

# 시뮬레이션에 의한 우리나라沿岸의 海上交通量 推定에 관한 研究

Estimation of the Traffic Flow in the Korea  
Coastal Waterway by Computer Simulation

具 滋 允

*Ja-Yoon Koo*

## 〈 目 次 〉

- Abstract
1. 序 論
  2. 시뮬레이션 모델의 構成
    - 2.1. 시뮬레이션 모델의 構成
    - 2.2. 港灣間 交通量分布 推定알고리즘
    - 2.3. 港灣間 交通量의 Network 分析
  3. 시뮬레이션 모델의 適用例
    - 3.1. 沿岸貨物船의 交通量 推定
    - 3.2. 外航船의 交通量 推定
    - 3.3. 북로海域의 總交通量 推定例
  4. 우리나라 沿岸交通量의 綜合的 推定
    - 4.1. 沿岸貨物船
    - 4.2. 外航船
    - 4.3. 沿岸旅客船 및 漁船
    - 4.4. 沿岸交通量 綜合推定 및 그 特性分析
  5. 結 論
- 參考文獻  
附 錄

## Abstract

Generally, the numbers of arriving and departing the port are the basic factor consisting of the static movement of ship. But the dynamic movement of ship between harbours(or straits) has a great effect on the traffic planning process, such as Traffic Separation Schemes, Vessel Traffic Management System, Navigational Aids, etc. To evaluate the above process, traffic flow should be estimated in dynamic form.

This paper treats the dynamic traffic flow per area in the Korea coastal waterway by computer simulation. The simulation is processed in three steps.

Firstly, a new algorithm is proposed for estimating the trip distribution between each pair of zones such as harbours and areas(straits). This algorithm is formulated by using the observed data and introducing the concept of entropy when observed data between harbours were not existed.

Secondly, the trends of the estimated trip distributions are found through their regression analysis, so that the future trip distributions are estimated.

Finally, the traffic volume in the Korea coastal waterway is estimated through the network evaluation of the trip distributions.

The estimated results of the traffic flow except fishing vessel are summerized as follows:

시 물레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

- 1) In Inchon area, the increment of traffic volume per annum is estimated 1,392 ships(3,473,777tons)and the traffic flow in 2000 is evaluated 57,623 ships(118,511,664 tons).
- 2) In Gunsan area, the increment of traffic volume per annum is estimated 1,581 ships(4,518,361 tons)and the traffic flow in 2000 is evaluated 65,002 ships(142,990,623 tons).
- 3) In Mokpo area, the increment of traffic volume per annum is estimated 2,346 ships(4,760,823 tons)and the traffic flow in 2000 is evaluated 129,164 ships(104,824,145 ton).
- 4) In Wando-Jeju area, the increment of traffic volume per annum is estimated 3,623ships (3,414,916 tons)and the traffic flow in 2000 is evaluated 129,164 ships(104,824,145 tons).
- 5) In Yeosu area, the increment of traffic volume per annum is estimated 3,929ships (6,027,994 tons) and the traffic flow in 2000 is evaluated 141,308 ships(173,011,061 tons).
- 6) In Busan area, the increment of traffic volume per annum is estimated 4,102 ships(23,299,383 tons) and the traffic flow in 2000 is evaluated 158,793 ships(687,670,628 tons).
- 7) In Pohang area, the increment of traffic volume per annum is estimated 1,062 ships(4,378,332 tons)and the traffic flow in 2000 is evaluated

間 動的交通量을 年度別 回歸分析으로 將來의 港灣間 交通量 分布를 豫測하고, 이 豫測結果를 Network 分析을 通하여 海域別 交通量으로 推定할 수 있게 된다.

旅客船은 旅客船 船路現況 및 就航回數로 港灣間 交通量 分布를 決定할 수 있고 이의 Network 分析을 通하여 過去 海域別 交通量을 우선 決定하며, 漁船의 경우는 實際調査에 依해 各 港灣 入出港實績을 把握함으로써 過去 海域別 交通量을 決定하게 되는데, 이 海域別 交通量の 年度別 回歸分析을 通하여 將來 海域別 交通量을 推定하게 된다.

따라서 各 船種에 따른 推定交通量을 모두 合算함으로써 將來의 우리나라 沿岸에 對한 海域別 交通量을 最終적으로 豫測하도록 하고 있다.

本 論文의 構成은 아래와 같다.

第2章에서는 海域別 交通量을 推定하기 위한 시뮬레이션모델을 構成하는 方法 및 그 內容을 記述하고,

第3章에서는 목포海域을 例로하여 시뮬레이션모델을 適用한 1987 ~ 2000 年の 交通量을 推定하며,

第4章에서는 우리나라 沿岸의 全海域에 대하여 1987 ~ 2000 年の 交通量推定을 시행하고, 그 結果 交通量の 흐름에 關한 特性을 把握하고자 한다.

## 2. 시뮬레이션모델의 構成

### 2.1. 시뮬레이션모델의 構成

우리나라 沿岸의 海域別 交通量을 推定하기 위해서는 船種別 運航目的의 서로 다르기 때문에 船種別 交通量으로 나누어 推定하여야 한다. 또한 船種에 따른 船舶에 있어서도 어느 特定海域에 어느 정도의 船舶이 어떠한 形態로 運航하고 있는지를 나타내는 港灣間 交通量分布가 決定되어야 그 海域의 交通量 및 交通量 흐름의 特性이 把握될 수 있을 것이다.

沿岸貨物船과 外航船의 경우 港灣間 交通量分布를 決定하기 위해서는 決定하고자 하는 年度의 全 期間에 걸쳐 모든 港灣의 入出 港船舶에 對한 終起點調査를 시행하여야 하는바, 이는 現實上 不可能하므로 港灣間 交通量分布를 推定하는 알고리즘을 構成하여 이를 推定하여야 한다. 港灣間 交通量分布 推定알고리즘의 構成은 2.2. 節에서 상세히 記述한다.

이 結果 일어난 沿岸貨物船 및 外航船의 過去 港灣間 交通量分布를 바탕으로 港灣間 交通量의 年度別 回歸分析을 시행하여 將來의 港灣間 交通量分布를 推定할 수 있게 된다.

또한 우리나라 沿岸을 一定 數의 海域으로 區分한다면 各 海域別 交通量을 算出하기 위하여 그 海域에 속하는 港灣 相互間的 船舶 움직임과 他 海域에 속하는 港灣으로의 船舶움직임 및 단순

히 그 海域을 通過하는 船舶움직임으로 나누어 Network 分析을 시행하여야 하며, Network 分析의 상세는 2.3.節에서 記述한다.

한편, 旅客船의 경우에는 運航特性上 就航 航路가 이미 決定되어 있기 때문에 우리나라 沿岸海域에 대한 旅客船 航路現況 및 就航 回數만 알면 港灣間 交通量分布를 決定할 수 있게 된다. 그러나 過去 旅客船 航路現況에서 就航區間的 變化가 많음으로 인하여 旅客船의 港灣間 交通量을 年度別 回歸分析하기는 困難하므로 먼저 港灣間 交通量을 Network 分析함으로써 過去 海域別 交通量을 決定한 다음, 이 交通量을 年度別 回歸分析하여 將來의 海域別 交通量을 推定한다.

漁船의 경우에는, 漁船의 交通量이란 港灣과 漁場間的 船舶움직임이며 이 움직임이 沿岸交通量에 영향을 미치므로 各 港灣의 漁船 入出港實積을 調査, 把握함으로써 그 港灣부근 海域의 交通量을 決定할 수 있다. 따라서 過去 海域別 交通量의 年度別 回歸分析을 통하여 將來의 海域別 交通量을 推定할 수 있게 된다.

以上の 結果로부터 船種<sup>c</sup> 따른 將來 海域別 交通量이 推定되었으므로 各 船種의 交通量을 合算하면 將來 우리나라 沿岸의 海域別 交通量을 最終적으로 推定할 수 있게 된다.

이 全般的인 시뮬레이션의 흐름도는 Fig.(2-1)과 같다.

## 시뮬레이션에 의한 우리나라沿岸의海上交通量推定에 관한 研究

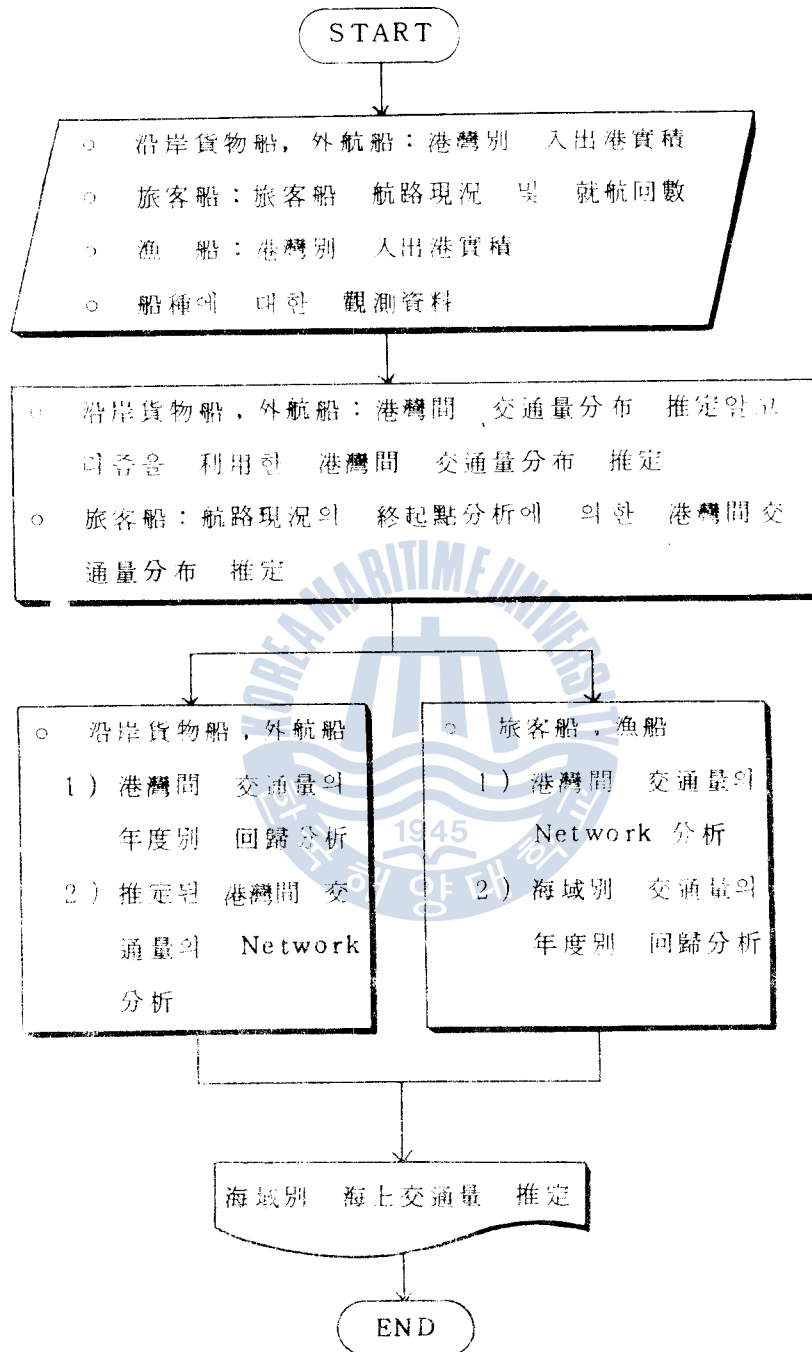


Fig.2-1 Flow chart of simulation model for estimating traffic flow.

2. 2. 港灣間 交通量分布 推定알고리즘

Table(2-1) 에서와 같이  $v$  隻의 船舶이  $N$ 개의 港灣間 또는 水路間을 往來하는 경우를 생각한다.

制約條件이 없는 경우, 即 船舶이 出港時 目的地에 대한 情報가 없이 同一確率로 各 目的港으로

航行한다면 그 不確定性的程度는 다음 函數  $U$ 로 나타낼 수 있다.

$$U = f(n) \dots\dots\dots (2.1)$$

이때  $n$ 은 狀態의 數로서,  $a_i = m$ 隻이 어느 目的港에도 같은 確率로 航行할 경우 出港地를 포함시켜  $N^m$ 이 되고, 이는 各 船舶의 目的港數  $f(N)$ 의  $m$ 개 乘이 되므로

$$f(N^m) = mf(N) \dots\dots\dots (2.2)$$

이 된다.

Table 2-1 Trip distribution matrix.

		목 적 항						
		1	2	...	j	...	N	
출항	1	$f_{11}$	$f_{12}$	...	$f_{1j}$	...	$f_{1N}$	$a_1$
	2	$f_{21}$	$f_{22}$	...	$f_{2j}$	...	$f_{2N}$	$a_2$
	⋮	⋮	⋮	...	...	...	...	⋮
	i	$f_{i1}$	$f_{i2}$	...	$f_{ij}$	...	$f_{iN}$	$a_i$
	⋮	⋮	⋮	...	...	...	...	⋮
항	N	$f_{N1}$	$f_{N2}$	...	$f_{Nj}$	...	$f_{NN}$	$a_N$
		$b_1$	$b_2$	...	$b_j$	...	$b_N$	$v$

단,  $a_i$ :  $i$ 港으로부터 出港하는 交通量  
 $u_i$ :  $i$ 港으로부터 出港하는 交通量의 確率  
 $b_j$ :  $j$ 港으로부터 入港하는 交通量  
 $v_j$ :  $j$ 港으로부터 入港하는 交通量의 確率  
 $f_{ij}$ :  $i$ 港으로부터  $j$ 港으로 航行하는 交通量  
 $\rho_{ij}$ :  $i$ 港으로부터  $j$ 港으로 航行하는 交通量確率 (joint probability)  
 $k_{ij}$ : 最近調査에 의한,  $i$ 港에서  $j$ 港으로 航行하는 交通量 結合率



시물레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

따라서 양변을 微分하면  $N^m f'(N^m) = N f'(N)$  이 되고, 우변은  $m$  을 포함하고 있지 않으므로 이를 常數  $K$  로 잡으면  $f(N)$  은 다음과 같다.

$$f(N) = K \ln N + \text{Const.} \dots\dots\dots (2.3)$$

式 (2.3) 이 式 (2.2) 의 關係를 만족하기 위해서는,

$$K \ln N^m = mK \ln N + mC \text{ 이 된다.}$$

그러므로 1 隻의 不確定性은 다음과 같아진다.

$$\begin{aligned} U &= f(N) \\ &= K \ln N \dots\dots\dots (2.4) \end{aligned}$$

그러나, 一定 制約條件이 있는 경우에는  $N$  개 港으로 가는 確率 이 같지 않으므로  $a_i$  隻의 船舶을  $N$  개 港에 random으로 配分하는 것으로 한다. 이때 한 船舶이  $i$  港에서 出港하여  $j$  港으로가는 경우의 數  $n_i$  는  $a_i$  로부터  $f_{ij}$  隻을 취하여 組合한 數와 같게 된다.

$$\begin{aligned} n_i &= a_i C_{f_{ij}} \\ &= \frac{a_i!}{(a_i - f_{ij})! f_{ij}!} \\ &= \frac{a_i!}{\prod_{j=1}^N f_{ij}!} \dots\dots\dots (2.5) \end{aligned}$$

式 (2.5) 로부터  $a_i$  隻中 1 隻이 任意의 港에 가계될 不確定性을

나타내는 Entropy  $H_i$  는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} H_i &= K \ln(n_i) \\ &= K \{ \ln(a_i!) - \sum_{j=1}^N \ln(f_{ij}!) \} \dots\dots\dots (2.6) \end{aligned}$$

$a_i \gg 1, f_{ij} \gg 1$  인 경우 Stirling 公式을 사용하여 (2.6) 式을 변형시키면,

$$\begin{aligned} H_i &= K \{ a_i (\ln a_i - 1) - \sum_{j=1}^N f_{ij} (\ln f_{ij} - 1) \} \\ &= K [ a_i \ln a_i - \sum_{j=1}^N \{ f_{ij} (\ln v + \ln \rho_{ij}) \} ] \\ &= K ( a_i \ln \frac{a_i}{v} - v \sum_{j=1}^N \rho_{ij} \ln \rho_{ij} ) \\ &= -K' \sum_{j=1}^N \rho_{ij} \ln \rho_{ij} \dots\dots\dots (2.7) \end{aligned}$$

出港하는 港이  $N$  개 있으므로全體 Entropy 는

$$\begin{aligned} H &= \sum_i H_i \\ &= -K' \sum_i \sum_j \rho_{ij} \ln \rho_{ij} \end{aligned}$$

가 된다.

그러나  $K'$  는 常數이므로  $K' = 1$  로 두면 海上交通量의 Entropy 를 最大로 하는 目的函數는 다음과 같아진다.

$$\text{Maximize } H = - \sum_i \sum_j \rho_{ij} \ln \rho_{ij} \dots\dots\dots (2.8)$$

한편, 各 港灣의 入出港 船舶隻數를 알고있는 경우에는 保存法則에 따라 다음 條件이 성립한다.

시뮬레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

$$\sum_j f_{ij} = a_i,$$

$$\sum_i f_{ij} = b_j,$$

$$\sum_i a_i = \sum_j b_j = v \dots\dots\dots (2\cdot9)$$

이를 確率로서 表現하면 다음과 같다.

$$\rho_{ij} = f_{ij} / v,$$

$$u_i = a_i / v,$$

$$v_j = b_j / v,$$

$$\sum_i u_i = \sum_j v_j = \sum_i \sum_j \rho_{ij} = 1 \quad (\text{단, } 0 \leq \rho_{ij} \leq 1) \dots\dots\dots (2\cdot10)$$

G.T. 300 屯以上の 船舶이라면 일반적으로 하나의 港灣에서 다른 港灣으로 航海하므로,

$$i = j \text{ 일 때 } \rho_{ij} = 0 \dots\dots\dots (2\cdot11)$$

한편, 事前調査에 의해 i 港에서 j 港으로 航行하는 交通量의 結合率을 알고 있는 경우에는 다음 式이 성립한다.

$$\rho_{ij} = k_{ij} \dots\dots\dots (2\cdot12)$$

(단,  $(i, j)$  : 結合率을 알고있는 M개의 港灣  $(i, j)$ )

이를 制約條件을 고려하여 Entropy Model을 정리하면 다음과 같다.

Objective Function:

$$\text{Maximize } H = - \sum_i \sum_j \rho_{ij} \ln \rho_{ij}$$

Subject to:

$$\sum_j \rho_{ij} = u_i$$

$$\sum_i \rho_{ij} = v_j$$

$$\sum_i \sum_j \rho_{ij} = 1$$

$$\sum' \rho_{ij} = 0 \quad (\text{단, } \sum': i = j \text{인 것의 합})$$

$$\rho_{ij} = k_{ij} \quad (\text{단, } (i, j): \text{結合率을 알고있는 } M \text{개의 港灣 } (i, j))$$

..... (2.13)

制約條件이 전혀 없는 경우에는 目的函數를 微分하여,  $\frac{\partial H}{\partial \rho_{ij}} = -1 - \ln \rho_{ij} = 0$  으로부터  $\rho_{ij} = e^{-1}$  일 때 H가 最大가 되어 不確定性의 程度가 가장 강하게 된다.

그러나 式 (2.13) 에서와 같이 制約條件이 부과되는 경우에는 그 만큼 不確定度가 낮아지므로 目的函數의 Entropy가 最大가 될 수 있게  $\rho_{ij}$ 를 정하여야 한다.

式 (2.13) 은 Lagrange 未定係數法으로 해석적으로 解를 구할 수 있으며, Lagrange 未定係數法으로 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} L(\rho_{ij}, \lambda_i, \mu_j, \nu, \tau_{ij}, \delta_{ij}) \\ = - \sum_i \sum_j \rho_{ij} \ln \rho_{ij} - \sum_i \lambda_i (\sum_j \rho_{ij} - u_i) - \sum_j \mu_j (\sum_i \rho_{ij} - v_j) \\ - \nu (\sum_i \sum_j \rho_{ij} - 1) - \tau_{ij} \sum' \rho_{ij} - \sum_{i,j}^M \delta_{ij} (\rho_{ij} - k_{ij}) \dots \dots (2.14) \end{aligned}$$

(1)  $i = j$ 인 경우

$$\frac{\partial L}{\partial \rho_{ij}} = -1 - \ln \rho_{ij} - \lambda_i - \mu_j - \nu - \tau_{ij}$$

시뮬레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

- (2)  $i \neq j$ , 港灣間 結合率을 아는 M개의 港灣 ( $i, j$ )

$$\frac{\partial L}{\partial \rho_{ij}} = -1 - \ln \rho_{ij} - \lambda_i - \mu_j - \nu - \delta_{ij}$$

- (3)  $i \neq j$ , 港灣間 結合率을 모르는 나머지 港灣 ( $i, j$ )

$$\frac{\partial L}{\partial \rho_{ij}} = -1 - \ln \rho_{ij} - \lambda_i - \mu_j - \nu$$

따라서 最適인 港灣間 結合率  $\rho_{ij}^*$ 는 다음과 같다.

