項은 單順한 考察이므로 具體的인 것은 水壓分布狀態와 損傷무늬間의 定量的 關係와 같이 今後에 究明하여야 할 問題들이라 생각한다.

끝으로 이 研究를 指導해 주신 本學의 金相輪 教授와 東京商船大學의 賀田 教授에게 深心の 謝意를 表한다.

Ⅷ. 參考文獻

1. 賀田, 宮嶋, 等 海水中の回轉體의 腐食防止に關する研究 (第1報) P. 107~112 #14(1963年 東京商船大學研究報告)
2. 日本 學術振興會 腐蝕防止 第97委員會, 金屬防蝕技術便覽 P. 179~180 (1961)
3. 日本 學術振興會 腐蝕防止 第97委員會, 防蝕技術의 進歩 P. 89~99 (1963)
4. H. H Uhlig, Corrosion and Corrosion Control P. 95~98 (1965)
5. N. D. Tomashov, Theory of Corrosion and Protection of Metal P. 454~479 (1966)
6. F. A. Champion, Corrosion Testing Procedures, P. 128~132 (1964)
7. Butler & Ison, Corrosion and its Prevention in Water, P. 127~1931 (1966)
8. 山本洋一, 金屬의 腐蝕 及 防蝕 (上卷) P. 416 (1943)
9. 瀨尾正雄, 船舶의 電氣防食 P. 27~30 (1950)
10. 大谷南海男, 金屬表面工學 P. 108. 186 (1962)

船舶의 經濟速力에 對한 考察

(釜山—墨湖間 石炭輸送을 中心으로 하여)

辛 玟 教

Research in the economical speed of ships

(Condensing mainly about the transport of anthracite
between Mukho and Pusan)

by

Shin Min-kyo

Abstract

It goes without saying that the maritime transportation has to pursue acquisition of profit as it is an enterprise.

And if the speed of ships has influences on the enterprise of maritime transportation, what is the speed that brings us the profit as much as economically possible? If we name this speed the economical speed, how can we find out this?

When we consider the profit of maritime transportation, is the speed of ships reasonable economically, while it has continuously increased?

We can find some formulae that show the economical speed of ships when we calculate and classify the various items influencing the economical speed of ships, and the items can be enumerated as follows: freight, carrying capacity, port charge, cost of fuel, period of anchorage and distance of navigation.

Therefore we can tell whether the speed of any ship that is being operated is economically reasonable or not, if we get the speed of the ship, applying these formulae to it. And the readers will learn that the economical speed of the theoretical formulae correspond here almost with that which have been resulted from the operation of the S.S. Bando and the S.S. Hwasun which have transported, in the main, anthracite between Mukho and Pusan.

目 次

I. 序 論

II. 經濟速力

1. 意 義

2. 經濟速力の 一般公式

III. 釜山—墨湖間 石炭輸送에 나타난 經濟速力

1. 半島號의 境遇

2. 和順號의 境遇

IV. 結 論

I. 序 論

海上運送手段으로서 船舶이 登場한 것은 이미 오래된 일이다. 배를 물위에 띄운다는 觀念은 人類의 原始時代부터 있었던 것으로 生覺되나 船舶의 起源에 關係서는 世界 어느 나라에도 正

確한 記錄이 없고 有史以前것은 쉽게 알길이 없다. 그러나 今日에도 文化가 發達되지 않는 未開地의 一部에서는 古代에 使用하던 그대로의 形態인듯 한 原始的 船舶이 存在하고 또 實用되고 있는 것을 發見할 수 있다. 이들로 해서 原始時代로부터 船舶이 어떻게 해서 生成되었는지 大略 推測할 수도 있다. 原始人은 처음에 河川을 흘러가는 本片이나 葉片을 보코 水上에 浮上할 수도 있다는 것을 知覺했을 것이며 次次 獨木(獨木船)를 製作해 내기에 이르렀을 것이다. 뗏목에서부터 出發한 船舶 비슷한 것이 獨木船이 되고 次次 皮船 樹皮船으로 組立船의 領域에 까지 到達하게 되었다. 저 有名한 「노아」의 배도 아마 이런 種類의 것이 아닌가 生覺된다.

世界文明과 더불어 船舶도 發達되어 갔다. Egypt 時代에 이르러서 造船術도 發達되어 帆船에 櫓를 使用하도록까지 되었다. 希臘時代에 이르자 이미 200 乃至 300噸, 速力 約 5knot의 船舶이 생기게 되었다. 그러나 Columbus의 最大의 船舶 Santa Maria號가 겨우 237噸에 不過하였고 18世紀에 到達해서도 Europe 航路에 100~300噸, 東印度航路에서 300~500噸에 不過한 것이며 「마제란」의 世界周航船이 不過 120噸이었고 人力이나 風力을 利用하여 不過 數knot의 速力으로 移動했던 것으로 보아 19世紀 以前의 海上運送의 技術의 進步는 微微한 것이었다 19世紀에 到達하자 技術的 經濟的 進步가 海上輸送面에도 나타나기 始作하게 된다.

即 各種 船用機械類는 改良되어 갔고, 그동안 動力界를 風靡한 蒸汽機關도 모자라서 새로운 內燃機關이 發明되었다.

最初의 大洋橫斷船 Savannah號(320噸)가 大西洋橫斷에 1個月을 消費했는데 比하여 United States號((53,000噸)가 最高 35knot의 速力으로 그동안 Queen Mary號(81,000噸)가 31knot로 차지했던 Blue Ribbon을 獲得한 것이 이미 1952年의 일이다.

近來에 와서 商船은 國際的인 競爭과 아울러 두차례에 걸친 世界大戰의 結果 그 潜在的 國防力의 輸送能力으로서의 向上이 圖謀되고 있으므로 船舶速力의 增加라는 必然的인 結果를 가져 왔다.

이러한 船舶速力의 增加는 이미 많은 사람들이 豫見한바 있었고 實地面에서도 20世紀初 不定期船의 通常速力이 10knot 未滿이던 것이 그 後半世紀가 지난 數年前에 不定期船 11~13knot, 定期船 16~18knot로 늘었고 現時刻으론 이 速力도 이미 뒤떨어지는 感이 있다. 1959年 1月 美聯邦 海事局長官代理 Mr. Ben H. Guil은 『聯邦海事局이 高速力의 美國籍船舶의 建造에 對하여 美國 定期船 船主와 意見의 一致를 보아 速力 18knot는 美國 定期船이 받아들일 수 있는 最低의 標準이고 특히 太平洋水域에서는 速力 20knot를 標準으로 삼는다』고 하였다.