- (1)  $i = j$ 인 경우

$$\rho_{ij}^* = \exp(-1 - \lambda_i - \mu_j - \nu - \tau_{ij})$$

- (2)  $i \neq j$ , 港灣間 結合率을 아는 M개의 港灣 ( $i, j$ )

$$\rho_{ij}^* = \exp(-1 - \lambda_i - \mu_j - \nu - \delta_{ij})$$

- (3)  $i \neq j$ , 港灣間 結合率을 모르는 나머지 港灣 ( $i, j$ )

$$\rho_{ij}^* = \exp(-1 - \lambda_i - \mu_j - \nu) \dots \dots \dots (2.15)$$

그러나 이 未定係數를 해석적으로 구하는 것은 困難하므로 iteration에 의해 解를 구하는 방법을 고찰하기로 한다.

式 (2.15) 中  $\rho_{ij}^* = \exp(-1 - \nu - \lambda_i - \mu_j)$  로 부터

$$\begin{aligned} u_i &= \sum_j \rho_{ij}^* \\ &= \exp(-1 - \nu - \lambda_i) \sum_j \exp(-\mu_j) \dots \dots \dots (2.16) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_j &= \sum_i \rho_{ij}^* \\ &= \exp(-1 - \nu - \mu_j) \sum_i \exp(-\lambda_i) \dots \dots \dots (2.17) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 &= \sum_i \sum_j \rho_{ij}^* \\ &= \exp(-1 - \nu) \sum_i \sum_j \exp(-\lambda_i - \mu_j) \dots \dots \dots (2.18) \end{aligned}$$

(2.16)  $\times$  (2.17)  $\div$  (2.18) 로 부터

$u_i v_j = \exp(-1 - \nu - \lambda_i - \mu_j) = \rho_{ij}^*$  가 된다.

따라서 式 (2·15) 全體를 要約하면 다음 型으로 나타낼 수 있다.

$$\rho_{ij}^* = x_i \omega_{ij} y_j \dots\dots\dots (2\cdot19)$$

$i = j$  일 때 :  $\omega_{ij} = \exp(-\gamma_{ij})$

$i \neq j$ , 港灣間 結合率을 알 때 :  $\omega_{ij} = \exp(-\delta_{ij})$

$i \neq j$ , 港灣間 結合率을 모를 때 :  $\omega_{ij} = 1$

또한 iteration 의 順序는 다음과 같이 構成된다.

I) 모든 港灣間에서  $i = j$  일 때  $\omega_{ij}^{(0)} = 0$ ,  $i \neq j$  일 때,  $\omega_{ij}^{(0)} = 1$  로 한다.

II) Step I) iteration 에서

$$y_j^{(1)} = v_j$$

$$x_i^{(1)} = u_i / \sum_j \omega_{ij}^{(0)} y_j^{(1)}$$

以後, 港灣間 結合率을 아는 M개의 港灣間에서는

$$\omega_{ij}^{(1)} = k_{ij} / x_i^{(1)} y_j^{(1)},$$

港灣間 結合率을 모르는 港灣間에서는 그대로

$$\omega_{ij}^{(1)} = \omega_{ij}^{(0)}$$

III) k 회 iteration 에서

$$y_j^{(k)} = v_j / \sum_i x_i^{(k-1)} \omega_{ij}^{(k-1)}$$

$$x_i^{(k)} = u_i / \sum_j \omega_{ij}^{(k-1)} y_j^{(k)}$$

港灣間 結合率을 아는 M개 港灣間에서는

$$\omega_{ij}^{(k)} = k_{ij} / x_i^{(k)} y_j^{(k)}$$

시뮬레이션에 의한 우리나라沿岸의海上交通量推定에 관한 研究

港灣間 結合率을 모르는 港灣間에서는 그대로

$$\omega_{ij}^{(k)} = \omega_{ij}^{(k-1)}$$

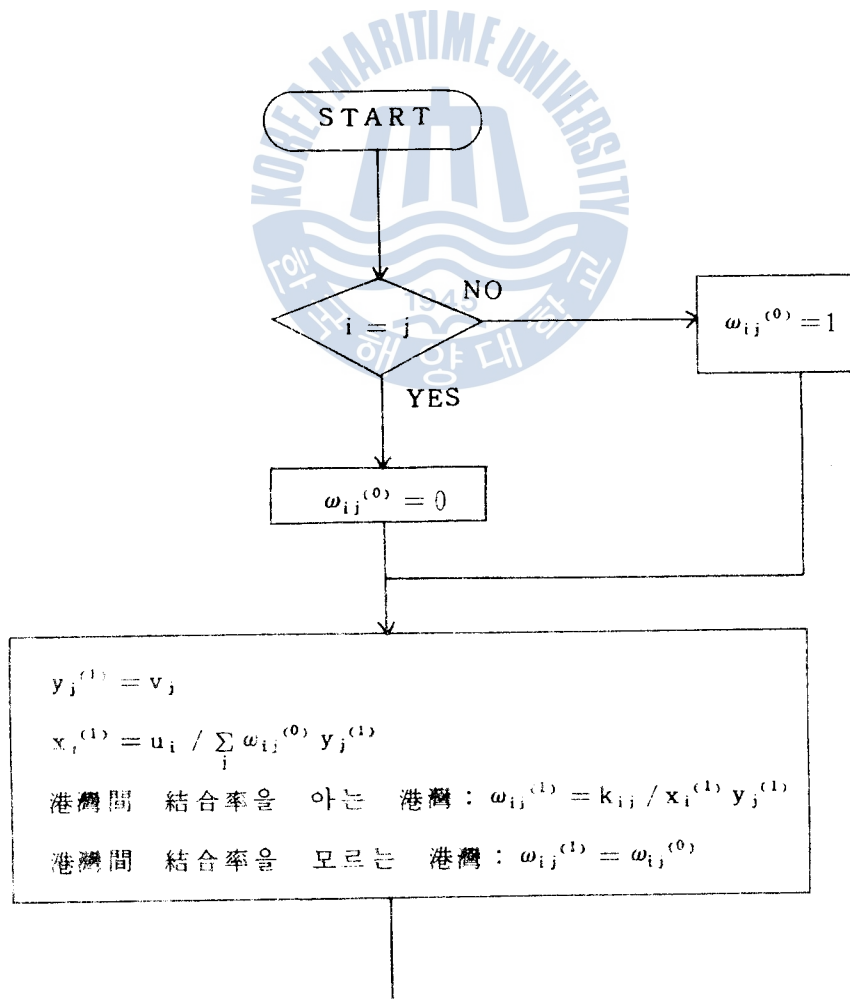
$$\therefore \rho_{ij}^{(k)} = x_i^{(k)} \omega_{ij}^{(k)} y_j^{(k)}$$

IV)  $\sum_j \rho_{ij}^{(k)}$ 이  $u_i$ ,  $\sum_i \rho_{ij}^{(k)}$ 이  $v_j$ 에 만족할 정도로 접근하면

iteration 을 멈춘다.

解를 구하기 위한 Flow chart 는 Fig.(2-2) 와 같다.

한편, 以上の 港灣間 交通量分布 推定알고리즘의 有効性 檢定은 附錄 I 에 提示한다.



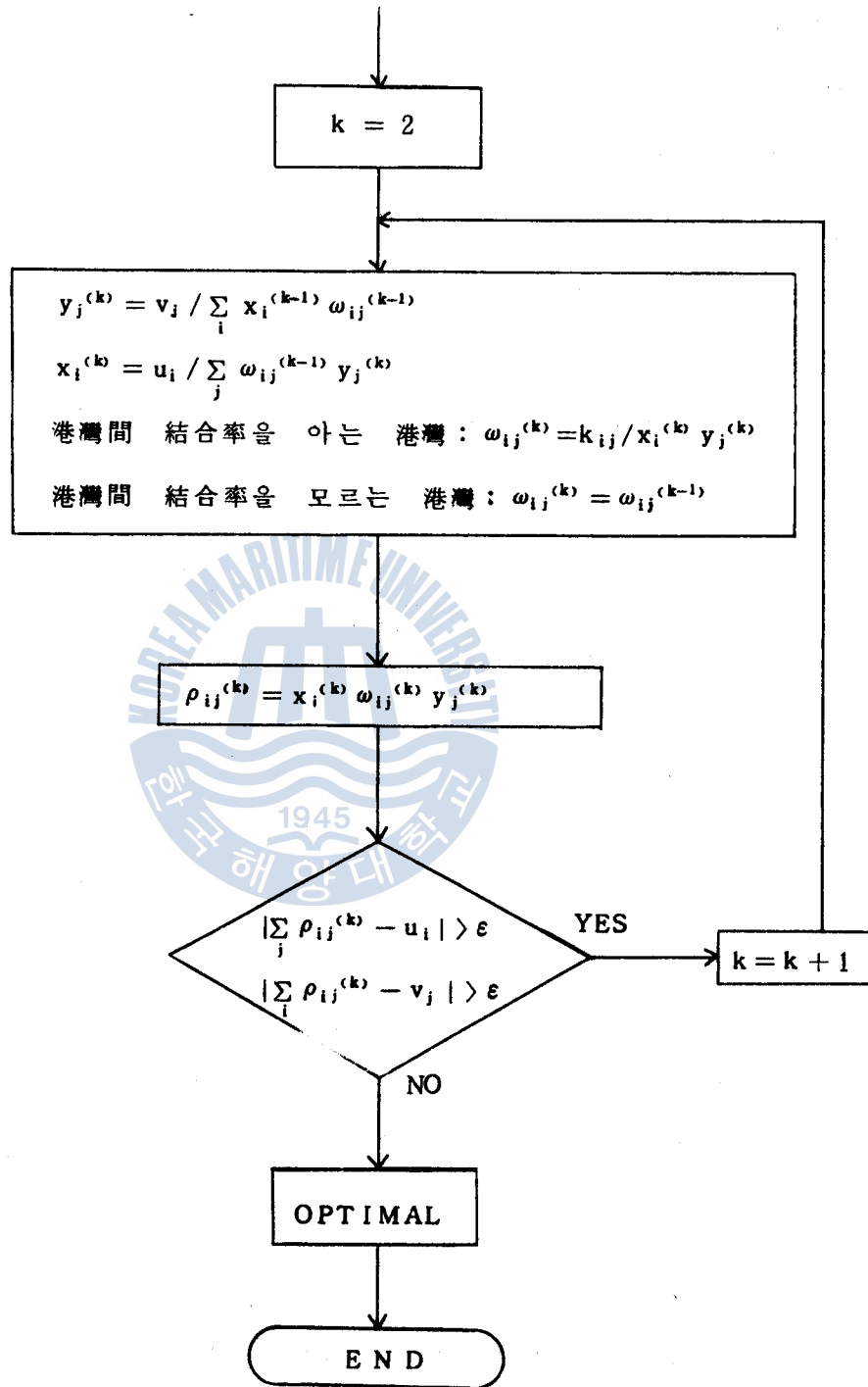


Fig.2-2 Flow chart of an algorithm for estimating trip distribution.



시뮬레이션에 의한 우리나라沿岸의海上交通量推定에 관한 研究

### 2.3. 港灣間 交通量의 Network 分析

港灣間 交通量을 가지고 各 海域別 交通量을 구하기 위해서는 그 海域에 속하는 港灣 相互間의 船舶움직임과 他 海域에 속하는 港灣으로의 船舶움직임 및 단순히 그 海域을 通過하는 船舶의 움직임으로 나누어 다음과 같이 Network 分析을 하여야 한다.

Fig.(2-3) 과 같이 7개의 港灣이 存在하고 이들 港灣을 3개의 海域으로 나눌 때 港灣間 交通量을  $f_{ij}$ 라 하자.

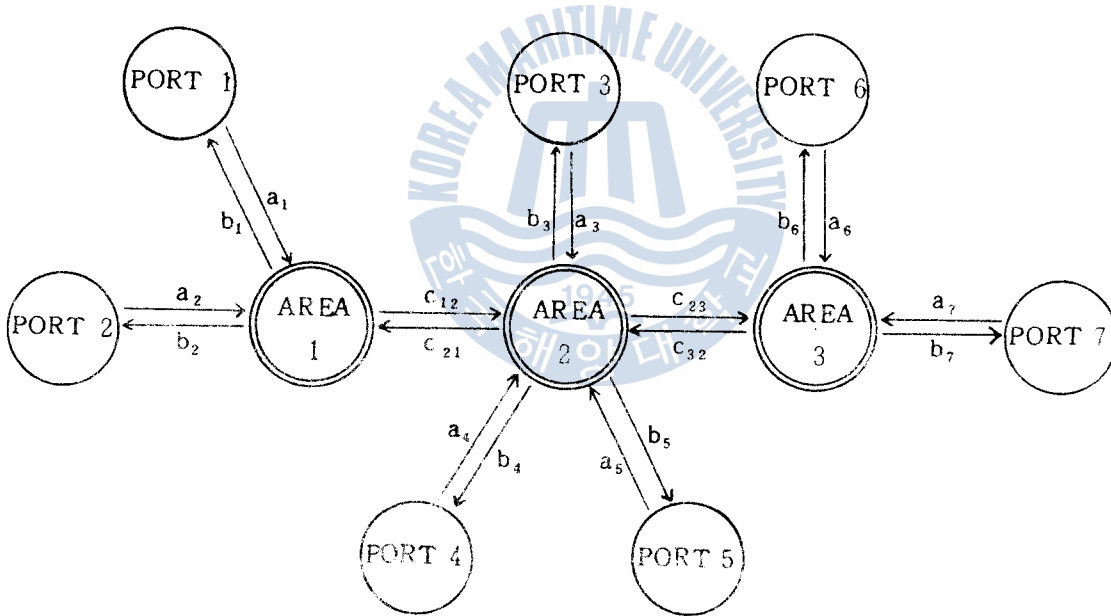


Fig.2-3 Example of Network evaluation.

港灣의 出港隻數를  $a_j$  ( $j=1, 2, \dots, 7$ ), 入港隻數를  $b_j$  ( $j=1, 2, \dots, 7$ ), 海域間的 Branch 隻數를  $c_{ij}$  ( $i, j=1, 2, 3$ )라 하면 다음 式이 성립한다.

$$\begin{aligned}
 a_i &= \sum_{j=1}^7 f_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, 7) \\
 b_j &= \sum_{i=1}^7 f_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, 7) \\
 c_{12} &= \sum_{i=1}^2 \sum_{j=3}^7 f_{ij} \\
 c_{21} &= \sum_{i=3}^7 \sum_{j=1}^2 f_{ij} \\
 c_{23} &= \sum_{i=1}^5 \sum_{j=6}^7 f_{ij} \\
 c_{32} &= \sum_{i=6}^7 \sum_{j=1}^5 f_{ij} \quad \dots\dots\dots (2\cdot20)
 \end{aligned}$$

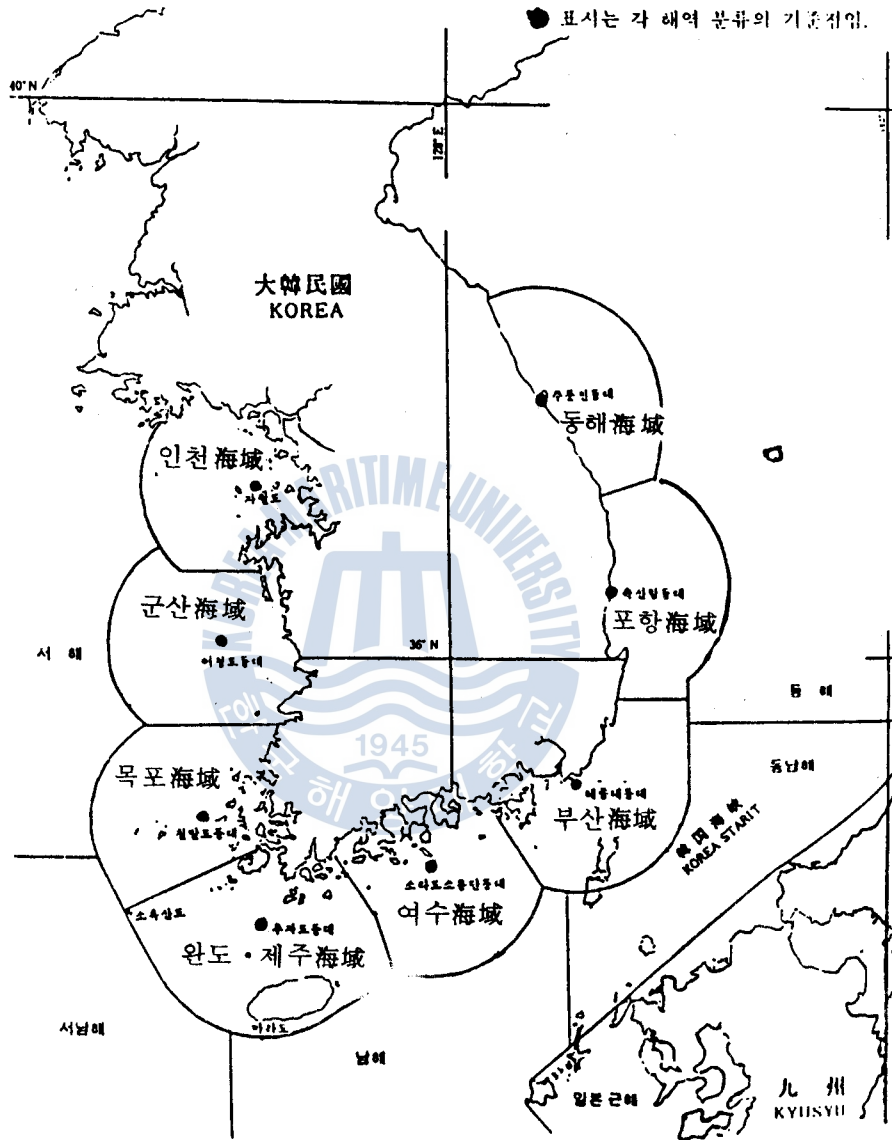
따라서 式 (2·20) 에 의하여 海域別 交通量  $D_i (i = 1, 2, 3)$  를 구하려면 海域에 들어온 交通量과 海域에서 나간 交通量の 保存法則에 따라 다음과 같이 決定된다.

$$\begin{aligned}
 D_1 &= \sum_{i=1}^2 a_i + c_{21} \\
 &= \sum_{j=1}^2 b_j + c_{12} \\
 D_2 &= \sum_{i=3}^5 a_i + c_{12} + c_{32} \\
 &= \sum_{j=3}^5 b_j + c_{21} + c_{23} \\
 D_3 &= \sum_{i=6}^7 a_i + c_{23} \\
 &= \sum_{j=6}^7 b_j + c_{32} \quad \dots\dots\dots (2\cdot21)
 \end{aligned}$$

### 3. 시뮬레이션모델의 適用例

우리나라 沿岸을 運航分離方式이나 交通管制시스템 導入目的 等を 고려하여 Fig.(3-1)에서 도시된 中心點을 基準으로 반경 50 마일을 基本으로 8개 海域으로 區分하여 各 海域別 交通量을 推定하고자 한다. 이 때 第1種 港灣中 인천, 평택은 인천海域, 군산, 장항, 고정은 군산海域, 목포는 목포海域, 완도, 제주, 서귀포는 완도·제주海域, 여수, 광양, 삼천포, 충무는 여수海域, 고현, 장승포, 옥포, 마산, 진해, 부산, 울산은 부산海域, 포항은 포항海域, 삼척, 동해, 묵호, 속초는 동해海域에 各各 包含된다.

우리나라 沿岸의 모든 海域別 交通量은 4章에서 다루고, 이 章에서는 목포海域만 限定하여 2章에서 構成한 시뮬레이션 모델을 適用한 交通量 推定過程을 論하기로 한다.



## 3.1. 沿岸貨物船의 交通量推定

목포港灣, 인천海域과 군산海域의 第1種港灣(以下 A港灣群이라 稱한다), 완도·제주海域, 여수海域, 부산海域, 포항海域, 동해海域의 第1種港灣(以下 B港灣群이라 稱한다) 및 기타港灣群의 1977~1986年 沿岸貨物船 入出港實積은 Table(3-1)과 같다.

Table 3-1 Numbers of entering-departing coastal cargo ship per port (1977 ~ 1986).

항별 년도	목포港灣		A港灣群		B港灣群		기타港灣群	
	입항	출항	입항	출항	입항	출항	입항	출항
1977	6,702	6,551	15,836	15,143	42,987	41,883	—	1,948
1978	8,915	8,783	16,772	16,553	49,258	48,838	469	1,140
1979	9,715	9,481	16,070	15,403	49,652	48,311	162	2,409
1980	8,821	8,699	13,045	13,079	46,913	45,677	231	1,555
1981	9,091	8,724	12,428	12,527	48,535	47,646	51	1,208
1982	8,125	7,920	18,955	18,989	48,292	46,869	406	996
1983	8,230	8,115	21,012	20,583	49,472	48,646	1	1,371
1984	8,185	7,852	17,434	17,020	55,864	55,063	56	1,650
1985	8,638	8,266	18,313	18,399	53,874	54,095	927	1,192
1986	9,395	9,478	20,418	20,479	64,222	63,562	1,114	1,740

따라서 1977~1986年의 港灣間 交通量分布를 推定하기 위하여

2.2節의 港灣間 交通量分布 推定알고리즘中 港灣間 交通量の 合은

Table (3-1)의 港灣 入出港 實積에 일치되고, 同一港灣間의 交通  
 量이 없다는 制約條件을 使用한다. 이 結果 1977 ~ 1986 年의 港  
 灣間 交通量分布는 Table (3-2)와 같다.

Table 3-2 Estimated trip distribution per port(1977 ~ 1986).

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	
목포	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	목포港灣
포항	1,850	2,277	2,392	1,940	1,817	2,428	2,689	1,983	2,234	2,376	A港灣群
부산	4,702	6,450	7,064	6,726	6,901	5,501	5,426	5,870	5,934	6,983	B港灣群
기타	0	58	22	32	7	44	0	6	97	114	기타港灣群
A	1,816	2,291	2,353	1,967	1,896	2,486	2,678	2,009	2,311	2,364	목포港灣
부산	2,005	2,240	1,821	1,378	1,198	2,453	2,638	1,860	2,113	2,158	A港灣群
기타	11,321	12,016	11,195	9,689	9,424	14,066	15,269	13,139	13,747	15,681	B港灣群
기타	0	108	35	46	9	112	0	12	225	256	기타港灣群
B	4,683	6,481	7,036	6,640	7,029	5,476	5,410	6,006	6,197	6,863	목포港灣
부산	11,486	11,990	11,330	9,426	9,424	13,676	15,284	13,266	13,874	15,492	A港灣群
기타	25,708	30,061	29,842	29,459	31,374	27,785	27,954	35,741	33,421	40,427	B港灣群
기타	0	303	103	155	32	245	0	35	605	744	기타港灣群
기타	201	141	327	212	166	110	144	169	130	176	목포港灣
부산	493	260	526	300	217	274	406	374	289	397	A港灣群
기타	1,255	737	1,555	1,044	825	621	820	1,108	771	1,166	B港灣群
기타	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	기타港灣群

시물레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 관한 研究

Table (3-2)의 1977 ~ 1986 年の 港灣間 交通量 分布를 年度別

回歸分析한 結果 1987 ~ 2000 年の 港灣間 交通量 分布를 Table (3-3)과 같이 豫測할 수 있다.

Table 3-3 Estimated trip distribution per port (1987-2000).

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
목포港灣	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A港灣群	2,376	2,107	2,439	2,479	2,568	2,550	2,592	2,633	2,676	2,716	2,759	2,800	2,842	2,884
B港灣群	6,338	6,439	6,661	6,842	7,022	7,199	7,378	7,577	7,800	8,020	8,241	8,462	8,684	8,905
기타港灣群	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	161	168
목포港灣	2,421	2,458	2,495	2,531	2,574	2,620	2,668	2,719	2,761	2,808	2,855	2,902	2,949	2,995
A港灣群	2,180	2,209	2,256	2,294	2,343	2,383	2,437	2,493	2,552	2,615	2,682	2,752	2,825	2,897
B港灣群	14,351	15,945	16,677	17,424	18,183	18,939	19,692	20,458	21,236	22,030	22,868	23,657	24,454	25,246
기타港灣群	18	19	20	23	25	26	28	30	32	34	36	37	39	41
목포港灣	6,409	6,378	6,750	6,928	7,114	7,301	7,486	7,672	7,892	8,121	8,346	8,571	8,799	9,026
A港灣群	15,258	15,833	16,554	17,285	18,035	18,792	19,553	20,302	21,084	21,866	22,646	23,424	24,211	24,997
B港灣群	37,454	39,331	40,769	42,696	44,751	46,835	48,892	51,143	53,312	55,605	57,743	59,906	62,253	64,503
기타港灣群	502	553	604	651	704	759	808	861	912	963	1,012	1,067	1,119	1,169
목포港灣	133	141	146	156	169	182	193	205	217	229	241	251	261	269
A港灣群	319	317	308	303	299	295	290	286	283	278	274	270	265	261
B港灣群	97	95	95	91	92	93	92	97	99	101	102	105	108	110
기타港灣群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table (3-3) 의 港灣間 交通量分布中 목포海域에 關聯된 1987 年 交通量分布는 Fig.(3-2) 와 같다.

즉, Network 分析에 關한 式(2.21)에 따라 목포海域

$$\begin{aligned}
 \text{入港隻數} &= \text{목포海域 出港隻數} \\
 &= 15,331 + 133 + 6,409 \\
 &\quad + 15,236 + 2,376 + 6,338 \\
 &\quad + 77 + 2,421
 \end{aligned}$$

$$= 48,321$$

이므로 목포海域의 1987 年 沿岸貨物船 交通量은 48,321 隻이 된다.

같은 方法으로 1988 ~ 1995 2000 年의 목포海域 交通量을 推定한 結果 交通量은 Table (3-4) 와 같다.

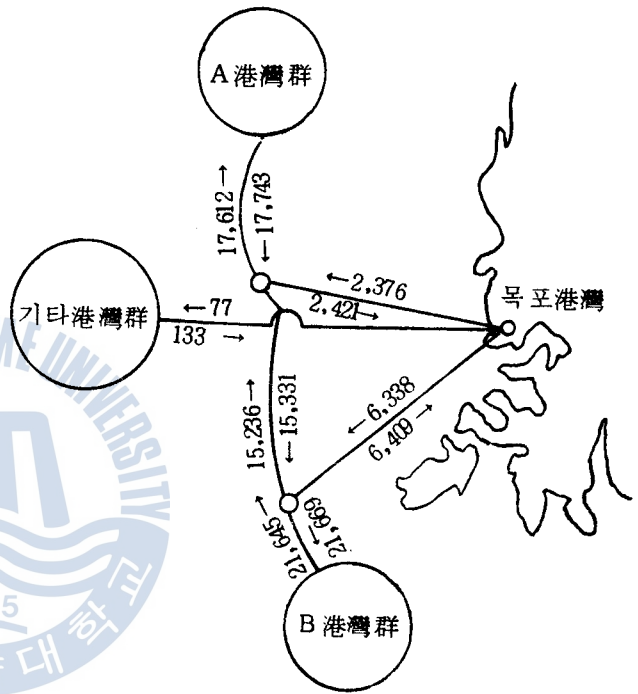


Fig.3-2 Traffic flow in Mokpo area (1987).

Table 3-4 Estimated numbers of coastal ship in Mokpo area (1987 ~ 2000).

年 度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
隻 數	48,321	49,928	51,783	53,689	55,647	57,595	59,560	61,586	63,694	65,800	67,913	70,012	72,133	74,246



3.2. 外航船의 交通量推定

목포海域의 外航船 交通量을 把握하기 위해서는 목포港灣, A港灣群, B港灣群의 港灣別 入出港實積 및 外航船 地域別 入出港實積이 必要하며, 港灣別 入出港實積은 Table (3-5), 地域別 入出港實積은 附錄 V에 보인다.

Table 3-5 Numbers of entering-departing ocean-going vessel per port (1976-1986).

항명 년도	목포港灣		A港灣群		B港灣群	
	입항	출항	입항	출항	입항	출항
1976	147	144	2,074	1,949	15,268	14,898
1977	139	142	2,493	2,442	15,179	14,541
1978	121	142	2,851	2,824	15,904	15,670
1979	137	162	2,704	2,690	16,878	17,265
1980	101	127	2,327	2,327	16,258	16,743
1981	115	128	2,510	2,487	17,259	17,619
1982	141	153	2,491	2,515	17,128	17,246
1983	109	108	2,500	2,448	17,114	17,302
1984	132	129	2,434	2,363	17,209	17,418
1985	165	166	2,398	2,385	17,465	17,813
1986	152	151	2,741	2,722	18,982	19,296

1976 ~ 1986년의 港灣別 地域別 入出港實積은 附錄 V에 보인다.

2.2 節의 港灣間 交通量分布 推定알고리즘中 港灣 / 地域間 交通量の 合은 Table (3-5)의 港灣別 入出港實積에 일치되고, 4.2 節에서 記述하는 港灣 / 地域間 結合率의 制約條件을 使用한다.

이 結果, 목포海城 交通量에 影響을 미치는 A港灣群, 목포港灣과 日本地域, 東南亞地域, 北美洲地域, 유럽地域, 기타地域間的 交通量分布는 Table (3-6)과 같다.

Table (3-6)의 1976 ~ 1986 年 港灣 / 地域間 交通量分布를 年度別 回歸分析한 結果 1987 ~ 2000 年의 港灣間 交通量分布를 Table (3-7)과 같이 豫測할 수 있다.

Table (3-7)의 港灣 / 地域間 交通量分布中 목포海城에 關聯된 1987 年 交通量分布는 Fig.(3-3)과 같다. 즉, Network 分析에 關한 式 (2.21)에 따라,

$$\begin{aligned}
 & \text{목포海城 入港隻數} \\
 & = \text{목포海城 出港隻數} \\
 & = 2,597 + 142 + 2,603 \\
 & \quad + 140 \\
 & = 5,482
 \end{aligned}$$

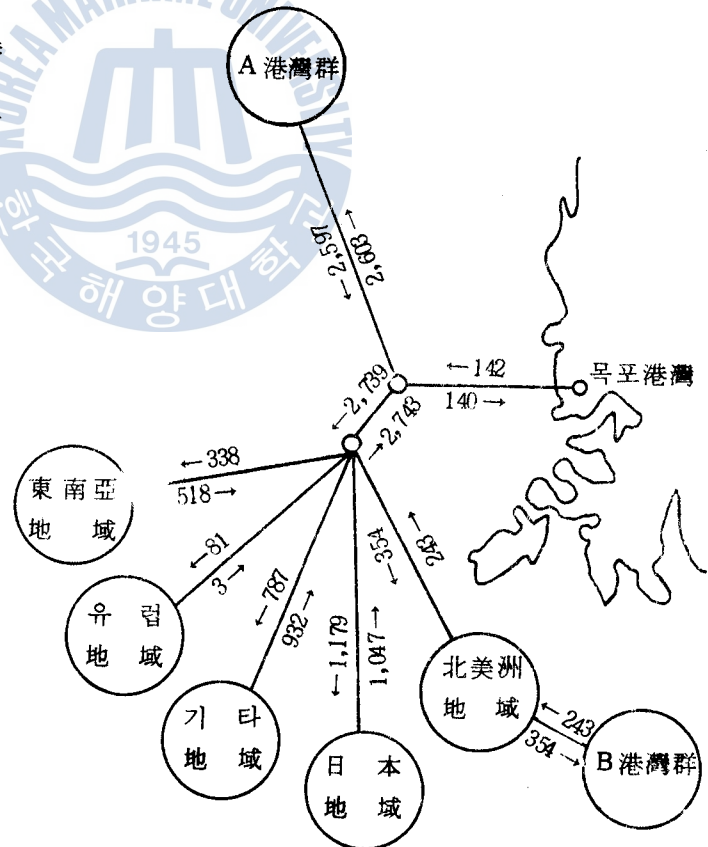


Fig.3-3 Traffic flow in Mokpo area(1987).

Table 3-6 Estimated trip distribution per port (1976-1986)

		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986		
목포 항 群	日本地域	96	89	88	99	69	66	57	48	69	87	75	日本地域	
	東南亞地域	16	19	22	28	23	16	24	15	12	21	19	東南亞地域	
	北美洲地域	5	4	4	5	3	5	10	9	12	19	21	北美洲地域	
	유럽地域	3	1	1	2	3	3	4	3	3	3	4	4	유럽地域
	기타地域	23	28	27	28	30	39	58	33	31	35	33	기타地域	
A	1,300	1,529	1,753	1,645	1,257	1,278	938	1,099	1,267	1,240	1,328			
목포 항 群	日本地域	220	332	438	458	414	307	389	333	228	302	345	日本地域	
	東南亞地域	68	72	72	83	61	88	167	195	227	278	377	東南亞地域	
	北美洲地域	47	24	19	33	48	62	70	65	62	58	70	北美洲地域	
	유럽地域	315	485	541	471	549	752	952	756	579	510	601	유럽地域	
기타地域													기타地域	
日本地域	98	39	75	76	49	55	62	52	63	70	70	日本地域		
日本地域	1,378	1,504	1,772	1,504	1,139	1,211	1,102	1,186	1,151	1,012	1,240	日本地域		
東南亞 地域	A 港灣群	17	20	21	23	24	29	27	19	19	28	27	A 港灣群	
	목포 港灣	232	364	485	462	563	632	484	436	351	404	477	목포 港灣	
北美洲 地域	A 港灣群	5	5	6	8	7	8	11	8	10	12	11	A 港灣群	
	목포 港灣	59	37	117	157	150	106	200	189	177	180	205	목포 港灣	
유럽 地域	A 港灣群	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	A 港灣群	
	목포 港灣	19	19	16	2	2	6	6	7	6	8	9	목포 港灣	
기타 地域	A 港灣群	27	23	20	29	20	23	40	30	40	54	44	A 港灣群	
	목포 港灣	375	409	461	580	471	495	699	683	749	793	809	목포 港灣	
A 港灣群													A 港灣群	

Table 3-7 Estimated trip distribution per port (1987-2000).

		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
목포 포 항 군	日本地域	61	59	56	53	51	48	46	43	40	38	35	33	30	28	
	東南亞地域	18	18	17	17	17	16	16	16	15	15	15	15	14	14	
	北美洲地域	19	20	22	23	25	27	28	30	32	33	35	36	38	40	
	유럽地域	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	
	기타地域	40	41	42	44	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	
A	1,118	1,081	1,048	1,013	978	942	907	874	842	809	777	749	729	704		
목포 항 군 群	日本地域	320	317	313	310	306	302	299	295	292	288	284	280	278	274	
	東南亞地域	335	369	399	433	476	509	530	563	594	627	659	693	724	757	
	北美洲地域	77	82	87	91	96	100	105	110	114	118	124	127	132	137	
	유럽地域	747	774	801	829	856	884	912	940	968	996	1,023	1,052	1,080	1,107	
기타地域	53	51	48	46	43	40	38	35	32	30	27	25	22	19		
日本地域	994	945	894	842	792	741	693	645	597	556	519	482	446	409		
東南亞 地域	A 港灣群	27	28	28	29	30	30	31	31	32	33	33	34	35	35	
	목포 港灣	491	499	506	514	522	529	537	545	552	560	568	575	583	592	
北美洲 地域	A 港灣群	12	13	14	14	15	16	17	17	18	19	19	20	21	21	
	목포 港灣	231	244	258	270	284	297	311	324	338	351	365	378	392	405	
유럽 地域	A 港灣群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	목포 港灣	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
기타 地域	A 港灣群	48	50	53	56	58	61	64	66	69	72	74	77	79	82	
	목포 港灣	884	934	985	1,037	1,088	1,140	1,191	1,242	1,293	1,344	1,396	1,448	1,499	1,551	
	A 港灣群															

시뮬레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 관한 研

이므로 목포 海域의 1987 年 外航船 交通量은 5,482 隻이 된다.

같은 方法으로 1988 ~ 2000 年의 목포 海域 交通量을 推定한 結果, 交通量은 Table (3-8) 과 같다.

Table 3-3 Estimated numbers of ocean-going vessel in Mokpo area (1987-2000).

年 度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
隻 數	5,482	5,536	5,579	5,629	5,678	5,723	5,780	5,832	5,885	5,948	6,014	6,086	6,162	6,239

### 3.3. 목포 海域의 總交通量 推定例

沿岸旅客船의 就航形態는 定期旅客船과 落島補助航路旅客船으로 나뉠 수 있으며, 목포계에 속하는 旅客船의 年度別 隻數, 月就航回數는 Table (3-9) 에 보인다.

Table 3-9 The Status of passenger ship's sailing service in Mokpo area (1977-1986).

區 分	年 度	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
	정기이객선	隻 數	43	37	37	39	42	39	40	42	39
	就航回數(月)	1,665	1,386	1,515	1,515	1,695	1,766	1,796	1,931	2,540	3,230
낙도보조항로 여객선	隻 數	7	10	14	9	10	10	11	11	15	16

해운항만통계연보<sup>12)</sup>의 定期旅客船 航路現況 및 就航回數를 終起點

分析한 結果, 목포海域의 1977 ~ 1986年 定期旅客船 交通量은 Table (3-10)과 같다.

Table 3-10 Estimated numbers of regular passenger ship in Mokpo area (1977-1986).

年 度	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
隻 數	16,740	14,784	15,120	15,480	16,560	16,152	15,792	15,612	17,952	22,632

1977 ~ 1986年의 定期旅客船 交通量으로 年度別 回歸分析을 시행 하였을 때 목포海域 推定交通量은 Table (3-11)과 같다.

Table 3-11 Estimated numbers of regular passenger ship in Mokpo area (1987-2000).

年 度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
隻 數	19,289	19,763	20,237	20,710	21,184	21,658	22,132	22,606	23,080	23,554	24,028	24,502	24,975	25,449

漁船은 港灣 / 漁場間의 움직임에서 沿岸交通量에 영향을 미치나 漁船交通量에 對한 統計資料가 거의 없으므로, 목포港에 入出港하는 漁船을 목포海域을 運航하는 漁船範圍로 잡고자 한다.

實際調査에 依한 1987年 1 ~ 6月 사이의 6개월간 목포港 漁船入港隻數는 3,093隻이며, 漁船出港隻數는 3,047隻이므로 1987年 목포海域의 漁船 推定交通量은 12,280隻으로 推定할 수 있다.

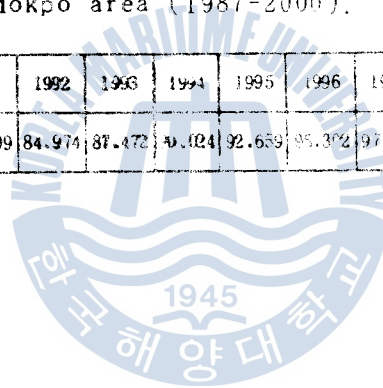
시뮬레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

그러나 漁船은 목포海域內에 散在하는 많은 漁港에도 入出港하므  
로서 보다 많은 港의 漁船入出港實績을 調査하여야 精確한 漁船交  
通量推定이 가능해진다.

따라서 漁船을 除外한 沿岸貨物船, 外航船, 定期旅客船의 交通量을  
綜合한 때 목포海域의 總交通量은 Table (3-12)로 나타낼 수 있  
다.

Table 3-12 Estimated numbers of traffic flow except fishing  
vessel in Mokpo area (1987-2000).

年 度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
艘 數	73,092	75,227	77,899	80,028	82,509	84,974	87,472	90,024	92,659	95,302	97,955	110,600	103,270	105,934



## 4. 우리나라 沿岸交通량의 綜合的 推定

## 4.1. 沿岸貨物船

沿岸船은 沿岸貨物船과 沿岸旅客船으로 나눌 수 있고, 이는 바로 우리나라 沿岸交通량의 中心的인 역할을 하는 부분이라고 말할 수 있다.