一般的으로 말할 때 이러한 船舶速力의 增加는 貨物運送量의 增加를 가져오고 運送量의 增加는 運賃收入의 增加를 가져 오게 된다. 이러한 速力의 增大에서 오는 運賃收入의 增加는 그 結果的으로 齊來되는 諸費用의 增加를 充當하고서 純收入面에서의 플러스를 가져오느냐 하는 것은 그때 그때의 航路運賃, 機關의 種類, 燃料 消費量 등에 따라 다를 것이나 如何든 船舶速力의 꾸준한 增加傾向은 世界的인 大勢인 것이다. 1950年 12月 6·25 事變에 對한 美大統領의 非常事態 宣言에 뒤따라 議會는 1951年 1月 25隻의 Mariner型 (20knot의 高速貨物船)船舶의 建造를 決定하였고 1953年 7月 6·25 事變이 終結되자 이들 高速貨物船中 29隻이 1955년부터 1957年 사이에 民間船主에게 拂下되었던 것이다. 이 Mariner型 貨物船은 戰時用 및 平時 商業用으로 政府豫算에서 支出 建造된 것이나 1955年頃까지도 美國船主들은 商業 目的으로는 不經濟的이고 不適當하다는 理由로 興味를 表示하지 않았으나 1956年初 以來 그 高速船이 갖는 商業的인 有利性이 次次 立證되어 滿載航海速力 20knot는 前記한바 美國 定期船船隊의 標準으로 되었다.

1952年 10월에 Los Angels에서 美國 Propeller Club 後援으로 열린 美國 商船協議會 席上에서 William M. Callaghan 提督은 『느린 速力은 即 빠른 죽음』이라고 表現하고 있는 것을 보

아도 兩次的 世界大戰에서 各國이 高速 商船隊의 必要性을 얼마나 뼈저리게 느끼고 있었는지 알 것이다. 이러한 世界的인 傾向속에서 우리 나라 海運界 一線에 서 있는 船舶의 速力問題는 外國에 比해서 極히 寒心스러운 現象인 바 海運業이 企業으로서의 性格을 떠나지 못하는 以上 그 運航面에서의 適正한 速力을 無視할 수는 없는 것이다. 그 中에서 沿岸 海上運送의 많은 部分을 차지하는 墨湖—釜山間의 無煙炭 輸送에 從事하고 있는 貨物船에서의 運航速力을 經濟的으로 檢討함으로써 制限된 範圍內에 있는 韓國 海運企業의 合理的 經營과 그에 따른 經濟的 速力을 考察하고자 하는 것이다.

Ⅰ. 經濟的 速力

1. 意 義

海運이란 海上運送의 네글짜에서 만 것으로 海上에 있어서 船舶을 手段으로 사람이나 物品을 運送하는 行爲이다.

사람이나 物品의 運送이란 사람이나 物品의 移動 即 空間的 變換을 이루는 行爲이다. 今日 世界는 한 個의 市場과 같이 되어 國際間的 交流는 每年 隆盛해 지고 各國 相互間에 共存共榮의 相互 依存關係를 깊이 하고 있는 것도 事實이다. 또한 海運은 그 나라의 隆盛衰退에 關係가 깊은 것으로 古來로 海運이 隆盛한 國家로서 國力이 雄大하였다는 것은 羅馬, 和蘭, 英國 그리고 美國을 보아도 明白한 일이다. 獨逸의 Bissing 教授는 그 著「交通政策」에서 『世界商業의 半은 바다를 거쳐서 行해진다. 따라서 世界經濟에 있어서 國際的 分業을 構成하고 이것을 維持할 수 있다는 前提가 되는 것은 海運이다. 大工業과 大海運과는 相互間에 職能的으로 密接한 關係에 立脚해 있다. 有能한 商船은 輸出入을 隨伴하는 高度로 發達한 工業에는 不可缺의 것이다.』라고 말했으며 美國의 Taff 教授는 그 著「運送經營論」에서 『世界에 있어서의 사람이나 資源의 分布는 大端히 不均衡의이다. 이 不均衡의 關係가 國內 또는 國際間에 있어서의 重要한 社會的, 經濟的 影響을 가지는 것이다. 이 不均衡狀態로 하는데 重要한 役割을 하는 것이 運送이다.』라고 말했지만 海運이 國家間的 生産物, 人力, 自然的 資源의 交換 供手給段으로 重要한 것은 새삼 말할 必要도 없는 것이다.

이러한 海運이 前代에는 今日과 같은 獨立한 海運業者가 있었던 것이 아니고 商人이 即 海運業者이었다. 그러므로 運賃을 別途 計定할 必要가 없었던 것이다. 그러나 商業이 繁昌해 지고 貿易이 發達되면서 商人과 獨立하여 海運業者가 생겨 商人은 海運業者로부터 船舶을 備船해서 自己貨物을 運送하던지 그렇지 않으면 貨物을 海運業者에게 委託해서 運送하게 되었다. 即 海運業者는 船舶을 所有하여 이것을 賃用하거나 또는 直接 運營하여 財貨를 運送해서 代價인 運賃을 取得하기에 이르러, 하나의 새로운 企業 即 海運企業이 생기게 된 것이다.

海運企業에 있어서는 船舶, 燃料, 勞動等 一定한 生産要素를 綜合하여 運送用役을 生産한다. 이들 運送用役을 生産하기 爲한 生産要素는, 勿論 消費되는 費用이며 이것들을 消費해서 그 結果 生産된 價値 即 運送用役이 生産品이며 이 運送用役을 給骨함으로써 生産品의 代價인 運賃을 얻게 되는 것이다. 이 運送用役이라는 生産品의 生産費를 可能한 限 最少로 하면서도 가장 多量의 生産 即 가장 많은 運送用役給骨라는 것이 海運企業의 生命이 되는 것은 다시 말할 必要도 없는 것이다.