해운항만 통계연보중 港灣入出港實積의 沿岸交通량에는 沿岸旅客船의 量도 일부 포함되어 있으므로 沿岸貨物船의 入出港 隻數 및 屯數를 把握하기 위해서는 이들 港灣의 旅客船 入出港 隻數 및 屯數를 除外시켜야 한다. 따라서 해운항만통계연보중 定期旅客船 航路現況 및 就航回數

를 利用하여 第1種

Table 4-1 Trends of coastal cargo ships  
per year (1977-1986).

港灣에 對하여 沿岸  
船 交通량을 修正한  
結果 附錄Ⅱ와 같이  
1977 ~ 1986 年 사이  
의 우리나라 沿岸貨  
物船 入出港 隻數 및  
屯數를 算出하였다.  
沿岸貨物船의 年度  
別 入出港 增加趨勢

구분 연도	척 수	척 수 증가율	톤 수	톤 수 증가율
1977	65,525		22,988,343	
1978	75,414	15.1	25,911,803	12.7
1979	75,604	0.3	29,354,967	13.3
1980	69,010	-8.7	29,108,379	-0.8
1981	70,105	1.6	30,096,060	3.4
1982	74,774	6.7	32,209,389	7.0
1983	78,715	5.3	38,471,209	19.4
1984	81,589	3.7	40,738,215	5.9
1985	81,952	0.4	44,680,810	9.7
1986	95,259	16.2	46,832,472	4.8



## 시뮬레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

를 살펴보면 出港을 基準으로 하였을 경우 Table (4-1)로 보여진다. 즉, 隻數의 경우 1977年의 65,525隻에서 1986年의 95,259隻으로 10年間 約 1.45倍 增加하였으나, 屯數의 경우 1977年의 22,988,343屯에서 1986年의 46,832,472屯으로 2.04倍 增加하여 船舶의 大型化 추세를 뚜렷이 나타내고 있다.

1977 ~ 1986年의 港灣間 交通量分布를 推定하기 위한 모델로서 2.1節에서 構成한 알고리즘을 使用하는 데, 이때 制約條件 으로는 港灣間 交通量의 合은 附錄II의 沿岸貨物船 入出港實積에 맞아야 하고, 同一港灣間의 交通量은 없는 것으로 한다.

다음으로, 1977 ~ 1986年의 港灣間 推定交通量을 가지고 그 추세를 把握하기 위한 年別 回歸分析을 行하여 1987 ~ 2000年의 港灣間 交通量分布를 推定한다. 이의 回歸分析의 데이터로서 인천, 군산, 濟州, 목포, 여수, 광양, 麗山, 仁海, 忠州, 삼천포, 장승포, 부산, 울산, 동해, 목포, 속초, 삼척, 제주, 서귀포, 기타港灣間에 入出港하는 경우에는 1977 ~ 1986年의 10年間을, 옥포港은 1978 ~ 1986年의 9年間을, 동천港은 1979 ~ 1986年의 8年間을, 완도港은 1982 ~ 1986年의 5年間을, 오송港 및 고현港은 1984 ~ 1986年의 3年間 分布를 使用하였다. 濟州港은 1986年의 分布를 그대로 使用하였는데, 이의 結果의 回歸方程式은 附錄III에 示하고 있다.

Table (4-2)의 알고리즘을 利用한 港灣間 推定交通量中 1986年 年의 인천, 군산, 목포, 광양, 부산, 仁海, 동해, 제주港灣間 交通量分布이며, 이들 港灣間 交通量의 年別 回歸方程式은 Table (4-3)에

보인다. 또한 이 回歸方程式을 利用한 2000年의 上記 港灣間 交通量分布는 Table (4-4)와 같다.

Table 4-2 Estimated trip distribution among major 8 ports in 1986.

목적지 출항지	인 천	군 산	목 포	광 양	부 산	포 향	동 해	제 주
인 천	0	947	1,731	982	1,101	841	153	1,223
군 산	944	0	571	324	363	277	50	403
목 포	1,740	575	0	597	669	511	93	744
광 양	977	323	591	0	376	287	52	417
부 산	1,084	359	656	372	0	319	58	463
포 향	772	255	467	265	297	0	41	330
동 해	152	50	92	52	58	45	0	65
제 주	1,163	385	704	399	447	342	62	0

시뮬레이션에 의한 우리나라沿岸의海上交通量推定에 관한研究

Table 4-3 Trends of coastal ship's number per annum.

목적지 출항지	인 천	군 산	목 포	광 양
인 천	—	$Y = 643.0 + 30.84 X$	$Y = 1238.7 + 55.41 X$	$Y = 262.9 + 75.14 X$
군 산	$Y = 659.4 + 29.84 X$	—	$Y = 631.4 - 9.02 X$	$Y = 155.2 + 16.2 X$
목 포	$Y = 1257.1 + 50.87 X$	$Y = 624.5 - 9.61 X$	—	$Y = 317.5 + 26.39 X$
광 양	$Y = 276.5 + 73.96 X$	$Y = 157.1 + 15.78 X$	$Y = 325.1 + 26.45 X$	—
부 산	$Y = 293.9 + 90.33 X$	$Y = 160.4 + 21.29 X$	$Y = 329.4 + 36.85 X$	$Y = 53.3 + 33.46 X$
포 향	$Y = 354.9 + 60.08 X$	$Y = 183.1 + 11.30 X$	$Y = 369.7 + 18.86 X$	$Y = 78.4 + 23.15 X$
동 해	$Y = -15.5 + 17.0 X$	$Y = 0.3 + 4.82 X$	$Y = 17.0 + 6.88 X$	$Y = -6.9 + 5.64 X$
제 주	$Y = 1194.8 + 17.49 X$	$Y = 579.8 - 17.17 X$	$Y = 1073.4 - 30.09 X$	$Y = 284.5 + 16.79 X$

목적지 출항지	부 산	포 향	동 해	제 주
인 천	$Y = 286.1 + 91.87 X$	$Y = 330.7 + 64.75 X$	$Y = -6.3 + 15.93 X$	$Y = 1150.7 + 23.46 X$
군 산	$Y = 156.4 + 21.73 X$	$Y = 178.5 + 12.75 X$	$Y = 5.2 + 4.20 X$	$Y = 565.6 - 15.87 X$
목 포	$Y = 324.3 + 36.50 X$	$Y = 357.5 + 20.56 X$	$Y = 26.8 + 5.64 X$	$Y = 1052.1 - 28.59 X$
광 양	$Y = 53.8 + 33.51 X$	$Y = 75.2 + 24.27 X$	$Y = -3.1 + 5.21 X$	$Y = 232.5 + 17.41 X$
부 산	—	$Y = 74.7 + 30.19 X$	$Y = -8.8 + 6.75 X$	$Y = 301.1 + 24.03 X$
포 향	$Y = 79.5 + 23.96 X$	—	$Y = 0.8 + 4.45 X$	$Y = 325.3 + 10.83 X$
동 해	$Y = -42.9 + 7.13 X$	$Y = -4.1 + 5.17 X$	—	$Y = 8.2 + 6.11 X$
제 주	$Y = 305.9 + 23.19 X$	$Y = 323.9 + 11.63 X$	$Y = 17.2 + 5.0 X$	—

기준년도 : 1977年

시간단위 : 1年

Y : 1977年부터 1986년까지 船舶隻數

Table 4-4 Estimated trip distribution among major 8 ports in 2000.

목적지 출항지	인 천	군 산	목 포	광 양	부 산	포 항	동 해	제 주
인 천	0	1,383	2,568	2,066	2,485	1,885	376	1,714
군 산	1,375	0	415	544	681	485	108	185
목 포	2,478	394	0	951	1,200	851	162	366
광 양	2,052	536	959	0	858	658	122	700
부 산	2,462	671	1,214	856	0	799	153	878
포 항	1,797	454	822	634	773	0	108	585
동 해	393	116	182	129	159	120	0	155
제 주	1,615	159	351	688	862	603	137	0

25개 第1種 港灣을 8개 海域으로 分類, 海域別 交通量을 算出하기 위하여 上記 回歸分析으로 구한 1987 ~ 2000 年の 港灣間 交通量分布를 가지고 2.3節에서 說明한 Network 分析을 시행하면 Table (4-5)의 海域別 交通量을 얻을 수 있다.

沿岸貨物船의 海域別 增加趨勢를 살펴보면 인천海域의 경우 年間 1,346隻(1,338,612 吨)씩 增加하며, 군산海域은 1,528隻(1,425,240 吨), 목포海域은 1,852隻(1,430,180 吨), 완도·제주海域은 2,243隻(1,523,270 吨), 여수海域은 3,429隻(2,036,860 吨), 부산海域은 2,058隻(1,700,021 吨), 포항海域은 795隻(819,291 吨), 동해海域은 291隻(284,172 吨)씩 各各 增加하며, 여수海域의 增加量이 隻數, 吨數面에서 모두 가장 크다.

Table 4-5. Estimated numbers and gross tonnage of coastal ship per area (1987-2000).

年次	인원		배수량		배수량		배수량		배수량		배수량		배수량		배수량		배수량	
	인원	배수량	인원	배수량	인원	배수량	인원	배수량	인원	배수량	인원	배수량	인원	배수량	인원	배수량	인원	배수량
1987	29,301	18,619,329	27,669	20,352,208	48,321	23,425,674	55,477	25,002,765	55,710	35,142,474	49,326	35,421,571	19,479	16,740,031	9,028	10,020,368		
1988	30,526	20,051,629	38,974	21,938,127	49,909	23,020,482	57,395	26,625,575	68,620	37,875,165	51,019	37,088,875	20,162	17,496,001	9,827	10,181,051		
1989	31,904	21,427,576	40,537	23,385,258	51,783	24,555,301	59,614	28,257,695	71,870	40,017,520	52,807	39,778,147	20,879	18,250,798	10,051	10,359,941		
1990	33,467	22,926,541	42,121	25,928,327	53,983	26,090,654	61,993	29,890,498	75,370	42,190,118	54,828	40,596,469	21,700	19,045,117	10,323	10,577,967		
1991	34,869	24,368,679	43,761	26,481,719	55,647	27,627,050	64,239	31,524,695	79,612	44,372,475	56,955	42,318,807	22,548	19,917,618	10,616	10,874,808		
1992	36,313	25,608,760	45,397	27,997,230	57,595	29,165,569	66,555	33,161,475	82,662	46,560,000	59,161	44,104,122	23,364	20,320,762	10,909	11,202,289		
1993	37,765	27,051,194	47,044	29,534,950	60,590	30,709,283	68,385	34,800,946	86,395	48,450,979	61,321	46,012,755	24,250	21,725,814	11,211	11,531,684		
1994	39,230	28,595,797	48,732	31,973,353	61,586	32,247,078	71,436	36,440,329	90,192	50,942,786	63,628	47,862,225	25,117	22,631,015	11,528	11,861,227		
1995	40,715	30,138,345	50,449	32,611,768	63,694	33,780,084	73,994	38,080,315	94,078	53,143,654	66,014	49,725,213	26,012	23,540,751	11,865	12,195,229		
1996	42,193	31,681,943	52,133	34,150,352	65,800	35,330,062	76,501	39,720,800	97,967	55,355,445	68,427	51,603,054	26,921	24,455,171	12,222	12,536,080		
1997	43,678	33,025,538	53,880	35,639,129	67,913	36,872,435	79,137	41,361,483	101,866	57,569,808	70,862	53,489,021	27,843	25,375,187	12,595	12,882,789		
1998	45,166	34,469,747	55,537	37,227,937	70,912	38,414,637	81,705	43,006,024	105,834	59,789,179	73,287	55,386,127	28,764	26,306,316	12,959	13,240,612		
1999	46,658	35,914,807	57,336	38,766,749	72,133	39,965,975	84,204	44,696,169	109,774	62,022,252	75,710	57,392,234	29,684	27,256,451	13,331	13,671,732		
2000	48,147	37,359,869	59,064	40,305,562	74,246	41,518,493	86,874	46,328,540	113,717	64,258,510	78,144	59,221,866	30,611	28,210,107	13,704	13,998,771		

Fig.(4-1)은 1986年과 2000年의 우리나라 沿岸貨物船 海域別 交通量을 對比시켜 그 增加量을 보이고 있다.

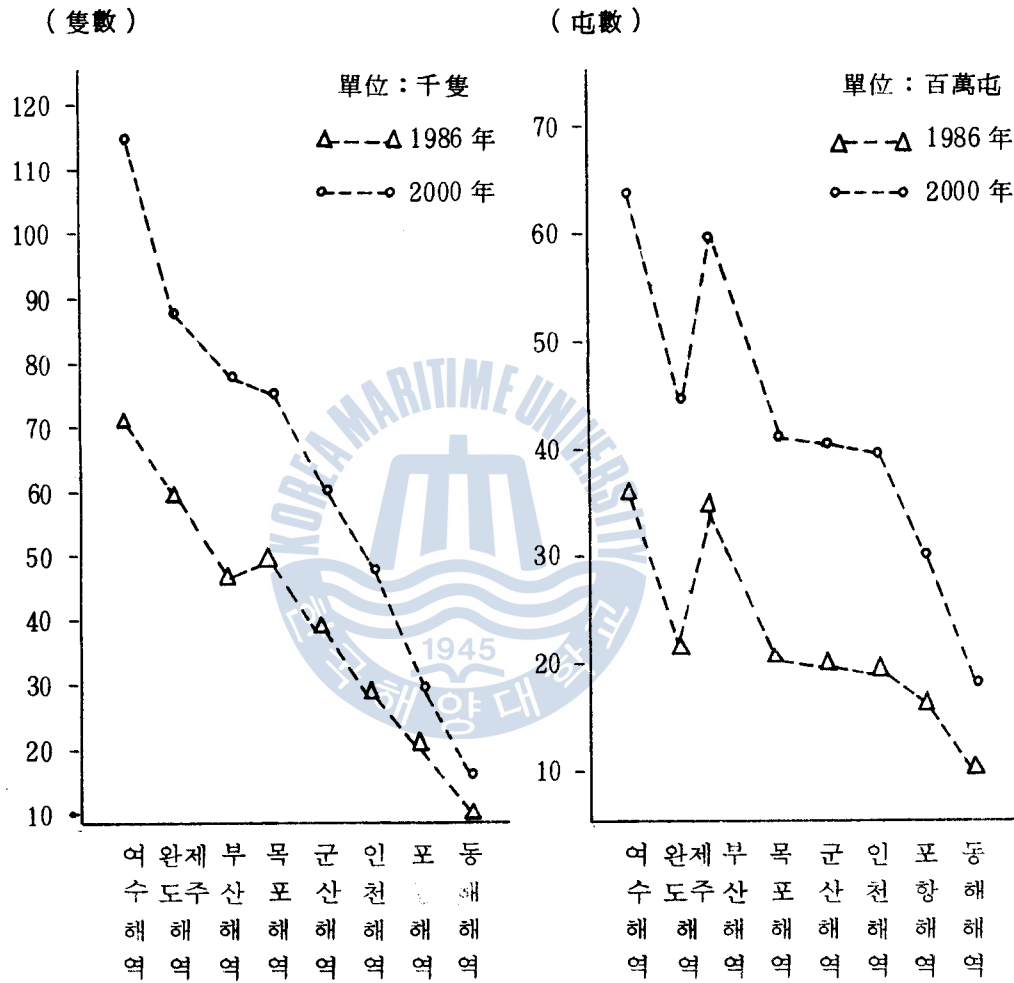


Fig.4-1 Estimated numbers and gross tonnage of coastal cargo ship per area (1986, 2000).

## 4. 2. 外航船

우리나라 第1種 港灣인 25개 港灣에 入出港하는 外航船의 港灣別 隻數 및 屯數는 附錄IV와 같다. 그러나 外航船 地域別 入出港實積은 1978年까지의 統計資料뿐이므로 1979년부터 1986년까지의 地域別 入出港 隻數 및 屯數는 推定되어야 한다.

즉, 外航船의 年度別 總 入出港實積의 制約條件下에서 1976-1978년의 3年間 平均 地域別 外航貨物 對 外航隻數(屯數)의 比로서 1979~1986년의 地域別 外航船 入出港 隻數(屯數)를 推定하였으며, 그 結果는 附錄V와 같다.

1986年度를 基準으로 各 地域에 對한 入港隻數 및 入港屯數의 構成比는 Fig.(4-2)와 같다. 즉, 日本地域으로부터의 入港隻數는 總 外航船 入港隻數의 49.3%를 차지하나, 屯數의 경우는 總 入港

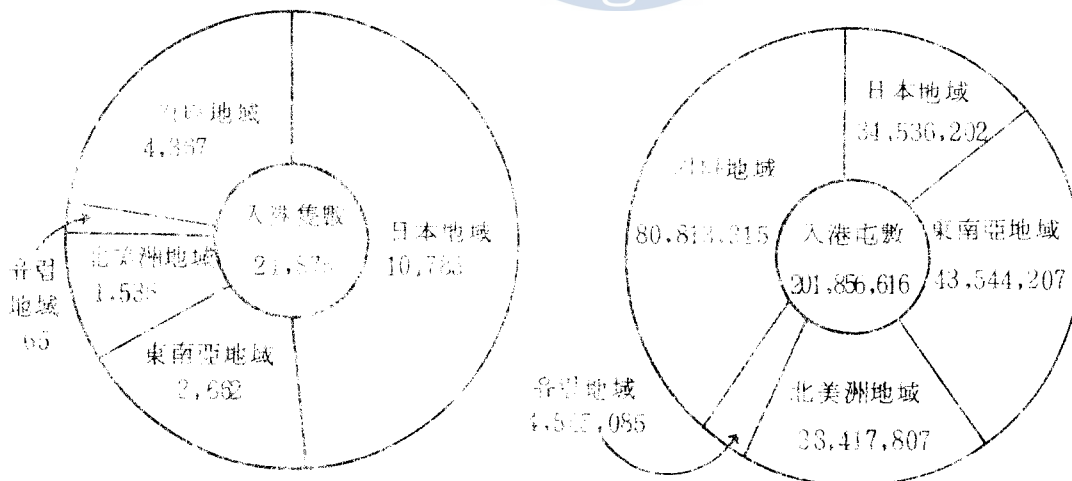


Fig.4-2 Numbers and gross tonnage of ocean-going vessel per foreign area in 1986.

噸數의 17.1%에 불과하고, 오히려 중동 및 중남미地域을 포함하는 기타地域이 40.0%로噸數의 가장 큰 percentage를 나타내고 있다. 따라서隻數 및噸數의構成比로부터日本地域의 경우에는隻數에 비하여噸數의構成比率이 낮으므로 활어운반선 등의小·中型船舶의運航이 많음을 짐작할 수 있다.

1976 ~ 1986年의 外航船 港灣 / 地域間 交通量分布를 推定하기 위하여 2.2節에서 構成한 알고리즘을 使用하는데, 이때 制約條件은 沿岸貨物船과 다르게 잡아야 한다. 즉, 附錄Ⅳ의 港灣別 外航船 入出港實積과 附錄Ⅴ의 地域別 入出港實積만을 制約條件으로 할 경우 輸出入貨物의 地域的 特性이 沿岸貨物船에 비하여 매우 뚜렷하므로 港灣 / 地域間 交通量分布에 매우 큰 誤差가 發生하게 된다.

따라서 特定港灣別 外航貨物에 따른 地域的 特性을 먼저 調査, 分析하여 이들 港灣 / 地域間 結合率을 먼저 決定하고, 나머지 港灣 / 地域間에는 Entropy를 最大로 하는 概念을 導入한다.

먼저 一定港灣의 結合率을 決定하기 위하여 第1種 港灣에 대하여 1987年 1월부터 6월 6個月間의 外航船 終起點 實態調査를 실시하여 外航船의 地域的 特性을 把握하였으며 이들 結果와 해운항만통계연보의 1976 ~ 1986年 사이 港別 外航貨物 輸送實積을 比較分析하여 Table (4-6)과 같은 地域特性을 알게 되었다.



Table 4-6 Regional characteristics in ocean-going traffic flow.