運送用役 給骨의 代價로서 얻는 運賃은 海運企業에 있어서 重要한 意義를 가진다. 運賃의 決定은 一般商品의 價格形成과 똑 같은 것으로 競爭運賃價格과 獨占運賃價格의 二個로 나눌 수 있다. 前者는 自由市場에서 모든 市場要素가 自由活動을 할 수 있는 境遇에 形成되는 것이고, 後者는 이러한 것이 獨占되어 있는데서 오는 것으로 運賃決定이 一方的이다.

그러나 假令 獨占運賃이라 해도 限度가 있는 것으로 唯一한 運送用役 給骨者라 해도 運賃決定의 唯一한 能力者는 못된다. 그것은 運送用役 需用者의 支拂能力에서 制限을 받게 되며 이 支拂能力보다 높은 運賃을 定한다 하면 運送은 發生치 않을 것이며 發生한다 해도 大端한 制限을 받게 된다.

그러나 運送業者는 運送用役 給骨를 獨占함으로써 需用者로 하여금 支拂할 수 있는 最高의 運賃을 支拂케 할 수 있는 것이다.

한편 競爭運賃은 各業者間에 相互 競爭하는 狀態下에서 決定되는 運賃이며 一般의으로는 이 競爭運賃價格이 大部分을 차지하고 있다. 따라서 需用에 따른 供給者의 競爭如何로 多分한 他律的인 要素에 依해서 運賃價格이 變動한다.

그런데 問題는 簡單하지 않다. 假令 運賃을 一定하다 해 놓고——事實은 運賃의 微妙한 變動을 豫測할 수는 없는 것이므로——다음 問題는 生産費를 如何히 減少시켜 生産品인 運送用役에 對한運賃에서 얻는 利潤을 最大로 하느냐 하는데에 있으며 이것이야말로 企業으로서의 海上運送用役 生産인 海運業의 至上命題인 것이다.

生産費인 運送費用은 運送에 要하는 實際費用으로 固定費(利子, 減價償却費, 保險料等), 航海費(燃料費, 船員의 給料 및 食費, 維持費, 港費等)와 陸上費(經常費, 代理店費等)들로써 이들의 世界的인 價格變動으로 不斷한 動搖가 있는 것도 事實이다.

그러나 이들의 모든 可變價格이 一定不變이라 하더라도 船舶 航海速力의 變化에서 오는 生産費의 變動이 또 있다. 燃料消費量은 航海速력과 多大한 關係가 있다. 元來 速力이라는 것은 海運企業의 生産費와는 두가지 點에 關係되는 것으로 하나는 貨物積載量에 影響되고 또 하나는 消費燃料의 量에 影響하는 것이다. 即 速力を 크게 하면 馬力を 크게 하여야 하므로 따라서 機關室이 占有하는 容積이 커지고 그 結果 貨物積載量이 減少하고 生産費가 그만큼 높아진다. 아울러 大機關을 使用하는 境遇에는 機關人員도 增加되고 給料給食費도 增加한다고 봐야 한다. 다음에 速力を 增大하고자 하면 그 增大의 比率보다는 越等히 큰 比率로 馬力增加가 必要하고 따라서 燃料消費量 또한 큰 比率로 增加하게 된다. 그 위에 大機關製는 오서 作建造費에의 必然的인 增加도 同伴한다.

한편 速力の 增加는 一定距離에 對하여 航海時間을 短縮할 수 있으므로 生産量(輸送量)이 增加되며 또 單位生産量(輸送量)에 對한 各種 費用(速력에 따라 變動되지 않는)은 減少된다.

그러나 他方으로 速力を 低下시키면 一定距離에 對해서 航海時間이 延長되고 年間 航海度數가 減少되어 燃料의 節約에서 얻을 수 있는 利潤을 蠶食하고 말 것이다.

이들을 要約해 보면 輸送貨物船의 噸當建造費, 固定費, 燃料費 等 運送用役의 生産費 一部는 高速船일수록 高價이고 그 反面 噸當 勞動費, 陸上費 等 一部 費用은 廉價로 된다. 따라서 우리는 이 相反된 要素인 兩者를 適當히 綜合해서 上述한 바와 같이 增加一路에 있고 隨時로 變動될 수 있는 船舶運航速력에 適當한 數值를 賦與하여 最大의 利潤을 獲得하도록 研究 運營하지 않으면 아니될 것이다.

여기서 船舶의 運航經費를 考慮할 때 그 가장 重要한 部分을 占有하는 것은 무엇보다도 燃料費의 問題이다. 燃料費가 運航經費中에 占有하는 比率는 勿論 各其 船舶의 燃料消費量, 配船航路 等の 如何에 따라 一率의인 것은 아니지만 一般 貨物船인 境遇 45%에서 50%에까지도 到達하는 일이 있으므로 그 増減은 크게 各船舶 自體의 運航採算을 左右하는 結果가 된다. 事實 速力の 增加는 그 速力の 3乘에 比例해서 增加되어 가는 燃料消費量의 顯著한 增加를 同伴한다. 그러므로 所要機關의 馬力を 比較하면 簡單히 推定할 수 있다.

2次大戰 中の 美 戰時標準船이던 Liberty型 貨物船과 Victory型 貨物船에서 重量噸은 大差

없는 10,800噸인데 運航速力 11knot인 Liberty型에 所要된 主機關馬力은 2,500 馬力이며 16knot인 Victory型에 所要된 機關馬力은 6,000~9,350馬力이다. 最新 Mariner型 貨物船의 重量噸이 13,400噸에 不遇한데 20knot의 速力을 爲하여 17,500馬力이 所要된다. 또 商船과는 다른 것이나 2次大戰 中 日本이 高速力 驅逐艦(3,000 排水噸)에 40knot를 내기 爲하여 裝備한 機關이 無慮 75,000 馬力이었다는데서도 速力의 增加에 따르는 燃料의 消費量이 얼마나 큰 것인가를 알 수 있다.

(註) 燃料의 消費量은 ①機關을 改良함으로써 ②機關의 種類를 잘 選擇함으로써 어느 程度 減少시킬 수는 있다.

이러한 相反되는 狀況下에서 運航利益을 最大로 낼 수 있는 速力은 如何히 發見해 내야 하는가. 船舶運用費 一部는 速力의 增加에 따라 比例的으로 減少하나 燃料費를 包含한 航海費는 急作히 增加해 나간다. 이 兩者를 適當히 配合하여 生産費 다시 말해서 運送費用을 最少로 하는 速力을 찾아 낸다면 이 速力이 即 經濟速力이다. 우리는 이것의 1日當 運航利益을 最大로 할 수 있는 速力이라고 限定함으로써 此後에 올 混雜에서 벗어날 수 있을 것이다.

그러나 이 經濟速力은 航海日數와 碇泊日數의 變動에서 相違해 지고, 航路와 航次에 依해 變化되며 또 運賃이나 燃料價의 高低는 一定치 않고 海上 氣象이나 海流의 影響도 받고, 船底의 抵抗에 依해서도 變하며 그 外로도 많은 市場價格의 起伏에 따라 銳敏하게 動搖된다는 것을 우리는 認識해야 할 것이다.

1. 經濟速力의 一般公式

前節에서도 말한 바와 같이 1日當 運航利益을 最大로 하는 것이 企業者로 하여금 年間 利益을 最大로 하는 길인 것은 말할 것도 없는 것이다. 이 1日當 運航利益은 即 그때 그때의 純利益을 航海日數로 除한 商이 된다.

그러면 이 最大利益을 내는 運航速力을 求하는 公式을 誘導하기로 하는데 于先 그 前에 數多한 要素 가운데 몇가지를 假定해 둘 必要를 느낀다.

첫째 速力과 燃料消費量과의 關係에서 燃料消費量은 그 速力의 3乘에 比例해서 變化한다.

둘째 船舶의 積載量은 重量噸數로 하며 積荷狀態는 언제나 滿載이고 따라서 燃料積載量이 많아지면 그만큼 貨物輸送量은 적어진다.

셋째 航海中の 船舶은 氣候, 風向, 海流 等の 影響을 받지 않을 뿐더러 船底의 狀態도 一定하여 速力에 累를 미치지 않는다.

넷째 港費 其他 碇泊中の 諸費用은 一定하며 또 碇泊日數도 變함이 없다.

只今

w ; 船舶重量噸數

x ; 積載貨物量

r ; 航海距離

v ; 經濟的 速力, 即 1日當 最大利益을 내는 速力

a ; 碇泊日數

b ; 航走日數

$$\therefore b = \frac{r}{24v}$$

y ; 航海日數

$$\therefore y = a + b = a + \frac{r}{24v}$$

k ; 燃料係數 $k = \frac{c_0}{v_0^3}$ $\therefore c_0 = kv_0^3$

v_0 = 一定速力

$c_0 = v_0$ knot 때의 燃料消費量

$\therefore v$ knot 때의 燃料消費量 $c = kv^3$

f ; 噸當 純運賃, 即 貨物費 手數料 等 貨物 1噸當 費用을 噸當 運賃에서 差引한 것

p ; 噸當 燃料價格

m ; 船舶의 1日當 船費

n ; 港費 其他 碇泊中の 諸費用

이라 하고

I ; 運賃收入

E ; 運送費用

G ; 運航利益 即 運賃收入 - 運送費用

$\therefore G = I - E$

그러므로 1日當 利益을 Q 라 하면

$$Q = \frac{I - E}{y}$$

그런데 積載貨物量 x 는 速力 v 의 函數이며 航海日數 y 도 速力 v 의 函數이고 運送費用 E 는 積貨物量 x 의 函數로 生覺할 수 있으므로

$x = F(v), y = \phi(v), E = \Psi(x)$ 로 表示된다.

$I = f \cdot x$

이므로 (1)式은

$$Q = \frac{I - E}{y} = \frac{f \cdot x - \Psi(x)}{y} = \frac{f \cdot F(v) - \Psi[F(v)]}{\phi(v)}$$

로 表示되고 Q 는 v 의 函數이다.

그러면 Q 를 最大로 (缺損運航일 때는 最小로) 하는 速力 v 를 求하는 것이므로

$Q = \frac{I - E}{y}$ 를 v 에 關해서 微分하여

$$\frac{dQ}{dv} = \frac{d}{dv} \frac{I - E}{y} = \frac{\frac{d}{dv}(I - E) \cdot y - (I - E) \frac{dy}{dv}}{y^2} = \frac{1}{y} \frac{d}{dv}(I - E) - \frac{\frac{dy}{dv}(I - E)}{y^2}$$

우리가 求하는 v 는 $\frac{dQ}{dv}$ 를 零으로 하는 것을 滿足해야 되므로

$$\frac{dQ}{dv} = 0 \text{ 이라 놓으면}$$

$$y \frac{d}{dv}(I - E) - \frac{dy}{dv}(I - E) = 0 \dots \dots \dots (1)$$

다음에 于先 載貨量을 計算하지 않으면 아니된다. 航海에 必要한 燃料量은 (航走日數) × (1日의 燃料消費量) 이므로

$$\frac{r}{24v} \times kv^3 = \frac{rkv^2}{24}$$

으로 表示된다. 따라서 載貨量 = (所要 燃料量을 包含하는 載貨重量噸數) - (所要 燃料量) 即

$$w - \frac{rkv^2}{24}$$

그러면 運賃收入은 (純運賃) × (載貨量) 이므로

$$\text{運賃收入 } I = f \cdot \left(w - \frac{rkv^2}{24} \right) \dots\dots\dots(2)$$

또 運送費用은 (1日當 船費×航海日數)+(所要燃料量×燃料價格)+(港費 其他)이므로

$$\text{運送費用 } E = m \cdot y + p \cdot \frac{rkv^2}{24} + n \dots\dots\dots(3)$$

따라서

$$\begin{aligned} \text{運航利益 } G &= I - E \\ &= f \left(w - \frac{rkv^2}{24} \right) - \left(m \cdot y + p \cdot \frac{rkv^2}{24} + n \right) \\ &= f \cdot w - (f+p) \cdot \frac{rkv^2}{24} - m \cdot y - n \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

여기에서

$$\begin{aligned} \frac{dG}{dv} &= \frac{d}{dv} (I - E) \\ &= - \frac{2(f+p)rkv}{24} - m \frac{dy}{dv} \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$$

(4) (5)式을 (1)式에 代入하여

$$y \left\{ \frac{2(f+p)rkv}{24} - m \frac{dy}{dv} \right\} - \frac{dy}{dv} \left\{ f \cdot w - (f+p) \cdot \frac{rkv^2}{24} - m \cdot y - n \right\} = 0$$