港 灣	輸出入	品 目 (對象地域)	通航이 없는 地域
광 島	輸 入	유류(중동등의 기타地域)	日本, 東南亞, 北美洲, 유럽
고 령	輸 入	유연탄(호주, 캐나다, 소련)	日本, 東南亞
화 포	輸 出	수산물공품, 전어(日本)	東南亞, 北美洲, 유럽, 기타
이 수	輸 入	식량, 파피루카집(東南亞, 美國)	유럽, 기타
	輸 出	수산물공품, 전어(日本)	
진 해	輸 入	광석, 대두(美國, 캐나다)	유럽, 기타
	輸 出	비료(美國, 東南亞, 日本) 식량, 전어, 수산물공품(일본)	
송 포	輸 出	주어, 수산물공품(日本)	東南亞, 北美洲, 유럽, 기타
문 津 口	輸 入	유연탄(캐나다, 호주)	東南亞, 유럽
		밀(日本)	
	輸 出	주어(日本)	
주 島 口	輸 入	주어(日本)	東南亞, 北美洲, 유럽, 기타
영 島 口	輸 入	식량, 대두, 목화(호주)	東南亞, 北美洲, 유럽
화 島 口	輸 出	수산물공품(日本)	東南亞, 北美洲, 유럽, 기타
유 島 口	輸 入	목재(東南亞)	北美洲, 유럽
	輸 出	주어(日本), 연어(日本, 인도)	
진 島 口	輸 入	유연탄(호주)	東南亞, 北美洲, 유럽, 기타
신 島 口	輸 出	주어(日本)	東南亞, 北美洲, 유럽, 기타

以上の 港灣 / 地域間에서 輸出入貨物에 따른 地域特性上 運航이 없  
는 41개 港灣 / 地域間 結合率을 0으로 하고, 나머지 港灣 / 地域間  
은 Entropy 最大의 條件에서 外航船 入出港實積에 맞게 港灣 / 地域  
間 交通量分布를 推定한다.

다음으로, 1976 ~ 1986 年の 港灣 / 地域間 交通量을 가지고 年別  
回歸分析을 시행하여 1987 ~ 2000 年の 港灣 / 地域間 交通量分布를  
推定한다.

이때 回歸分析의 데이터로 인천, 군산, 장항, 목포, 여수, 마산, 진  
해, 충무, 삼천포, 장승포, 부산, 울산, 포항, 목호, 속초, 제주港에 入  
出港하는 경우에는 1976 ~ 1986 年の 11年間을, 광양, 삼척港은  
1977 ~ 1986 年の 10年間을, 옥포, 서귀포港은 1978 ~ 1986 年の 9  
年間을, 동해港은 1979 ~ 1986 年の 8年間을, 완도港은 1982 ~ 1986  
年の 5年間을, 고정 및 고현港은 1984 ~ 1986 年の 3年間을 使  
用하였으며, 평택港은 1986 年度 港灣 / 地域間 交通量分布를 그대로  
일정하게 使用하였고, 그 結果는 附錄 VI에 나타내고 있다.

Table (4-7)은 推定된 港灣間 交通量分布中 1986 年度の 인천,  
군산, 목포, 광양, 부산, 포항, 동해, 제주港과 各 地域間의 交通量分  
布이며, Table (4-8)은 이의 回歸方程式이며, 이 回歸方程式을 利用  
한 2000 年の 港灣 / 地域間 推定 交通量分布는 Table (4-9)에 나  
타내고 있다.

시물레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

Table 4-7 Estimated trip distribution between port & foreign area in 1986.

목적지 출항지	日本地域	東南亞地域	北美洲地域	유럽地域	기타地域
인천	1,162	302	321	60	510
부산	139	36	38	7	61
목포	75	19	21	4	33
광양	538	140	149	28	236
부산	4,833	1,257	1,335	248	2,120
포항	771	201	213	40	338
동해	190	49	52	10	83
해수	289	0	0	0	0

Table 4-8 Trends of ocean-going vessel's number per annum.

목적지 출항지	日本地域	東南亞地域	北美洲地域	유럽地域	기타地域
인천	$Y = 152.3 + 22.43 X$	$Y = 29.4 + 1.36 X$	$Y = 18.3 + 31.96 X$	$Y = 25.2 + 3.75 X$	$Y = 210.7 + 31.75 X$
부산	$Y = 226.7 + 16.31 X$	$Y = 35.5 + 1.5 X$	$Y = 1.4 + 3.7 X$	$Y = 4.2 + 3.34 X$	$Y = 66.5 + 6.64 X$
목포	$Y = 80.1 + 2.69 X$	$Y = 21.3 + 0.89 X$	$Y = 1.6 + 1.63 X$	$Y = 1.4 + 0.24 X$	$Y = 26.2 + 1.16 X$
광양	$Y = 72.9 + 3.11 X$	$Y = 25.6 + 0.91 X$	$Y = 46.9 + 31.25 X$	$Y = 5.6 + 3.06 X$	$Y = 13.4 + 21.58 X$
부산	$Y = 122.6 + 11.3 X$	$Y = 125.4 + 1.31 X$	$Y = 75.1 + 1.43 X$	$Y = 96.7 + 13.5 X$	$Y = 1527.3 + 89.85 X$
포항	$Y = 121.3 + 34.3 X$	$Y = 121.6 + 15.25 X$	$Y = 38.9 + 11.44 X$	$Y = 5.7 + 3.81 X$	$Y = 147.6 + 31.42 X$
동해	$Y = 36.1 + 12.27 X$	$Y = 20.1 + 1.39 X$	$Y = 24.9 + 6.33 X$	$Y = 1.9 + 0.81 X$	$Y = 39.4 + 4.7 X$
해수	$Y = 20.7 + 18.1 X$	-	-	-	-

기준연도 : 1975년

시간단위 : 1년

Y : 1976년부터 1986년까지 船舶隻數

Table 4-9 Estimated trip distribution between port &amp; foreign area in 2000.

목적지 출항지	日本地域	東南亞地域	北美洲地域	유럽地域	기타地域
인천	704	265	603	114	914
군산	0	9	69	13	85
목포	28	14	40	7	55
광양	1,086	266	335	72	603
부산	2,648	1,103	2,532	450	3,773
포항	1,357	378	479	102	933
동해	367	78	133	21	157
제주	702	0	0	0	0

港灣 / 地域間 交通量分布를 가지고 海域別 交通量을 算出하기 위해서는 港灣이 속하는 海域과 5개 地域間的 航路가 決定 되어야 하는 바, 이는 Fig.(4-3)에 보인다.

즉, 목포海域에서는 東南亞, 유럽, 기타地域으로 분기되고, 완도·제주海域에서는 유럽, 東南亞, 기타, 日本地域으로 분기되고, 여수海域도 東南亞, 유럽, 기타, 日本地域으로 분기된다. 그러나 부산地域은 東南亞, 유럽, 기타, 日本地域 및 北美洲地域으로 분기되고 포항海域은 日本, 北美洲地域으로, 동해海域도 日本, 北美洲地域으로 분기되어진다.

港灣 / 地域間的 交通量分布를 海域 / 地域間的 航路에 근거한 Network 分析을 2.3節의 方法과 같이 시행하면 1987~2000년의 海

시뮬레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

域別 外航船 交通量을 算出할 수 있고, 이는 Table (4-10)에 나타낸다.

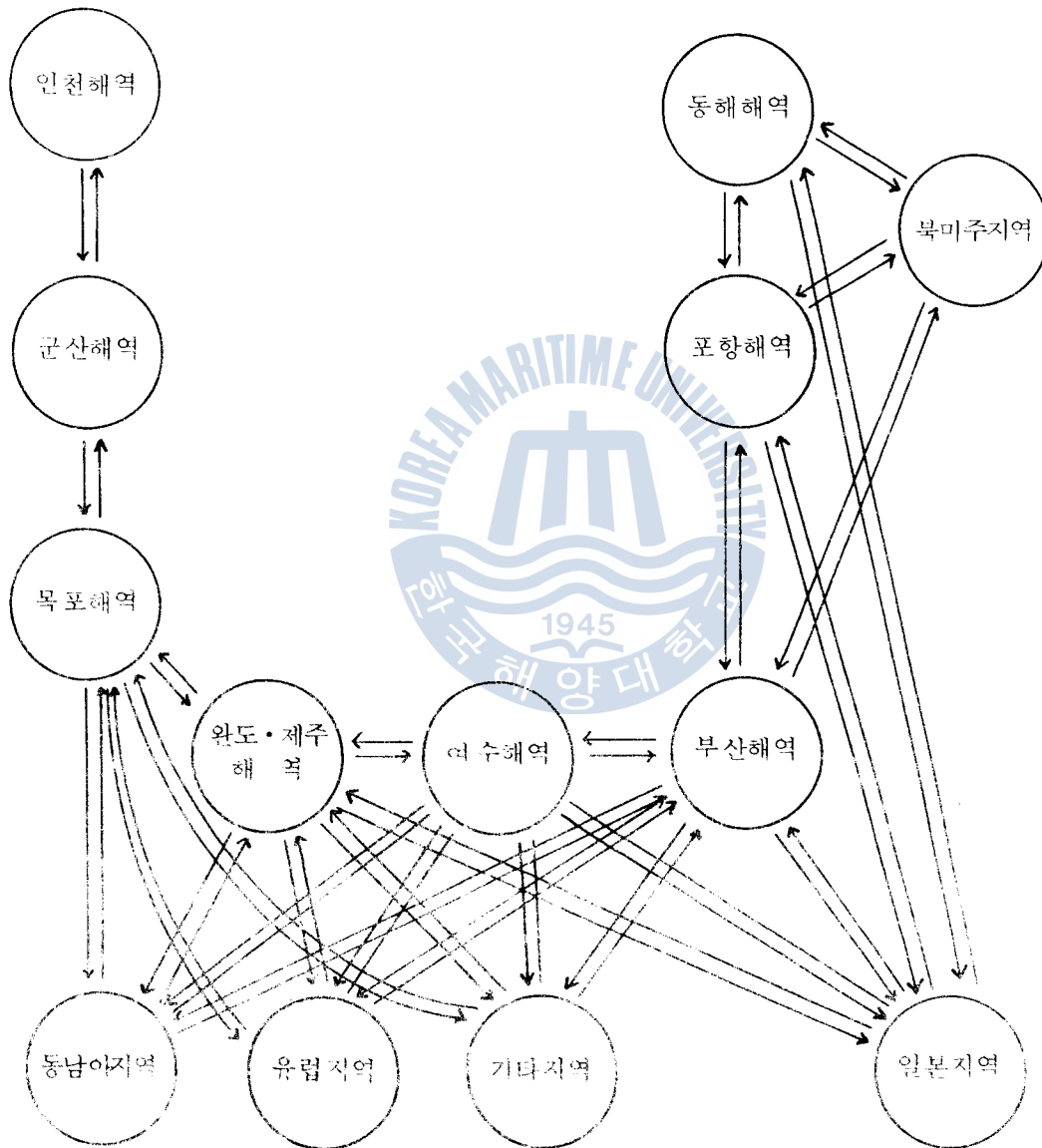


Fig.4-3 Traffic networks between coastal area & foreign area.

Table 4-10 Estimated numbers and gross tonnage of ocean-going vessel per area (1987-2000).

年 別	인진해역		군산해역		북포해역		원도·제주해역		이수해역		부산해역		포항해역		동해해역	
	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수
1987	4,517	50,816,529	5,200	59,381,366	5,482	60,963,043	4,324	24,809,848	3,563	48,311,080	31,759	320,776,669	4,319	52,325,565	917	9,919,165
1988	4,565	53,115,507	5,252	62,685,006	5,536	64,382,595	4,390	26,239,497	3,693	52,297,690	32,597	343,613,122	4,541	56,071,414	969	10,631,019
1989	4,612	55,414,482	5,294	65,988,641	5,579	67,802,142	4,445	27,669,146	3,731	56,289,991	33,229	366,465,629	4,763	59,833,322	1,022	11,358,929
1990	4,663	57,713,461	5,342	69,296,834	5,629	71,226,245	4,503	29,098,796	3,931	60,282,699	33,969	389,318,140	4,988	63,595,228	1,079	12,086,839
1991	4,712	60,012,439	5,389	72,605,511	5,678	74,650,849	4,564	30,528,444	4,143	64,275,411	34,704	412,170,648	5,210	67,357,135	1,130	12,817,413
1992	4,759	62,311,415	5,434	75,914,716	5,723	78,075,452	4,621	31,958,094	4,363	68,268,119	35,441	435,023,156	5,434	71,119,041	1,163	13,549,079
1993	4,812	64,610,392	5,487	79,222,905	5,780	81,500,053	4,686	33,387,742	4,595	72,260,832	36,186	457,875,667	5,660	74,880,951	1,243	14,280,745
1994	4,859	66,909,371	5,540	82,536,892	5,832	84,929,954	4,750	34,822,689	4,827	76,253,543	38,925	480,727,274	5,887	78,642,858	1,300	15,016,019
1995	4,909	69,208,347	5,592	85,860,795	5,885	88,369,767	4,814	36,266,688	5,059	80,247,867	37,667	503,582,249	6,117	82,406,331	1,360	15,753,058
1996	4,957	71,507,326	5,651	89,213,504	5,948	91,838,389	4,886	37,738,919	5,291	84,243,902	38,416	526,437,510	6,347	86,170,985	1,423	16,491,280
1997	5,007	73,806,303	5,717	92,566,207	6,014	95,307,004	4,961	39,211,149	5,522	88,239,932	39,156	549,292,762	6,576	89,935,640	1,485	17,229,503
1998	5,056	76,105,280	5,786	95,920,765	6,086	98,777,473	5,045	40,685,232	5,755	92,235,967	39,896	572,148,018	6,803	93,700,295	1,547	17,967,729
1999	5,107	78,404,257	5,862	99,301,496	6,162	102,274,115	5,129	42,185,490	5,986	96,232,001	40,642	594,973,277	7,033	97,464,950	1,610	18,705,951
2000	5,156	80,763,235	5,938	102,686,061	6,239	105,773,593	5,218	43,685,752	6,219	100,226,030	41,400	617,859,453	7,263	101,230,526	1,675	19,445,093

시뮬레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

外航船 交通量의 海域別 增加趨勢를 살펴보면 인천 海域의 경우 年間 46 隻 (2,134,765 噸) 씩 增加하고, 釜山 海域은 53 隻 (3,093,121 噸) 씩 增加하며, 仁川 海域은 54 隻 (3,200,754 噸), 莞島·濟州 海域은 64 隻 (1,348,279 噸), 慶尙 海域은 190 隻 (3,708,354 噸), 蔚山 海域은 689 隻 (31,230,199 噸), 忠清 海域은 210 隻 (3,493,212 噸), 全羅 海域은 54 隻 (68,442 噸) 씩 各各 增加하며, 蔚山 海域의 增加量이 隻數, 噸數 面에서 모두 가장 크다.

Fig. 4-4) 는 1986 年과 2000 年의 우리나라 外航船 海域別 交通量을 對比시켜 그 增加量을 보여주고 있다.

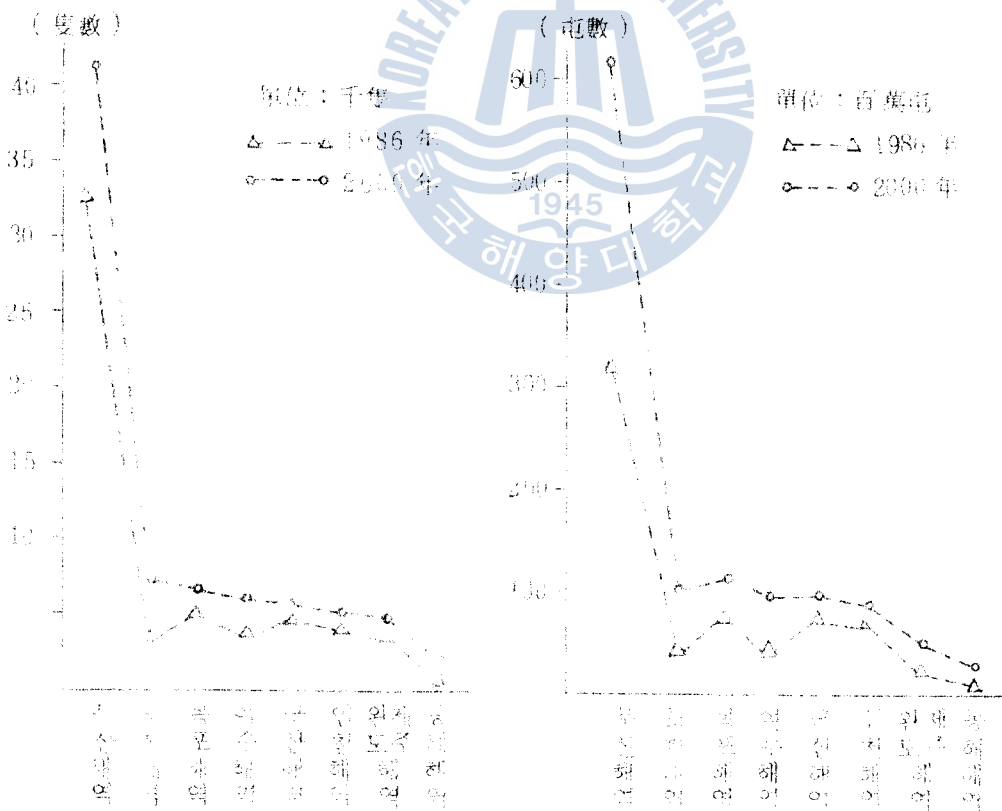


Fig.4-4 Estimated numbers and gross tonnage of ocean-going vessel per area (1986, 2000).

## 3. 3. 沿岸旅客船 및 漁船

沿岸旅客船은 就航하는 유형에 따라 定期旅客船과 落島補助航路旅客船으로 나눌 수 있으나 質 또는 量的인 面에서 定期旅客船이 主종을 이루고 있다. 따라서 本 論文에 있어서는 落島補助航路를 除外한 定期旅客船의 通航量을 沿岸旅客船의 범위로 잡고자 한다.

旅客船은 運航特性上 就航航路가 決定되어 있기 때문에 우리나라 沿岸海域에 대한 定期旅客船 航路現況 및 就航回數만 알면 港灣間 交通量分布를 決定할 수 있게 된다. 그러나 過去 旅客船 航路現況에서 就航區間的 變化가 많음으로 인하여 港灣間 旅客船 交通量 分布로서 年度別 回歸分析을 시행하기 困難하므로 먼저 港灣間 交通量 分布를 Network 分析하여 1977 ~ 1986 年の 海域別 交通量을 決定하는데, 1986 年の 交通量은 Table (4-9) 와 같다. 이 通航量은 就航回數가 수시인 인천海域의 인천-작약도間, 外포-남산間 및 여수, 釜山海域에 걸쳐있는 熊武-海金間이 除外되어 있다.

Table 4-9 Numbers and gross tonnage of regular passenger ship per area in 1986.

海域別 區分	인천海域	군산海域	목포海域	완도·제주 海域	여수海域	부산海域	포항海域	동해海域
隻數	4,320	0	22,632	19,248	21,888	22,448	720	0
噸數	448,560	0	8,745,816	8,745,816	5,682,504	5,958,084	803,520	0



시뮬레이션에 의한 우리나라沿岸의海上交通量推定에 관한 研究

1977 ~ 1986 年の 海域別 定期旅客船 交通量을 回歸分析하면

Table (4-10)의 回歸方程式을 구할 수 있다.

Table 4-10 Trends of regular passenger ship's number per annum .

구분 해역별	回歸方程式	相關 係數	決定 係數	구분 해역별	回歸方程式	相關 係數	決定 係數
인천 海域	$Y=7800-501.82 X$	-0.86	0.74	여수 海域	$Y=13365.1+333.62 X$	0.33	0.11
부산 海域	$Y=1867.2-200.29 X$	-0.91	0.83	부산 海域	$Y=4232+1459.05 X$	0.98	0.95
목포 海域	$Y=14076 \times 473.89 X$	0.63	0.40	포항 海域	$Y=-60+61.31 X$	0.91	0.84
완도·제주 海域	$Y=3068.8+1416.8 X$	0.90	0.90	동해 海域	$Y=84+17.45 X$	0.22	0.05

기준년도 : 1977 年

시간단위 : 1 年

Y : 1977년부터 1986 년까지 船舶隻數

그러나 定期旅客船은 一定航路를 一定船舶이 就航하므로 回歸分析 結果로 將來 交通量을 多少 豫測하는 데에는 問題가 있게 된다. 즉 定期旅客船의 交通 船舶隻數을 보다 正確인 船舶隻數으로 대체시킨으 로써 回歸分析에 適用하는 豫測量에 1986 年度 交通量을 그대로 使 用하면, 1985, 86 年度에 定期旅客船 通航量이 없 으므로 誤差로 치러진다.