여기서 또

$$\begin{aligned} y &= a + \frac{r}{24v} \\ \therefore \frac{dy}{dv} &= - \frac{r}{24v^2} \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

(6)式으로 上式의 兩邊을 除하면

$$2y(f+p)kv^3 - m \cdot y - f \cdot w + (f+p) \cdot \frac{rkv^2}{24} + m \cdot y + n = 0$$

$y = a + \frac{r}{24v}$ 를 代入整頓하면

$$2 \left(a + \frac{r}{24v} \right) (f+p)kv^3 + (f+p) \cdot \frac{rkv^2}{24} - f \cdot w + n = 0$$

$$2a(f+p)kv^3 + \frac{2rkv^2}{24} (f+p) + (f+p) \cdot \frac{rkv^2}{24} - f \cdot w + n = 0$$

$$k(f+p) \left(2av^3 + \frac{rv^2}{8} \right) = f \cdot w - n$$

$$\frac{fw-n}{k(f+p)} = 2av^3 + \frac{rv^2}{8} \dots\dots\dots(7)$$

이 (7)式이 우리가 願하는 經濟의 速力을 求하는 一般 公式이다. 여기에서 留意해야 할 것은 m 을 包含하는 項이 없다는 것이다. 船費 m 은 直接으로 經濟的 速力을 決定하는데 關係가 없다. 이 (7)式으로 速力 v 以外의 各要素가 決定되면 v 는 곧 求할 수 있다. 各要素는 航海를 달리하는데 따라 各各 相違하므로 各 航海마다 生産條件이 變化하면 當然히 經濟的 速力은 變化되지 않으면 아니된다.

Ⅲ. 墨湖一釜山間에 있어서의 現役 貨物船의 經濟速力

1. 半島號의 境遇

(註) 汽船 半島號는 韓國海洋大學 所屬의 練習船으로 元來 貨物船이던 것을 그 一部를 改造하여 練

習船으로 만든 것이다. 美國의 Hawaii를 비롯하여 自由中國의 基隆, 高雄, 日本의 大阪, 神戶, 名古屋, 橫濱, 室蘭 等地를 巡訪한바 있다. 全長 101.4m, 積載重量噸數 2,830, 主機馬力 1,500으로 船員이 練習監 以下 約 50名이고 搭乘한 實習生은 約 80名이다.

第2表 S. S. BAN DO의 運航實績

1963年 5月 27日 12:45~1963年 8月 6日 8:15

航次	區間	航海時間	碇泊時間	燃料消費量
4	釜山—墨湖—釜山	18:30 21:00	250:00	航走用 269噸
5	釜山—墨湖—釜山	20:15 21:15	250:15	碇泊用 161噸
6	釜山—墨湖—釜山	21:30 21:30	223:00	其他 15噸
7	釜山—墨湖—釜山	19:15 20:30	145:15	
8	釜山—墨湖—釜山	21:15 20:15	75:30	
9	釜山—墨湖—釜山	19:00 21:00	111:00	
10	釜山—墨湖—釜山	20:45 21:00	96:15	
11	釜山—墨湖—釜山	21:00 21:00	78:30	
12	釜山—墨湖—釜山	22:00 21:00	97:45	
計		372:00	1,327:30	

半島號가 釜山—墨湖間의 石炭輸送에 從事한 것은 1963年度 第4次航부터 第12次航까지로 이 동안의 運航實績은 第1表와 같다.

釜山—墨湖間 第4次航부터 第12次航 사이는 實習生이 搭乘치 않는 것으로 보코 積載重量噸數를 4,500으로 하고 第1表에 依據하면 航走時間이 372時間이므로 出入港時의 徐速時間 約 18時間을 除한 總航走時間은 354時間이므로 總航走距離 3,024mile에서 平均速力 $v_0=8.5$ 를 얻는다. 다음에 燃料消費量을 計算하면 1日當 17.4가 나오므로 $k=0.029$ 이다.

다음에 이 期間의 運航費를 내보면 船費는 第2表, 港費는 第3表와 같다. 여기에서 1航次의 港費 170,864원과 1日當 船費 30,788원을 얻는다.

第1表에 依하면 正常的인 運航狀態에서 1航次의 碇泊日數를 約 4日로 볼 수 있다.

運賃은 墨湖—釜山間 噸當 241원 60전이나 代理店에 支拂하는 手數料 2分5厘을 除하면 純運賃은 235원 56전이다.

燃料用 重油는 當時 商工部 告示價格에 依하면 D/M當 902원로 噸當으로 換算하면 $1M/T=264$ US G/A, $1 D/M=53$ US G/A로 보아 1噸當 4,496원으로 約 4,500원이다.

이들 各 要素를 整理해 보면

- 重量噸數 w ; 4,500
- 航海距離 r ; 336
- 燃料係數 k ; 0.029
- 純運賃 f ; 236

燃料價格 p ; 4,500
 碇泊日數 a ; 4
 日當船費 m ; 30,788
 港費其他 n ; 170,864

이들을 第7式

$$\frac{fw-n}{k(f+p)} = 2av^3 + \frac{rv^2}{8}$$

에 代入 計算하여 整理하면

$$\frac{236 \times 4,500 - 170,864}{0.029 \times (236 + 4,500)} = 2 \times 4 \times v^3 + \frac{336v^2}{8}$$

$$8v^3 + 42v^2 - 6,504 = 0$$

即 v 에 關하여 3次式이 나온다.

v 를 求하기 爲하여 Newton의 近似值의 法則을 利用하면 v 는 10 보다는 작은 數字임이 틀림 없으므로 第1近似值 a_1 은

$$a_1 = a - \frac{f(a)}{f'(a)}$$

에서 $a_1 = 10 - \frac{5,696}{3,240} = 10 - 1.758 = 8.242$

第2近似值 a_2 는

$$a_2 = a_1 - \frac{f(a_1)}{f'(a_1)}$$

에서 $a_2 = 8.2 - \frac{729.6}{2,281.6} = 8.2 - 0.3195 = 7.9$

$$\therefore v \approx 7.9$$

이것은 半島號 墨湖—釜山間의 運航速力에 近似하므로 現想에 가까운 運營狀態인 것을 알수

第2表 運航費 內譯 (船費)

S. S. BAN DO

1963年 5月 27日~8月 6日

內 譯	金 額	備 考
人 件 費	584,870	
主 副 食 費	134,766	
修 理 費	667,763	入渠中間檢査 其他 各部修理
需 用 費	377,488	消耗品代
保 險 料	194,460	
發 電 原 動 機 油 代	126,140	船內 Dynamo 燃油代
被 服 代	43,260	船員夏服
清 水 代	12,450	缶水, 飲料水代
雜 費	13,966	通信料, 醫藥品代
計	2,155,163	
期 間	70日	5月 27日~8月 6日
平 均	30,788	每 1日當

第3表 運航費 內譯(港費 其他)

S. S. BAN DO

1963年 5月 27日~8月 6日

內 譯	金 額	備 考
Light 3 Dues	118,930	
Wharfage	17,194	
Launch service fee	65,484	Launch hire fee, Launch service fee
Tug hire	26,000	
Pilotage	99,060	
Husbanding fee	180,000	
其 他	1,782	Line handling charge + Comm. fee
早 出 料	978,692	釜山 墨湖 兩港分
作 業 費	50,637	
計	1,537,779	
航 次 數	9	
平 均	170,864	每 1航次當

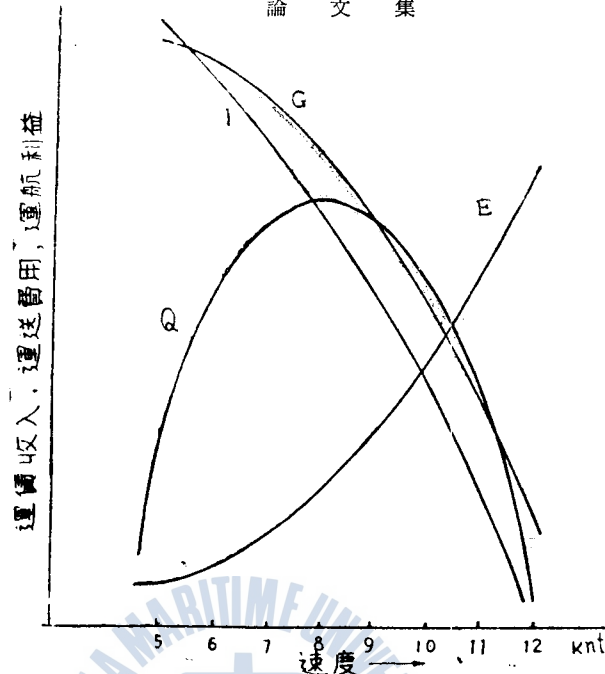
있다.

追加해서 速力의 變化에 따른 運賃收入 = I, 運送費用 = E, 運航利益 = G, 日當利益 = Q를 求해 보면 第4表 및 第1圖와 같이 된다.

第4表 半島號의 速力과 運賃收入, 運送費用, 運航利益

單位 : 원

速 力 knot	所要航海日數 y	運賃收入 I	運送費用 E	運航利益 G	一日當利益 Q
5	6.80	1,059,640	425,897	633,743	93,197
6	6.33	1,058,400	431,542	626,858	99,029
7	6.00	1,057,280	445,097	612,183	102,030
7.9	5.77	1,056,052	461,910	594,142	102,970
8	5.75	1,055,864	464,805	591,059	102,792
9	5.56	1,054,212	490,050	564,162	101,468
10	5.40	1,052,418	519,819	532,599	98,629
11	5.27	1,050,436	554,201	496,235	94,541
12	5.17	1,048,312	593,108	455,204	88,047



第 1 圖 速度에 따른 I, E, G, Q의 變化 (半島號)

2. 和順號의 境遇

(註) 汽船 和順號는 大韓石炭公社 所屬 貨物船으로 全長 76.38m, 積載重量噸數 2,500, 主機馬力 900으로 船員은 船長 以下 33名이다.

和順號 1963年 1月中의 運航實績은 第5表와 같다.

第5表 S. S. HWA SUN의 運航實績

1963年 1月 2日 5:15~1963年 2月 2日 11:30

次航	區 間	航 走		碇 泊		航 走 中 燃 料 平 均 消 費 量 T/D	平均速力 knot
		航 走 時 間	燃 料 消 費 量 G/A	碇 泊 時 間	燃 料 消 費 量 G/A		
1	墨湖—釜山	19:10	3,500	36:50	2,050	16.4	8.8
	釜山—墨湖	16:20	2,950			16.4	10.3
2	墨湖—馬山	23:30	4,280	151:05	6,490	16.6	8.3
	馬山—墨湖	22:50	4,110			16.6	8.5
3	墨湖—釜山	19:00	3,420	79:15	4,100	16.4	8.8
	釜山—墨湖	18:25	3,310			16.3	9.1
4	墨湖—馬山	22:00	4,000	102:20	3,600	16.5	8.8
	馬山—墨湖	21:30	3,870			16.4	9.0
5	墨湖—釜山	18:25	3,330	60:55	3,410	16.4	9.1
	釜山—墨湖	17:00	3,060			16.4	9.9
6	墨湖—馬山	22:00	4,010	78:15	2,870	16.6	8.8
	馬山—釜山	3:45				16.6	
	釜山—墨湖	17:40	3,920			16.6	9.6
	計	241:35	43,760	508:40	22,520	16.5	9.0

第5表에서

$$v_0 = 9.0$$

$$c_0 = 16.5$$

$$\therefore k = 0.022$$

$$a = 2.45$$

를 얻었다.

다음 이 期間동안에 和順號가 消費한 運送費用 E는 第6表와 같다.