따라서 1987 ~ 2000 年의 海域別 定期旅客船 交通量은 Table(4-11)과 같이 豫測 係數에 있어서는 부산 海域이, 屯數에서는 완도·제주 海域이 가장 크다.

遠洋漁業에 종사하는 漁船들의 實質的인 움직임이 될 것이며 海上交通量에 직접 또는 간접적으로 영향을 미치게 될 것이다.

이 港灣別 6個月 入出港實積을 2배하면 1987年 港灣別 漁船 入出港交通量을 推定할 수 있고, 漁船交通量이란 港灣과 漁場間的 船舶움직임으로서 이들 움직임이 沿岸交通量에 영향을 미치므로 各 港灣 入出港交通量이 바로 그 港灣부근 海域의 交通量으로 나타나게 된다.

따라서 1987年 海域別 漁船 推定交通量은 Table (4-13) 과 같다.

Table 4-13 Estimated numbers of fishing vessel per area in 1987.

海域別 區分	인천海域	군산海域	목포海域	완도 제주海域	여수海域	부산海域	포항海域	동해海域
隻數	16,590	21,020	12,280	44,294	41,052	88,530	55,408	213,300

또한 우리나라 漁船勢力은 船隻 및 내수면 漁業의 船舶을 포함하여 1984年의 90,463隻에서 1985年 90,970隻으로 0.5% 정도 增加하는 둔감한 增加를 보이므로 우리나라 沿岸 漁船의 海域別 交通量은 당분간 1987年의 交通量水準을 유지할 것으로 전망된다.

#### 4. 4. 沿岸交通量 綜合推定 및 그 特性分析

우리나라 沿岸의 總 交通量을 推定하기 위해서는 4. 1, 4. 2 및 4. 3 節에서 推定한 沿岸貨物船, 外航船, 定期旅客船, 漁船의 各 交通量을 모두 고려하여야 한다.

그러나 漁船의 경우 전국 中·小港灣까지 入出港이 存在 하므로 精確한 交通量을 把握하기 위해서는 指定港 47 개 港灣, 漁港 386 개 港灣 및 기타 1,555 개에 달하는 港灣까지 入出港實積調査 및 그 終起點分析이 시행되어야 하나, 本 論文에서는 그 일부인 指定港中 25 개 1種港灣 및 5 개 2種港灣에 대한 調査에 限定 되어 있기 때문에 漁船 推定量에 限界가 있으므로 交通量의 綜合推定에서는 除外한다.

따라서 漁船을 除外한 우리나라 沿岸의 海域別 總 交通量은 Table (4-14) 와 같고, 그 通航屯數는 Table (4-15) 와 같다.

Table 4-14 Estimated numbers of total traffic volume per area (1987-2000).

(Coastal cargo ships, ocean-going vessels &amp; regular passenger ships)

해역별 년도	인천해역	군산해역	목포해역	완 도 제주해역	여수해역	부산해역	포항해역	동해해역
1987	38,140	42,866	72,092	78,455	86,308	101,367	24,412	10,545
1988	39,411	44,230	75,227	81,855	89,682	105,357	25,379	10,796
1989	40,896	45,831	77,599	85,546	93,303	109,236	26,379	11,076
1990	42,390	47,463	80,028	89,310	97,337	113,456	27,486	11,402
1991	43,894	49,150	82,509	93,123	101,524	117,777	28,618	11,746
1992	45,392	50,827	84,974	96,914	105,728	122,119	29,749	12,092
1993	46,899	52,531	87,472	100,235	110,027	126,543	30,892	12,454
1994	48,818	54,272	90,024	104,757	114,389	131,044	32,048	12,828
1995	49,945	56,041	92,659	108,788	118,841	135,635	33,234	13,225
1996	51,470	57,804	95,302	112,852	123,296	140,256	34,434	13,645
1997	53,005	59,597	97,955	116,920	127,788	144,890	35,646	14,080
1998	54,542	61,383	100,600	120,988	132,294	149,514	36,856	14,506
1999	56,085	63,198	103,270	125,078	136,798	154,142	38,067	14,941
2000	57,623	65,002	105,934	129,164	141,308	158,793	39,285	15,379

시물레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

Table 4-15 Estimated gross tonnage of total traffic volume per area (1987-2000).  
(Coastal cargo ships, ocean-going vessels & regular passenger ships)

연도	인천 해역	부산 해역	목포 해역	홍도 해역	여수 해역	부산 해역	포항 해역	목태 해역
1987	69,384,485	79,033,574	85,669,293	57,018,319	88,619,151	301,478,274	69,702,035	16,039,503
1990	72,415,638	84,553,173	90,757,284	60,552,917	95,040,385	286,391,356	74,376,346	17,510,970
1993	77,566,518	89,068,898	95,861,390	64,289,878	101,450,373	411,341,458	78,352,340	19,319,871
1996	81,253,672	93,221,103	100,961,511	68,937,647	107,351,012	431,330,639	81,489,503	20,584,360
1999	84,821,678	96,967,243	104,041,606	71,595,121	111,421,614	451,401,804	84,196,161	21,901,221
1992	88,568,224	100,811,431	111,602,751	75,249,095	116,616,379	481,509,913	87,936,704	23,151,368
1995	92,116,113	105,753,835	116,349,203	78,901,280	127,404,595	511,619,429	91,662,557	24,812,129
1994	96,651,682	110,611,245	121,362,979	82,391,367	133,693,654	536,728,835	95,496,557	26,837,241
1995	99,795,272	115,412,593	126,492,039	86,271,374	141,793,383	561,851,127	100,460,177	28,387,177
1998	103,137,629	120,363,838	131,642,157	89,921,011	149,721,581	587,391,356	104,300,826	29,921,366
1997	107,281,389	125,251,327	136,722,112	92,628,977	157,829,783	612,196,303	108,656,180	31,197,291
1996	111,693,587	130,149,732	141,836,178	97,331,127	166,849,907	637,309,786	112,412,858	32,268,311
1998	114,767,523	135,058,248	147,122,338	101,391,138	176,119,241	662,459,491	116,318,548	33,577,377
2000	118,311,054	140,000,021	152,314,714	106,326,445	176,611,661	687,676,328	120,998,672	35,443,864

Table 4-16)은 年間 海域別 交通量의 增加量을 나타내고 있으며, 부산해역의 年間 4,1102 隻(23,291,383 屯)으로 가장 높고, 목태해역의 345 隻(464,595 屯)으로 가장 낮다.

Table 4-16 Increment of traffic volume per annum (1987-2000).

해역별 선종별		인천해역	군산해역	목포해역	완 도 제주해역	여수해역	부산해역	포항해역	동해해역
연 안 화물선	隻數	1,346	1,528	1,852	2,243	3,429	2,058	795	291
	噸數	1,338,612	1,425,240	1,430,180	1,523,270	2,036,860	1,700,021	819,291	284,172
외항선	隻數	46	53	54	64	190	689	210	54
	噸數	2,134,765	3,093,121	3,200,754	1,348,279	3,708,354	21,220,199	3,493,212	680,423
정 기 여객선	隻數	—	—	440	1,316	310	1,355	57	—
	噸數	—	—	129,889	543,367	282,780	379,163	65,829	—
총 증가량	隻數	1,392	1,581	2,346	3,623	3,929	4,102	1,062	345
	噸數	3,473,377	4,518,361	4,760,823	3,414,916	6,027,994	23,299,383	4,378,332	964,595

Fig.(4-5) 와 (4-6) 은 2000 年度 우리나라 沿岸交通量의 船種別 分布를 나타내는데, 交通量이 가장 많은 부산해역의 경우를 보면 沿岸貨物船의 隻數는 49.2% 이나 噸數는 8.6% 에 불과한 반면, 外航船은 隻數 26.1% 이나 噸數는 89.9% 로 대부분을 차지하고 있으며, 定期旅客船 隻數는 24.7% 이며 그 噸數는 1.5% 에 불과하다.

沿岸貨物船 및 外航船의 港灣間 交通量分布 推定 結果로부터 沿岸貨物船의 港灣 總 出港隻數는 每年 3,905 隻(2,505,677 噸) 이 增加하여 2000 年경 144,527 隻(83,210,351 噸) 에 이르게 될 것이며 이때 부산 8.4% (噸數 7.9%), 인천 16.8% (噸數 22.1%), 포항 6.1% (噸數 9.8%), 광양 7.0% (噸數 17.4%), 목포 8.3%

시물레이션에 의한 우리나라沿岸의海上交通量推定에 관한 研究

(屯數 2.0%), 울산 9.0% (屯數 13.8%)로서 主要 3個港灣이 隻數 55.6% (屯數 73.0%)를 占할 것으로 推定된다.

外航船의 港灣 總出港隻數는 每年 524隻(13,171,744屯)이 增加하여 2000年경에 29,171隻(390,174,403屯)에 이르게 될 것이며, 이때 부산 36.0% (屯數 42.0%), 인천 8.9% (屯數 10.2%), 목포 11.1% (屯數 11.6%), 광양 8.1% (屯數 7.5%), 목포 0.5% (屯數 0.4%), 울산 17.3% (屯數 17.7%)로서 목포를 제외 5개 主要港灣이 總 隻數의 81.4% (屯數 89.0)로 대부분을 占할 것으로 推定된다.



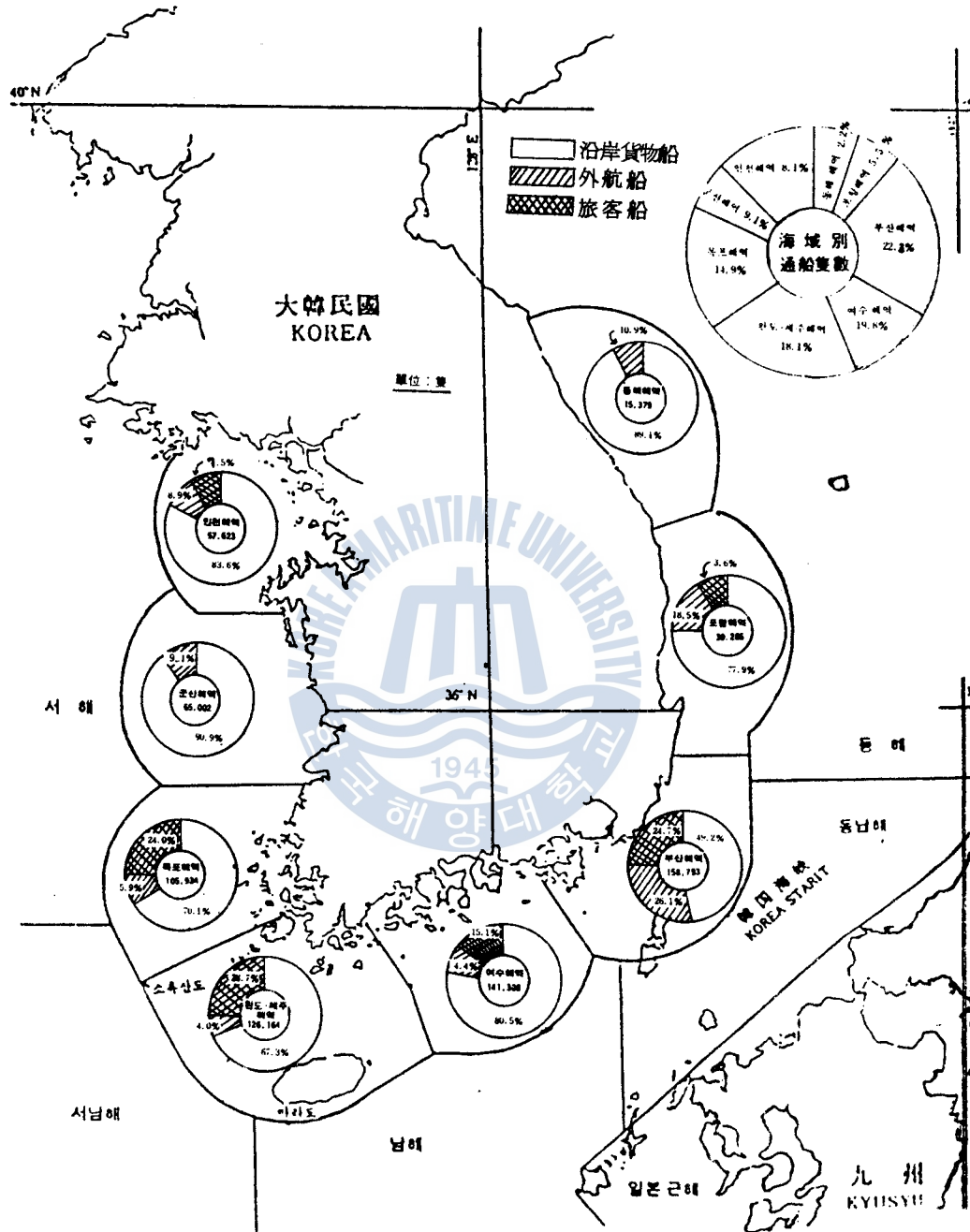


Fig. 4-5 Ship's number of traffic flow per area in Korea coastal waterway (2000).



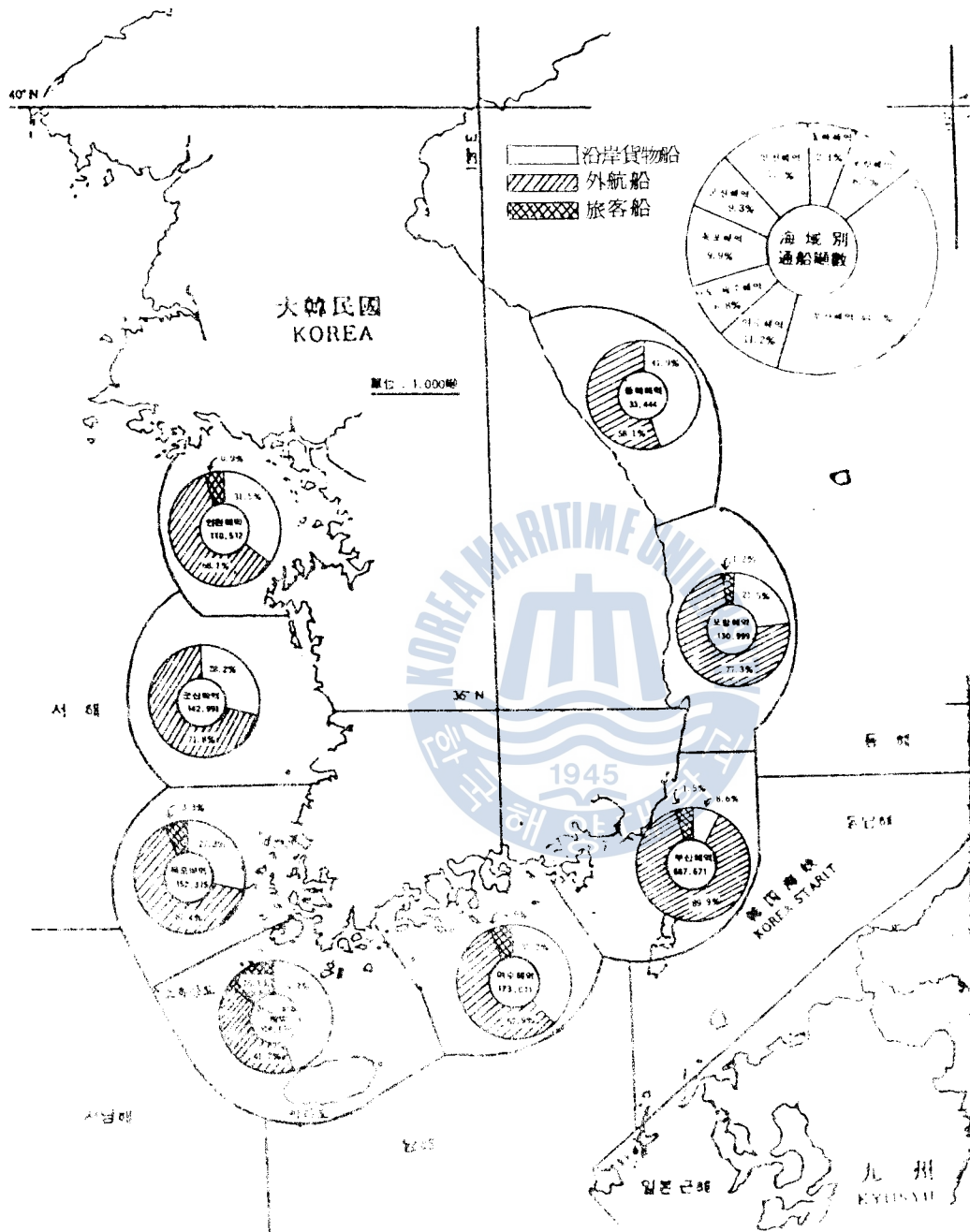


Fig. 1-6 Gross tonnage of traffic flow per area in Korea coastal waterway (2000).

## 5. 結 論

本 論文에서는 시뮬레이션 모델을 構成하여 우리나라 沿岸의 交通량을 船種別 港灣間 交通量으로 推定하여 動的인 側面的 海域別 交通量を 測定함으로써 交通流의 特性을 把握하였다.

지금까지의 海域別 交通量推定結果(漁船 除外)를 要約하면 다음과 같다.

- 1) 인천 海域은 年間 1,392 隻(3,473,777 屯)의 通航量이 增加하여 2000 年에 57,623 隻(118,511,664 屯)이 될 것으로 推定되며, 이때 沿岸貨物船이 83.6%(屯數 31.5%), 外航船 8.9%(屯數 68.1%), 定期旅客船 7.5%(屯數 0.4%)를 차지한다.
- 2) 군산 海域은 年間 1,581 隻(4,518,361 屯)의 通航量이 增加하여 2000 年에 65,002 隻(142,990,623 屯)이 될 것으로 推定되며 沿岸貨物船 90.2%(屯數 28.2%), 外航船 9.1%(屯數 71.8%)를 차지한다.
- 3) 목포 海域은 年間 2,216 隻(4,760,823 屯)의 通航量이 增加하여 2000 年에 105,934 隻(152,314,714 屯)이 될 것으로 推定되며, 沿岸貨物船 70.1%(屯數 27.3%), 外航船 5.9%(屯數 69.4%), 定期旅客船 24.0%(屯數 3.3%)를 차지한다.
- 4) 완도·제주 海域은 年間 3,623 隻(3,414,916 屯)의 運航量이 增加하며 2000 年에 129,164 隻(104,824,145 屯)이 될 것으로 推定되며, 沿岸貨物船 67.3%(屯數 44.2%), 外航船 4.0%(屯

시물레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

數 41.7 % ) , 定期旅客船 28.7 % ( 屯數 14.1 % ) 를 차지한다.

- 5) 여수 海域은 年間 3,929 隻 ( 6,027,994 屯 ) 의 通航量이 增加하여 2000 年에 141,308 隻 ( 173,011,061 屯 ) 이 될 것으로 推定되며, 沿岸貨物船 80.5 % ( 屯數 37.2 % ) , 外航船 4.4 % ( 屯數 57.9 % ) , 定期旅客船 15.1 % ( 屯數 4.9 % ) 를 차지한다.
- 6) 부산 海域은 年間 1,102 隻 ( 23,299,383 屯 ) 의 通航量이 增加하여 2000 年에 158,793 隻 ( 687,670,628 屯 ) 이 될 것으로 推定되며, 沿岸貨物船 49.2 % ( 屯數 8.6 % ) , 外航船 26.1 % ( 屯數 89.9 % ) , 定期旅客船 24.7 % ( 屯數 1.5 % ) 를 차지한다.
- 7) 포항 海域은 年間 1,062 隻 ( 4,378,332 屯 ) 의 通航量이 增加하여 2000 年에 39,285 隻 ( 130,998,672 屯 ) 이 될 것으로 推定되며, 沿岸貨物船 77.9 % ( 屯數 21.5 % ) , 外航船 18.5 % ( 屯數 77.3 % ) , 定期旅客船 3.6 % ( 屯數 1.2 % ) 를 차지한다.
- 8) 동해 海域은 年間 345 隻 ( 964,595 屯 ) 의 通航量이 增加하여 2000 年에 15,379 隻 ( 33,443,864 屯 ) 이 될 것으로 推定되며, 沿岸貨物船 89.1 % ( 屯數 41.9 % ) , 外航船 10.9 % ( 屯數 58.1 % ) 를 차지한다.