第6表 運 航 費 內 譯

S. S. HWA SUN

1963年 1月 1日~31日

單位: 원

內 譯	金 額	備 考
人 件 費	400,583	給與, 賃金, 手當, 退職金 等
油 脂 費	966,115	
消 耗 品 費	148,017	船員 給食費 包含
維 持 費	33,555	航船備品費
保 險 料	17,000	
港 費	55,417	
早 出 料	70,687	
減 價 償 却 費	103,441	
雜 費	17,850	
計	1,812,665	

第6表에서 港費는 126,104원(早出料 包含)이므로 1航次의 港費는 平均 21,017원이다. 釜山-墨湖間 往復은 336mile 純運賃을 241원(噸當 運賃은 241원 60전이나 60전은 荷操費로 看做) 燃料價格을 噸當 3,600원(石公 受配價格은 G/A當 13원 62전으로 1 M/T當 3,598원임)으로 하고 前節 第7式

$$\frac{fw-n}{k(f+p)} = 2av^3 + \frac{rv^2}{8}$$

에서

$$f = 241$$

$$w = 2,500$$

$$n = 21,017$$

$$k = 0.022$$

$$p = 3,600$$

$$a = 2.45$$

$$r = 336$$

을 代入 計算하면

$$\frac{241 \times 2,500 - 21,017}{0.022 \times (241 + 3,600)} = 2 \times 2.45v^3 + \frac{336 \times v^2}{8}$$

兩邊을 計算해서 整理하면

$$4.9v^3 + 42v^2 - 6881 = 0$$

다시 $y = 4.9v^3 + 42v^2 - 6881$

로 놓고 近似한 數字를 代入해서 計算해 보면

$v=0$ 일때	$y = -6,881$
$v=4$ "	$y = -5,896$
$v=6$ "	$y = -4,311$
$v=8$ "	$y = -1,685$
$v=9$ "	$y = 93$
$v=10$ "	$y = 2,219$

即 求하는 v 는 9에 가까운 數值다.

이를 좀더 正確히 알기 爲하여 三次方程式이므로 Newton의 法則을 利用 近似值를 내보자.

$$f(x) = 4.9v^3 + 42v - 6881$$

로 놓고 第1近似值를 a_1 이라 하면

$$a_1 < 10$$

이므로

$$a_1 = a - \frac{f(a)}{f'(a)}$$

에서 $a=10$ 을 代入 計算하여

$$a_1 = 10 - 0.96 = 9.04$$

이를 다시 反復하여 a_2 를 求해 보면

$$a_2 = a_1 - \frac{f(a_1)}{f'(a_1)}$$

이므로

$$a_2 = 9.04 - 0.112 = 8.93$$

$$\therefore v \approx 8.93$$

即 1日當 最高의 利潤을 納는 速力은 實地 運航速力과 아주 近似한 數值이며 따라서 和順號의 運航狀態는 理想의이다.

한편 速力의 變化에 따른 運賃收入, 運送費用, 運航利益 及 1日當 利益이 速力의 變化에 따라 어떻게 變化하는가 알아 보자.

于先 1日當 航費 m 을 내기 爲하여 最近 8個月間의 運航費 內譯을 보면 第7表와 같다.

이 가운데 油脂費와 船費가 아닌 港費와 早出料를 除하면 1月 1日부터 8月 31日까지 242日 間에 所要된 船費는 10,417,000원으로 1日當 船費는 43,045이다.

이들 數值를 各各 代入하여 運賃收入, 運送費用, 運航利益 及 日當利益을 내 보면

$$\text{運賃收入} \quad I = f \cdot \left(w - \frac{rkv^2}{24} \right)$$

$$\text{運送費用} \quad E = m \cdot y + p \cdot \frac{rkv^2}{24} + n$$

$$\text{運航利益} \quad G = I - E$$

이므로 이들을 計算하면 第8表와 같이 된다. 한편 이들을 圖表로 表示하면 第2圖와 같다.

第7表 運航費內譯

S. S. HWA SUN

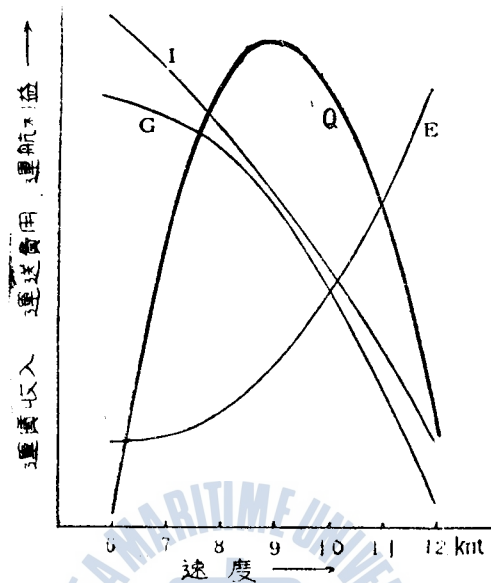
1933年 1月~8月

內	譯	金	額	備	考
人	件	費	3,514,895	給與, 賃金, 諸手當 等	
油	脂	費	6,651,977	汽罐用 重油 및 雜油代	
消	耗	品	1,811,206	事務用品 및 船舶消耗品代	
給	食	費	640,796	船員 給食用 主副食代	
通	信	費	25,155		
維	持	費	3,240,877	入渠修理, 各種檢查費	
保	險	料	136,000		
港		費	465,596	埠頭使用, 曳船, 雇入雇止, 通船料 等	
早	出	料	443,625		
減	價	却	918,993		
雜		費	129,078	厚生, 税金, 電力, 水道料 等	
	計		17,978,198		
船	費	計	10,417,000	油脂費, 港費, 早出料除	
期	間		242日	1月 1日부터 8月 31日까지	
平	均		43,045	1日當	

第8表 和順號의 速力과 運賃收入, 運送費用, 運航利益

單位: 원

速 力 knot	所要航海日數 y	運賃收入 I	運送費用 E	運航利益 G	1日當利益 Q
6	4.8	599,824	267,593	332,231	69,214
7	4.5	598,860	269,079	329,781	73,284
8	4.2	597,848	272,726	325,122	77,410
9	4.0	596,499	282,837	313,662	78,415
10	3.9	595,077	299,772	295,305	75,719
11	3.7	593,510	314,563	278,947	75,391
12	3.6	591,799	335,819	255,980	71,105



第2圖 速力에 따른 I, E, G, Q의 變化 (和順號)

Ⅳ. 結 論

海運企業에서 收入의 唯一한 方途인 運賃은 그 企業의 死活을 制約하는 要素가 될 것이다. 이것은 經濟速力을 求하는 一般公式에서도 나타나 있다. 그런데 이 運賃은 前述한 바 많은 制約을 받는 것도 있지만 事實로 國際情勢의 變動에 따라 大端한 差異가 生기는 것이다. 1950年 서부터 10年間에 걸친 國際運賃率을 보면 第9表와 같다. 이 數表에서 나타난바와 같이 1951年 에 海運은 運賃부음을 形成하였다. 韓國의 6·25 事變은 關係國內에 大多한 船腹의 要請을 가져 왔고, 特히 軍事的인 需要, 原料의 投機的인 購入 等이 運賃부음의 主要原因이라고 生覺할 수 있다. 한便 休戰協定이 成立되자 運賃率은 暴落을 免치 못하고 1955~6年 사이의 Suez運河 危機가 發生하자 運賃은 또 다시 暴騰을 가져왔고 其後 下落하기 始作하였던 것이다.