以上の 區域別 動的 交通量 推定은 우리나라 沿岸의 航路標識 增設이나 通航分離方式의 導入, 交通管理시스템의 設置에 基礎的 資料로 利用될 것이며, 앞으로 漁船의 動的 交通量을 보다 많은 漁港에 對하여 調査·分析하고, 落島補助航路의 正確한 就航實積을 추가함으로써 航行 計劃의 變遷을 推定을 하여야 할 것이다.

## 參 考 文 獻

- 1) R.B.Potts, R.M. Oliver : Flows in Transportation Networks, Academic Press, 1972.
- 2) P. O'sullivan, G.D. Holtzclaw, G. Barber: Transport Network Planning, Croom Helm, 1979.
- 3) L.R.Ford, Jr., D.R. Fulkerson : Flows in Networks, Princeton University Press, 1962.
- 4) Ronald V. Hartley : Operations Research ; A Managerial Emphasis, Goodyear Publishing Company, Inc., California, pp.233-261, pp.391-420, pp.547-570, 1976.
- 5) 原 潔 : 港間交通量分布を推定する方法, 日本航海學會論文集, 第 52 號, 1974.
- 6) 平野, 祐, 萩野, 嶋田 : 狹水道間交通係數, 日本航海學會論文集, 第 48 號, 1972.
- 7) 藤井彌平, 卷島 勉, 原 潔 : 海上交通工學, 海文堂, pp.29-59, 1981.
- 8) 韓國海洋大學 海事基礎科學研究所 : 해난사고 빈발해역 항행선박 관계 방안 조사연구, 海運港灣廳, pp.375-376, 1983.
- 9) 李哲榮 : A Traffic Control System of Congested Korea Coastal Waterway, 韓國船員船舶問題研究所 研究誌, 第 1 號, 1984.
- 10) 李哲榮 : 시스템工學概論, 文昌出版社, 1981.

- 11) 林陽澤：統計學，大英社，1984.
- 12) 海運港灣廳：해운항만통계연보，1977 ~ 1987.
- 13) 農水産部：水産統計年譜，1985-1986.
- 14) 李哲榮，文成赫，崔宗和，朴洋基：韓國沿岸의 海上交通流 分析(I)，  
韓國航海學會誌，第 18 號，1986.



## 附錄 I. 港灣間 交通量分布 推定알고리즘 有効性 檢定

2.2 節에서 構成한 數學모델을 利用하여 推定值를 구하고, 實際 觀測調查值와의  $\chi^2$  檢定에 의해 이 모델의 有効性を 檢定하고자 한다.

觀測值는 1983 年 1 月부터 同年 7 月까지 韓國海洋大學 海事基礎科學研究所에 의해 觀測된 한려수도의 1 日 平均 船舶交通量을 利用한다.<sup>8)</sup> Fig.(I-1) 은 한려수도 1 日 平均船舶航行圖이며, Fig.(I-2)는 한려수도 1 日 平均交通量이다.

이 交通量을 정거리수도를 포함한 마산, 진해 등의 交通量을 마산수도로 모아 4 개 港灣(水道를 포함)으로 單純化시켰을 때 港灣間 交通量 分布 Matrix 는 Table(I-1)과 같다.

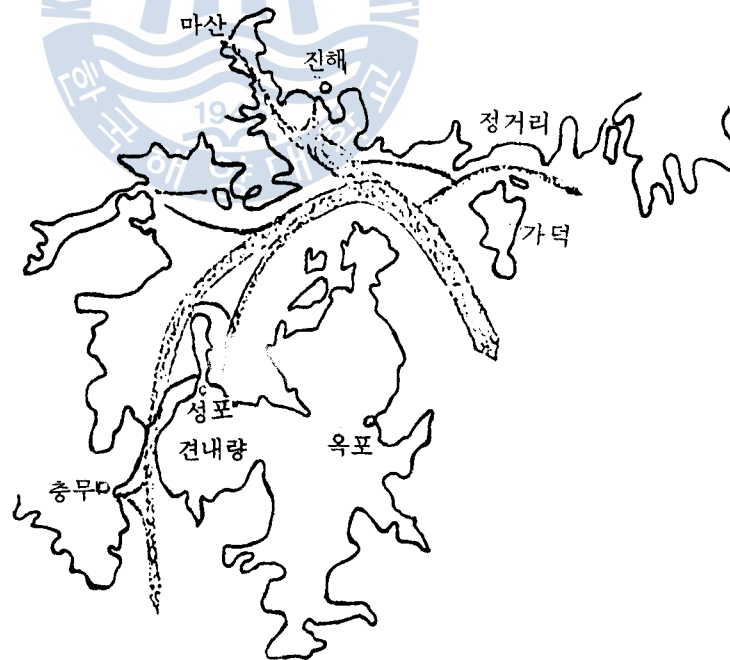


Fig.I-1 Average traffic flow per day in Hanryu Sudo.



2.653 (自由度 1에서  $\chi^2$  限界値 3.841) 이 되므로 그 有効性이 認定된다.

Table I-1 Average trip distribution per day in Hanryu Sudo.

	1 가덕수도	2 거제도,기타	3 건 내 량	4 마산수도	
1가 덕 수 도	0	1	10	24	35
2거제도, 기타	0	0	8	3	11
3건 내 량	10	12	0	10	32
4마 산 수 도	24	5	10	0	39
	34	18	28	37	117

Table I-2 Estimated trip distribution by Hara's Model.

	1 가덕수도	2 거제도,기타	3 건 내 량	4 마산수도	
1가 덕 수 도	0	5.90	11.34	17.76	35
2거제도, 기타	3.70	0	2.85	4.45	11
3건 내 량	12.30	4.91	0	14.79	32
4마 산 수 도	18.00	7.19	13.81	0	39
	34	18	28	37	117



시뮬레이션에 의한 우리나라沿岸의海上交通量推定에 관한研究

Table I-3 Estimated trip distribution under the two known traffic co-efficient.

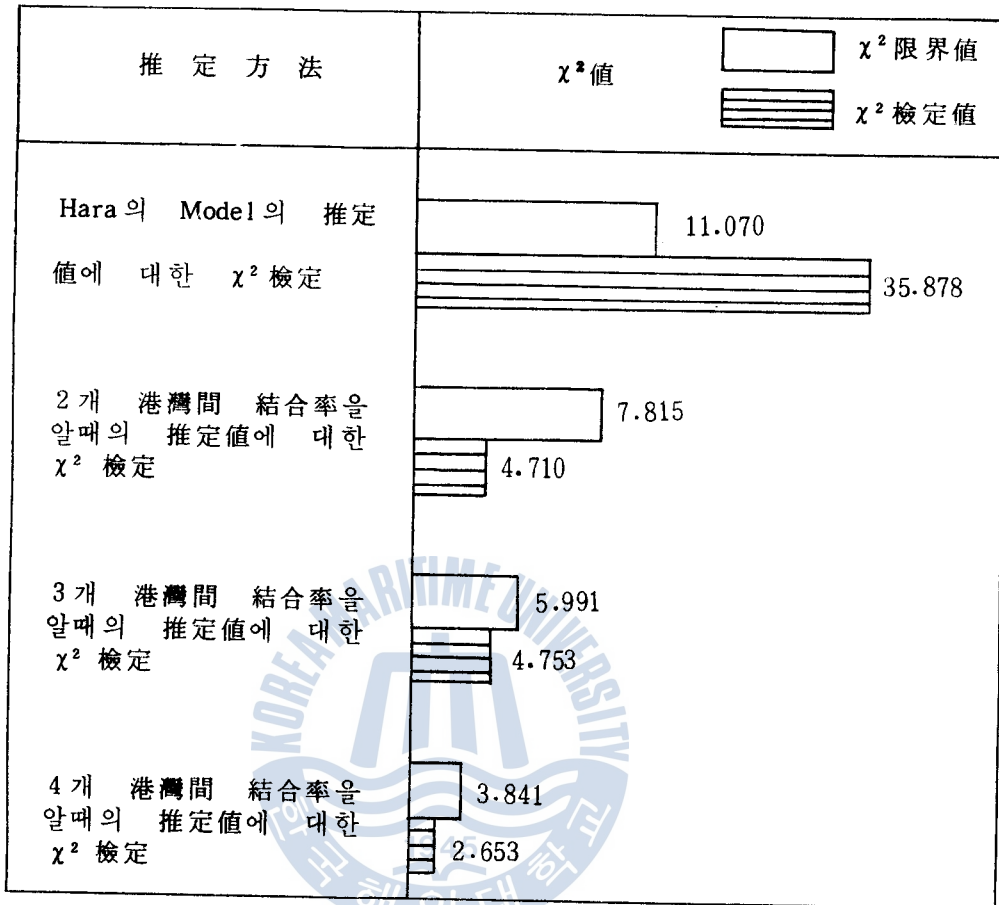
	1 가덕수도	2 거제도,기타	3 건 내 량	4 마산수도	
1가 덕 수 도	0	2.39	8.61	24	35
2거제도, 기타	1.46	0	7.64	1.90	11
3건 내 량	8.54	12.36	0	11.10	32
4마 산 수 도	24	3.25	11.75	0	39
	34	18	28	37	117

Table I-4 Estimated trip distribution under the three known traffic co-efficient.

	1 가덕수도	2 거제도,기타	3 건 내 량	4 마산수도	
1가 덕 수 도	0	2.54	8.46	24	35
2거제도, 기타	1.3	0	8	1.7	11
3건 내 량	3.7	12	0	11.3	32
4마 산 수 도	24	3.46	11.54	0	39
	34	18	28	37	117

Table I-5 Estimated trip distribution under the four known traffic co-efficient.

	1 가덕수도	2 거제도,기타	3 건 내 량	4 마산수도	
1가 덕 수 도	0	1	10	24	35
2거제도, 기타	1.3	0	8	1.7	11
3건 내 량	8.7	12	0	11.3	32
4마 산 수 도	24	5	10	0	39
	34	18	28	37	117

Fig. I-3 Results of  $\chi^2$  test in Hanryu Sudo.

시물레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

## 附錄II. 沿岸貨物船 港灣 入出港實績(1977-1986)

年	入				出				總			
	入		出		入		出		入		出	
	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸
1977	10,652	2,542,015	10,047	2,549,195	-	-	-	-	4,145	411,551	4,057	414,435
1978	9,577	3,254,505	9,464	3,262,830	-	-	-	-	3,052	629,608	3,046	618,196
1979	10,339	3,432,135	9,724	3,529,439	-	-	-	-	4,768	566,816	4,711	565,978
1980	8,145	3,490,280	8,171	3,552,272	-	-	-	-	4,666	527,718	4,689	523,450
1981	7,817	4,941,469	7,910	4,989,541	-	-	-	-	4,072	603,001	4,958	606,531
1982	13,513	5,723,222	13,545	5,199,295	-	-	-	-	4,476	762,218	4,478	763,052
1983	15,742	7,414,550	15,310	7,259,761	-	-	-	-	4,550	852,954	4,551	853,953
1984	12,296	6,126,123	11,742	6,012,142	-	-	-	-	4,671	954,120	4,671	954,120
1985	12,910	7,957,222	12,799	7,856,498	-	-	-	-	5,248	1,022,215	5,248	1,022,215
1986	14,414	8,379,851	14,463	9,332,664	8,553,342	8,553,342	8,553,342	8,553,342	5,400	1,097,511	5,400	1,097,511

年	入				出				總			
	入		出		入		出		入		出	
	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸	噸
1977	1,039	49,174	1,039	49,174	-	-	-	-	6,792	34,195	6,551	49,425
1978	1,142	67,742	1,143	67,742	-	-	-	-	8,915	750,253	8,783	721,646
1979	957	74,901	968	74,901	-	-	-	-	8,715	843,962	8,181	828,379
1980	829	13,382	819	82,866	-	-	-	-	8,821	927,460	8,593	966,212
1981	859	69,034	159	69,034	-	-	-	-	9,091	976,995	8,724	962,693
1982	906	84,761	956	84,761	-	-	-	-	8,125	916,323	7,926	881,732
1983	720	137,636	727	137,636	-	-	-	-	8,230	1,045,323	8,115	1,045,341
1984	580	57,856	582	77,034	27,166,422	25,96,244	3,185	971,727	7,356	933,115		
1985	519	25,730	116	36,858	36,46,263	36,46,263	8,538	970,741	8,266	979,651		
1986	552	72,131	564	77,099	48,42,677	48,42,677	9,395	1,041,799	9,473	1,032,619		

항년	완 도				어 수				광 양			
	입 함		출 함		입 함		출 함		입 함		출 함	
	취 수	본 수	취 수	본 수	취 수	본 수	취 수	본 수	취 수	본 수	취 수	본 수
1977	-	-	-	-	8,669	1,066,326	8,442	1,013,775	2,287	2,719,348	2,287	2,869,951
1978	-	-	-	-	9,347	1,122,031	9,353	1,143,466	2,908	3,175,546	2,921	3,763,773
1979	-	-	-	-	9,769	1,326,365	9,173	1,252,488	3,387	4,061,444	3,368	4,081,093
1980	-	-	-	-	7,397	1,393,758	6,957	1,147,811	3,812	4,979,396	3,781	5,224,918
1981	-	-	-	-	7,629	1,482,873	7,186	1,449,421	3,405	4,944,835	3,388	4,895,702
1982	354	61,567	357	61,503	1,935	796,972	1,873	800,217	3,786	4,841,398	3,784	4,839,802
1983	689	108,226	681	107,699	2,890	1,041,686	2,857	1,039,575	4,427	5,673,505	4,414	5,609,384
1984	532	91,543	527	91,604	3,598	1,181,480	3,517	1,176,087	4,673	6,041,224	4,618	6,032,899
1985	590	140,992	587	140,609	2,692	1,176,785	2,679	1,173,956	4,948	7,243,834	4,924	6,964,327
1986	552	142,187	550	141,652	2,396	1,011,617	2,643	998,520	5,592	8,491,032	5,576	8,456,203

항년	마 산				진 배				중 무			
	입 함		출 함		입 함		출 함		입 함		출 함	
	취 수	본 수	취 수	본 수	취 수	본 수	취 수	본 수	취 수	본 수	취 수	본 수
1977	3,823	989,241	3,796	1,031,475	323	127,280	327	148,451	2,858	122,155	2,411	103,087
1978	5,527	1,129,379	5,516	1,131,634	508	142,730	510	144,052	3,312	174,950	3,025	168,780
1979	5,491	1,305,650	5,280	1,285,215	706	147,421	715	148,997	3,505	187,317	3,404	187,605
1980	4,735	1,260,174	4,720	1,257,324	520	184,852	511	184,151	4,081	192,076	3,668	179,238
1981	3,939	1,174,830	3,924	1,192,358	509	200,814	505	198,531	3,681	198,995	3,387	188,557
1982	4,593	1,351,667	4,599	1,256,354	441	167,046	442	168,464	4,006	236,739	3,893	227,131
1983	4,239	1,641,339	4,236	1,644,714	443	187,773	443	189,283	4,021	320,853	3,534	298,465
1984	4,256	1,675,374	4,245	1,670,955	556	202,668	558	205,381	6,694	497,454	6,207	466,247
1985	2,222	1,480,592	2,306	1,500,470	518	218,022	527	215,960	5,690	455,980	6,056	446,309
1986	2,657	1,805,932	2,760	1,795,160	631	214,486	635	218,049	13,841	625,589	13,119	580,539

항년	입				출				포			
	입		출		입		출		입		출	
	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수
1977	458	46,427	232	41,318	413	157,197	443	159,088	-	-	-	-
1978	1,719	133,429	1,589	114,672	359	23,100	431	39,800	51	113,693	56	124,442
1979	1,533	159,650	1,429	154,468	333	36,649	214	19,215	79	164,339	80	168,161
1980	1,723	211,199	1,304	212,421	169	29,719	130	15,732	110	125,639	110	129,630
1981	2,213	294,173	1,707	249,583	96	9,964	96	5,964	139	140,418	139	141,418
1982	2,852	291,372	1,959	300,411	77	8,311	77	8,311	218	169,199	218	168,411
1983	2,241	273,391	1,713	273,457	51	7,420	51	7,663	339	206,374	339	210,201
1984	2,783	321,964	2,797	311,113	59	7,261	69	7,263	651	527,636	667	479,933
1985	3,054	435,866	4,103	436,717	50	5,461	50	5,461	569	364,904	569	342,356
1986	3,047	573,135	5,259	577,880	35	5,108	32	4,927	420	493,391	423	211,926

항년	입				출				포			
	척 수		톤 수		척 수		톤 수		척 수		톤 수	
	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수
1977	-	-	-	-	3,305	3,988,614	3,772	3,379,875	4,454	3,338,311	4,413	3,241,682
1978	-	-	-	-	2,705	3,083,011	2,756	3,506,193	4,567	3,684,013	4,629	3,609,245
1979	-	-	-	-	3,241	3,977,451	3,202	3,963,429	5,615	3,839,447	5,618	3,639,846
1980	-	-	-	-	3,537	3,339,701	3,316	3,176,716	5,489	3,777,877	5,467	3,734,636
1981	-	-	-	-	3,191	3,006,688	3,282	3,379,341	6,253	4,612,229	6,271	4,569,709
1982	-	-	-	-	4,926	3,515,230	4,829	3,519,144	7,379	5,669,529	6,702	5,072,077
1983	-	-	-	-	5,243	3,373,019	5,158	3,274,914	6,294	5,245,348	6,356	4,356,509
1984	701	794,156	702	697,655	5,713	4,609,312	5,718	4,564,253	7,268	5,046,487	7,167	6,113,349
1985	1,136	1,136,136	1,136	767,740	5,444	4,297,456	5,480	4,511,913	6,986	5,916,379	6,848	5,450,829
1986	1,131	1,131,131	1,131	487,529	5,176	4,935,343	5,146	4,850,931	7,349	6,378,771	7,304	6,383,754

항별 년도	포항				동해				목포			
	입항		출항		입항		출항		입항		출항	
	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수
1977	2,862	1,127,823	2,844	1,097,855	-	-	-	-	3,150	3,472,107	3,145	3,214,595
1978	2,926	1,347,090	2,912	1,321,133	-	-	-	-	2,796	2,985,917	2,830	2,990,596
1979	3,384	1,572,659	3,347	1,584,400	464	839,734	409	480,392	2,662	2,977,257	2,681	2,879,863
1980	3,072	1,453,446	3,021	1,440,580	373	1,270,714	295	684,007	2,600	2,589,419	2,615	2,589,625
1981	4,377	1,833,061	4,354	1,826,247	311	759,683	295	674,475	2,513	2,311,097	2,504	2,281,359
1982	4,140	2,006,805	4,111	1,995,212	417	998,087	409	993,354	2,512	2,021,850	2,457	2,006,171
1983	4,364	2,173,581	4,321	2,145,968	618	1,563,339	599	1,566,788	2,786	2,380,335	2,744	2,333,419
1984	4,806	2,992,686	4,733	3,006,954	751	1,746,144	748	1,721,781	3,151	2,471,068	3,123	2,439,391
1985	5,088	4,344,088	5,070	4,333,802	740	1,768,638	735	1,787,874	3,232	2,463,219	3,237	2,460,543
1986	4,850	3,585,319	4,444	3,613,291	913	1,817,681	909	1,784,778	3,289	2,674,713	3,190	2,682,772

항별 년도	속초				삼척				제주			
	입항		출항		입항		출항		입항		출항	
	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수
1977	775	243,920	767	242,654	1,124	835,008	1,128	858,542	7,227	909,530	7,139	917,037
1978	807	294,692	798	291,992	1,471	1,198,761	1,484	1,203,967	8,601	988,651	8,557	988,301
1979	661	263,481	659	263,194	1,090	1,111,093	1,068	1,035,816	6,780	2,012,239	6,714	1,994,984
1980	518	272,775	514	270,845	776	808,048	754	750,300	6,097	1,774,355	6,097	1,816,111
1981	594	254,008	591	253,966	531	594,059	528	583,440	6,617	1,783,202	6,662	1,669,735
1982	627	263,556	620	261,737	495	582,843	496	588,070	8,321	2,183,181	8,308	2,176,163
1983	645	263,536	641	263,155	583	715,658	578	717,015	6,808	2,255,039	6,804	2,246,609
1984	622	256,046	622	256,046	535	740,075	533	738,156	6,701	2,624,723	6,712	2,662,264
1985	586	251,852	584	250,932	550	868,071	552	867,973	7,456	2,440,238	7,400	2,401,794
1986	532	231,193	495	211,602	599	814,681	603	810,399	6,886	794,065	6,544	420,534