이와 같은 運賃의 極甚한 變動이 船舶의 經濟速力에 미치는 影響 또한 多大한 것이며 前述 半島號의 境遇 그 運賃이 5割增일 때를 比較해 보면 다음 第10表와 같다.

即 運賃에서 5割이 上昇했는데 利益에서는 거의 倍에 가깝게 增大된 셈이다. 그러므로 海運 企業에서 運賃率이 上昇하면 그에 따라 經濟速力도 增加되고 利潤은 大端한 比率로 增大해 가는 것을 알 수 있다.

다음은 燃料費의 問題이다.

$$\frac{fw-n}{k(f+p)} = 2av^3 + \frac{rv^2}{8}$$

에서 p 가 變化하는데 따라 v 는 反比例해서 變化하지만 k 가 極히 적은 數字이고 또한 左邊의 分子 $fw-n$ 이 比較的 큰 數字이기 때문에 p 의 數字 即 燃料價格의 變動이 經濟速力에 對한 影響은 比較的 적다고 보아야 할 것이다. 多幸히 燃料價格의 國際市場 價格은 큰 變動없이 꾸

第9表 世界 海運賃率의 變動

年	度	指	數	不 定期 船 運 賃 指 數
1950			98	
1951			203	
1952			129	100
1953			100	
1954			111	116
1955			165	140
1956			203	189
1957			145	72
1958			87	75
1959			93	83
1960				77

第10表 運賃의 變動에 따른 諸變動

區	分	現	在	5	割	增
噸	當	運	賃	236		354
經	濟	速	力	7.9		9.5
所	要	航	海 日 數	5.77		5.47
運	賃	收	入	1,056,052		1,580,029
運	送	費	用	461,910		504,154
運	航	利	益	594,142		1,075,875
日	當	利	益	102,970		196,686

준이 下降勢이었으므로 運營面에서는 甚 多幸한 일이다.

다음에 燃料係數 k 인바 이는 各船舶의 設計上이나 機關의 種類上에서 오는 定數이므로 同一 船舶에서는 云爲할 것이 못되나 機關의 種類나 効率에 따라 큰 差異를 가져오는 것으로 運航 面에서의 比重을 生覺할 때는 機關種類的 適切한 選擇이나 船體의 愼重한 設計 그리고 特히 機關效率의 向上에 努力하여 不斷의 研究開發이 必要한 것이다. 近來 Steam Reciprocating engine이 그 자취를 감추고 Steam turbine Engine과 Diesel Engine으로 轉換되어 간 것도 그 좋은 例가 될 것이다.

다음에 碇泊日數 問題다. 海上運送에 있어서 碇泊은 積荷나 揚荷 또는 諸般物品의 補給 入 出港 手續 等을 爲해서 不可缺한 것이나 碇泊日數의 增加는 航海日數를 그만큼 增加시켜 莫 大한 數字인 船費를 增加시킬 뿐이다. 碇泊日數를 減少시키면 航海日數의 節減에서 얻는 船費의 節約뿐이 아니라 그만큼 輸送力이 增加되는 셈이며 二重效果를 期待할 수 있다. 前項 半島 號에서 碇泊日數를 6日로 하면 經濟速力은 7.1knt로 減少되고 運賃收入 1,057,176원에 運送費

用이 508,224원, 따라서 運航利益은 548,952원 뿐이 되고 1日當 利益은 不過 68,789원에 激減되어 碇泊時間의 些少한 變動이 日當利益에 미치는 影響이 至大함을 痛感한다. 한편 이 碇泊日數는 海運業者 自身의 手中에서 멀리 떠나 出入하는 港口의 施設이나 當時의 天候等, 주로 需要側의 事情에 放任되다시피 한 것으로 海運業者의 努力만으로는 解決되지 않는 要素가 많아 더욱 큰 關心을 갖지 않을 수 없다.

以上 記述한 外도 港費라던지 航海距離라던지 各 要素의 變化에 따른 經濟速力의 變動은 限없이 많다. 한편 이러한 經濟速力의 算出은 어찌까지나 많은 假定 위에 立脚되어 있고 또한 多分한 推測에 따른 豫想要素에 依해 樹立된 것이므로 반드시 이렇다고는 할 수 없다. 多幸히 Ⅲ項에서 나타난 바와 같이 實地運航速力과 計算上의 經濟速力과는 大差가 없는 것으로 우리들이 海運企業에서 于先 船舶速力을 어느 範圍에서 統制를 해야 하고 어느 要素에 더 神經을 集中시켜야 한다는 데는 大略 以上 論述한 結果로써 推理할 수 있을 것이다.

參 考 文 獻

- G. S. Baker, Ship Efficiency and Economy, Charles Birchal sons, Ltd.
 D. philip Locklin, Economics of Transportation, Richard Dlr.wn Inc.
 Steward R. Bross, Oean Shipping, Cornell Maritime Press
 Henry B. Cooley, Transportation Management, Cornell Maritime Press
 Edwin F. Church, Jr. Steam Turbines, Mcgraw Hill Books
 隔田忠重, 新訂船用機關算法, 海文堂
 岡崎幸壽, 新海運讀本, 海文堂
 鴨打正一, 船用디이젤機關, 山海堂
 松尾進, 海運, 有斐閣
 岡庭博, 海運의 經營, 海文堂
 Maritime Activity Reports, Inc, Maritime Reporter, 1991, April 15,
 Simmons Boardman Publihsing Corp, Marine Engineering, 1957, May,
 New York Marine News Company, INC, Marine News, 1957, Feb. April.
 Amundsen Publications. Inc. The Mariner. 1957. Jan.
 日本海運集會所, 海運, 1956. 12~1962. 3
 船舶技術協會, 船의 科學, 1962. 4
 天然社, 船舶, 1961. 9
 交通部, 海運統計, 1964年度.