항별 년도	서귀포				타			
	입항		출항		입항		출항	
	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수
1977	1,259	171,826	1,237	167,937	-	-	1,948	394,061
1978	1,584	234,815	1,561	234,672	469	562,894	1,140	50,668
1979	1,546	295,631	1,546	298,049	162	59,457	2,409	722,321
1980	1,908	311,306	1,826	299,763	231	229,799	1,555	871,251
1981	1,678	339,457	1,681	337,293	51	105,255	1,208	467,942
1982	1,653	309,394	1,638	308,541	406	283,900	986	733,115
1983	1,950	382,091	1,893	378,965	1	106,879	1,371	400,948
1984	2,324	393,838	2,322	392,885	56	46,692	1,650	363,364
1985	1,824	290,955	1,818	288,904	927	35,092	1,192	557,577
1986	2,292	397,409	2,285	733,043	1,114	100,126	1,740	673,241

附錄 III. 沿岸貨物船 港灣間 交通量分布 回歸方程式

출항지 \ 목적지	인천	군산	장항	고성	목포
연길	0	$Y=643.9+39.84X$	$Y=168.7-8.13X$	$Y=-7.8+1.50X$	$Y=1238.7+55.4X$
군산	$Y=659.4-29.94X$	0	$Y=78.3-5.64X$	$Y=2.0+5E-6X$	$Y=531.4-9.02X$
장항	$Y=171.4-8.57X$	$Y=78.3-5.67X$	0	0	$Y=146.3-10.10X$
고성	$Y=11.8-0.30X$	$Y=2.8+0.50X$	0	0	$Y=-0.94+0.50X$
목포	$Y=161.3-1.87X$	$Y=624.1-9.61X$	$Y=149.9-8.99X$	$Y=0.8+0.50X$	0
안동	$Y=111.7-2.79X$	$Y=15.8+1.90X$	$Y=8.4+0.60X$	0	$Y=37.6+2.40X$
부산	$Y=117.1+147.8X$	$Y=790.3-74.42X$	$Y=61.9-7.61X$	$Y=1+5E-6X$	$Y=1423.9-135.12X$
경주	$Y=171.1+74.96X$	$Y=157.1+15.78X$	$Y=43.8-1.47X$	$Y=2.8+0.50X$	$Y=335.1+26.43X$
대구	$Y=85.3-31.28X$	$Y=389.3-23.62X$	$Y=52.1-3.50X$	$Y=1+5E-6X$	$Y=711.5-40.99X$
대전	$Y=11.2-0.36X$	$Y=31.5-0.52X$	$Y=2.4-0.11X$	0	$Y=53.1-0.38X$
충주	$Y=11.4+14.13X$	$Y=11.5+0.77X$	$Y=33.1-1.57X$	$Y=15.3+2.50X$	$Y=112.1+87.74X$
분천포	$Y=166.3+97.24X$	$Y=17.9+24.17X$	$Y=12.2-0.31X$	$Y=2.8+0.50X$	$Y=47.1+43.81X$
장수포	$Y=23.1-0.79X$	$Y=27.1-0.30X$	$Y=6.0-0.70X$	0	$Y=48.0-0.73X$
유곡포	$Y=11.4+12.11X$	$Y=16.9+0.87X$	$Y=0.9+0.25X$	0	$Y=18.8-0.67X$
고령	$Y=76.2-5.30X$	$Y=27.0-2.00X$	$Y=1.0+5E-6X$	0	$Y=48.2-3.50X$
포항	$Y=291.3+91.19X$	$Y=80.4+91.79X$	$Y=47.1-1.25X$	$Y=1.8+0.50X$	$Y=791.4+36.91X$
울진	$Y=181.1+91.11X$	$Y=290.3-43.38X$	$Y=77.1-3.73X$	$Y=1.2+0.50X$	$Y=605.3+36.59X$
영양	$Y=11.4+12.11X$	$Y=17.1+1.35X$	$Y=37.3-0.34X$	$Y=2.0+5E-6X$	$Y=70.7-18.86X$
영주	$Y=11.4+12.11X$	$Y=16.3-4.82X$	$Y=3.4+1.11X$	0	$Y=11.0-0.88X$
북한강	$Y=391.1+17.24X$	$Y=188.2-1.85X$	$Y=15.6+0.70X$	$Y=1.0+5E-6X$	$Y=359.6-0.60X$
산천강	$Y=16.3-0.12X$	$Y=91.3-2.30X$	$Y=11.3-0.94X$	0	$Y=95.8-4.07X$
삼천강	$Y=185.1+11.21X$	$Y=27.0-0.97X$	$Y=18.7-1.35X$	0	$Y=158.5-12.12X$
서천강	$Y=11.4+12.11X$	$Y=170.8-13.13X$	$Y=30.2-0.36X$	$Y=1.3+0.50X$	$Y=1073.4-30.69X$
서원포	$Y=11.4+12.11X$	$Y=84.3-4.30X$	$Y=21.9-0.84X$	$Y=1+5E-6X$	$Y=168.8+8.33X$
기타	$Y=219.1-0.30X$	$Y=111.9-3.97X$	$Y=26.3-2.15X$	$Y=0.7+5.00X$	$Y=222.7-8.19X$

목적지 출항지	완 도	여 수	광 양	마 산	진 해
인 천	$Y=116.8-1.80X$	$Y=1744.2-148.76X$	$Y=262.9+75.14X$	$Y=819.9-22.19X$	$Y=58.7+4.30X$
군 산	$Y=15.8+1.90X$	$Y=809.6-76.47X$	$Y=155.2+16.20X$	$Y=393.4-23.00X$	$Y=30.8+0.05X$
장 항	$Y=8.6-0.60X$	$Y=166.7-17.95X$	$Y=43.5-1.38X$	$Y=83.3-7.02X$	$Y=7.4-0.47X$
고 정	0	$Y=1+5E-6X$	$Y=-2.8+0.50X$	$Y=1+5E-6X$	0
목 포	$Y=36.0+2.50X$	$Y=1510.4-137.76X$	$Y=317.5+26.39X$	$Y=741.7-42.41X$	$Y=61.5-0.39X$
완 도	0	$Y=14.6+0.30X$	$Y=9.2+2.60X$	$Y=49.6-3.40X$	$Y=1.2+0.20X$
여 수	$Y=11.4+0.70X$	0	$Y=455.3-33.01X$	$Y=816.7-82.21X$	$Y=76.2-6.75X$
광 양	$Y=9.2+2.60X$	$Y=474.1-35.32X$	0	$Y=223.5-2.97X$	$Y=15.7+1.77X$
마 산	$Y=47.6-3.10X$	$Y=832.5-83.67X$	$Y=218.3-1.88X$	0	$Y=37.9-1.90X$
진 해	$Y=1.6+0.20X$	$Y=79.9-7.14X$	$Y=15.8+1.78X$	$Y=38.5-1.96X$	0
충 무	$Y=-70.0+14.10X$	$Y=431.4-21.07X$	$Y=-63.9+61.94X$	$Y=168.3+13.62X$	$Y=2.5+5.55X$
삼천포	$Y=-14.4+4.50X$	$Y=158.9-3.17X$	$Y=-27.2+28.96X$	$Y=68.5+8.70X$	$Y=1.3+2.61X$
장승포	0	$Y=54.9-6.68X$	$Y=14.9-1.52X$	$Y=26.6-3.05X$	$Y=2.7-0.32X$
옥 포	$Y=0.4+0.30X$	$Y=7.9+0.87X$	$Y=-9.3+4.08X$	$Y=1.6+1.80X$	$Y=-0.7+0.42X$
고 현	$Y=1.0+5E-6X$	$Y=28.2-2.50X$	$Y=22.8-1.50X$	$Y=32.7-3.00X$	$Y=1.0+5E-6X$
부 산	$Y=15.0+2.60X$	$Y=513.5-37.10X$	$Y=53.3+33.46X$	$Y=233.3-0.05X$	$Y=14.9+2.50X$
울 산	$Y=34.8+1.40X$	$Y=819.3-65.2X$	$Y=133.5+35.12X$	$Y=388.5-9.52X$	$Y=28.7+2.08X$
포 항	$Y=19.6+1.20X$	$Y=509.1-39.52X$	$Y=78.4+23.15X$	$Y=239.2-5.29X$	$Y=17.7+1.36X$
동 해	$Y=-0.4+0.60X$	$Y=50.4-3.33X$	$Y=-6.9+5.64X$	$Y=22.6+0.39X$	$Y=0.9+0.40X$
목 호	$Y=9.8+1.10X$	$Y=474.7-44.83X$	$Y=88.1+10.16X$	$Y=223.5-12.44X$	$Y=17.4+0.13X$
속 초	$Y=4.6-0.10X$	$Y=116.9-11.79X$	$Y=25.9+0.77X$	$Y=56.2-3.93X$	$Y=4.73-0.17X$
삼 척	$Y=2.6+0.10X$	$Y=187.3-20.75X$	$Y=45.7-1.82X$	$Y=91.8-8.56X$	$Y=7.7-0.53X$
제 주	$Y=55.6-1.10X$	$Y=1319.4-128.11X$	$Y=284.5+16.79X$	$Y=645.6-40.60X$	$Y=52.8-0.87X$
서귀포	$Y=2.2+1.30X$	$Y=237.7-19.10X$	$Y=34.0+10.82X$	$Y=111.9-2.93X$	$Y=8.4+0.60X$
기 타	$Y=2.8+0.70X$	$Y=281.5-28.03X$	$Y=59.1+2.61X$	$Y=132.1-9.01X$	$Y=11.3-0.32X$



## 시플레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

목적지 출항지	충	부	삼	천	포	장	승	포	옥	포	고	현
인천	$Y = -45.6 + 175.13X$		$Y = -22.9 + 80.98X$			$Y = 60.0 - 6.40X$			$Y = -25.6 + 12.53X$		$Y = 76.5 - 5.50X$	
군산	$Y = 60.4 + 48.80X$		$Y = 26.2 + 22.62X$			$Y = 26.9 - 3.00X$			$Y = -7.1 + 3.97X$		$Y = 31.8 - 2.50X$	
장항	$Y = 37.6 + 1.40X$		$Y = 15.3 + 0.92X$			$Y = 5.7 - 0.70X$			$Y = 0.5 + 0.25X$		$Y = 1 + 5E-6X$	
고경	$Y = -18.8 + 2.50X$		$Y = -2.8 + 0.50X$			0			0		0	
목포	$Y = 142.7 + 86.19X$		$Y = 66.5 + 39.21X$			$Y = 48.2 - 5.22X$			$Y = -9.6 + 6.70X$		$Y = 52.3 - 4.00X$	
완도	$Y = -71.0 + 14.40X$		$Y = -11.0 + 4.00X$			0			$Y = 0.4 + 0.30X$		$Y = 1 + 5E-6X$	
여수	$Y = 456.5 - 22.48X$		$Y = 174.1 - 5.26X$			$Y = 54.0 - 6.49X$			$Y = 6.6 + 1.07X$		$Y = 28.17 - 2.50X$	
광양	$Y = -52.7 + 62.15X$		$Y = -17.5 + 27.19X$			$Y = 15.3 - 1.52X$			$Y = -9.5 + 4.15X$		$Y = 31.8 - 2.50X$	
마산	$Y = 184.1 + 13.70X$		$Y = 78.5 + 7.42X$			$Y = 26.7 - 3.01X$			$Y = 0.9 + 1.97X$		$Y = 37.5 - 3.50X$	
진해	$Y = 4.1 + 5.57X$		$Y = 2.5 + 2.42X$			$Y = 2.6 - 0.31X$			$Y = -0.7 + 0.42X$		$Y = 1 + 5E-6X$	
충무	0		$Y = -126.5 + 57.83X$			$Y = 14.7 - 1.32X$			$Y = -23.5 + 7.60X$		$Y = 6.0 + 1.00X$	
삼천포	$Y = -140.3 + 62.08X$		0			$Y = 4.9 - 0.32X$			$Y = -9.5 + 2.38X$		$Y = 7.0 + 5E-6X$	
장승포	$Y = 16.5 - 1.59X$		$Y = 5.7 - 0.45X$			0			0		0	
옥포	$Y = -23.3 + 7.61X$		$Y = -9.0 - 3.30X$			0			0		$Y = 5.2 - 0.50X$	
고현	$Y = 1.5 + 1.50X$		$Y = 7.0 + 5E-6X$			0			$Y = 5.2 - 0.50X$		0	
부산	$Y = -72.0 + 73.15X$		$Y = -29.6 + 32.93X$			$Y = 17.2 - 1.73X$			$Y = -11.7 + 4.98X$		$Y = 38.0 - 3.00X$	
울산	$Y = -10.9 + 82.41X$		$Y = -1.5 + 37.39X$			$Y = 26.4 - 2.71X$			$Y = -11.6 + 5.92X$		$Y = 49.7 - 4.00X$	
포항	$Y = -7.6 + 51.65X$		$Y = -3.6 + 24.18X$			$Y = 16.3 - 1.66X$			$Y = -7.9 + 3.88X$		$Y = 36.0 - 3.00X$	
동백	$Y = -47.6 + 14.21X$		$Y = -15.8 - 5.49X$			$Y = 1.7 - 0.19X$			$Y = -3.0 + 0.82X$		$Y = 6.2 - 0.50X$	
목호	$Y = 33.5 + 29.19X$		$Y = 9.7 + 14.15X$			$Y = 16.0 - 1.80X$			$Y = -4.4 + 2.40X$		$Y = 19.5 - 1.50X$	
속초	$Y = 13.9 + 3.41X$		$Y = 7.3 + 1.92X$			$Y = 4.1 - 0.50X$			$Y = -0.6 + 0.45X$		$Y = 1 + 5E-6X$	
삼척	$Y = 30.9 + 1.00X$		$Y = 14.7 + 0.99X$			$Y = 6.7 - 0.84X$			$Y = 0.1 + 0.28X$		$Y = 1 + 5E-6X$	
제주	$Y = 70.0 + 56.60X$		$Y = 68.1 + 28.08X$			$Y = 13.1 - 4.91X$			$Y = -5.2 + 5.37X$		$Y = 49.7 - 4.00X$	
서리포	$Y = -18.3 + 27.42X$		$Y = -4.2 + 11.07X$			$Y = 7.5 - 0.76X$			$Y = -3.4 + 1.73X$		$Y = 13.0 - 1.00X$	
기타	$Y = 31.2 + 12.38X$		$Y = 10.3 + 5.92X$			$Y = 9.5 - 1.05X$			$Y = -1.6 + 1.07X$		$Y = 11.7 - 1.00X$	

목적지 출발지	부 산	울 산	포 향	동 해	목 호
인 천	$Y=280.4+91.88X$	$Y=575.3+95.93X$	$Y=330.7+64.75X$	$Y=-6.3+15.93X$	$Y=370.5+20.10X$
군 산	$Y=159.5+21.73X$	$Y=301.0+17.42X$	$Y=178.5+12.75X$	$Y=5.19+4.30X$	$Y=184.0- 1.00X$
강 향	$Y= 47.8- 1.27X$	$Y= 78.3- 3.32X$	$Y= 47.7- 1.98X$	$Y= 4.6-0.04X$	$Y= 45.5- 3.24X$
고 경	$Y= -1.8+ 0.50X$	$Y= -1.8+ 0.50X$	$Y= -2.8+ 0.50X$	0	$Y= 1+5E-6X$
목 포	$Y=324.3+36.50X$	$Y=600.0+27.78X$	$Y=357.5+20.56X$	$Y=26.8+5.64X$	$Y=348.8- 2.58X$
완 도	$Y= 15.0+ 2.60X$	$Y= 43.8+ 0.40X$	$Y= 16.8+ 1.60X$	$Y=-0.4+0.60X$	$Y= 8.4+ 1.30X$
여 수	$Y=496.3-34.95X$	$Y=792.7-61.60X$	$Y=491.7-37.61X$	$Y=55.4-3.89X$	$Y=455.8-42.49X$
광 양	$Y= 53.8+33.51X$	$Y=135.9+35.79X$	$Y= 75.2+24.27X$	$Y=-3.1+5.21X$	$Y= 86.3+10.54X$
마 산	$Y=229.3+ 0.99X$	$Y=386.0- 7.56X$	$Y=234.4- 3.96X$	$Y=27.1-0.05X$	$Y=217.7-11.41X$
진 해	$Y= 15.0+ 2.55X$	$Y= 29.3+ 2.18X$	$Y= 17.7+ 1.48X$	$Y= 1.4+0.35X$	$Y= 17.1+ 0.23X$
충 무	$Y=-85.3+ 73.26X$	$Y=-30.2+83.53X$	$Y=-32.1+55.10X$	$Y=-43.6+13.48X$	$Y= 17.1+30.72X$
삼천포	$Y=-41.3+35.14X$	$Y=-16.2+40.75X$	$Y=-17.3+27.05X$	$Y=-15.7+5.64X$	$Y= -0.3+15.93X$
장승포	$Y= 16.8- 1.71X$	$Y= 26.1- 2.76X$	$Y= 16.2- 1.67X$	$Y= 1.1-0.11X$	$Y= 15.8- 1.80X$
옥 포	$Y=-11.7+ 4.97X$	$Y=-11.2+ 5.88X$	$Y= -8.3+ 3.95X$	$Y=-2.3+0.73X$	$Y= -4.6+ 2.43X$
고 현	$Y= 38.0- 3.00X$	$Y= 44.8- 3.50X$	$Y= 27.0- 2.00X$	$Y= 5.8-0.50X$	$Y= 19.5- 1.50X$
부 산	0	$Y=137.6+44.69X$	$Y= 74.7+30.19X$	$Y=-8.8+6.75X$	$Y= 92.7+13.28X$
울 산	$Y=135.3+43.88X$	0	$Y=162.0+31.04X$	$Y= 2.4+6.85X$	$Y=170.6+10.89X$
포 향	$Y= 79.5+28.90X$	$Y=169.8+30.10X$	0	$Y= 0.8+4.45X$	$Y=103.5+ 7.61X$
동 해	$Y=-12.0+ 7.13X$	$Y= -2.4+ 7.52X$	$Y= -4.1+ 5.17X$	0	$Y= -0.7+ 3.07X$
목 호	$Y= 95.1+12.83X$	$Y=175.3+10.74X$	$Y=103.7+ 7.86X$	$Y= 2.9+2.61X$	0
속 초	$Y= 28.5+ 1.10X$	$Y= 49.0+ 0.13X$	$Y= 29.7+ 0.26X$	$Y= 2.2+0.25X$	$Y= 29.3- 1.23X$
삼 척	$Y= 49.4- 1.69X$	$Y= 81.7- 4.25X$	$Y= 49.9- 2.44X$	$Y= 3.6+0.10X$	$Y= 48.8- 3.75X$
계 주	$Y=305.9+23.19X$	$Y=542.3+14.54X$	$Y=323.9+11.63X$	$Y=17.2+5.00X$	$Y=322.9- 8.02X$
서귀포	$Y= 32.9+13.47X$	$Y= 74.3+13.85X$	$Y= 42.5+ 9.36X$	$Y=-1.1+2.23X$	$Y= 46.7+ 3.50X$
거 타	$Y= 64.3+ 3.50X$	$Y=111.3+ 1.41X$	$Y= 67.6+ 1.25X$	$Y= 6.3+0.58X$	$Y= 67.5- 2.37X$

목적지 출항지	속 초	삼 척	제 주	서 귀 포	기 타
인천	$Y=106.7-0.5X$	$Y=179.9-10.52X$	$Y=1150.7+23.46X$	$Y=168.1+23.47X$	$Y=-20.6+14.02X$
군산	$Y=51.0-2.21X$	$Y=86.3-6.84X$	$Y=565.6-15.87X$	$Y=90.7+3.38X$	$Y=-0.4+3.30X$
장항	$Y=11.3-0.94X$	$Y=18.9-1.90X$	$Y=131.0-10.00X$	$Y=23.2-1.16X$	$Y=2.2+0.07X$
고령	0	0	$Y=-1.8+0.50X$	$Y=1+5E-6X$	0
목포	$Y=94.9-3.89X$	$Y=156.7-12.03X$	$Y=1052.1-28.59X$	$Y=179.1+5.12X$	$Y=-0.7+7.03X$
완도	$Y=4.6-0.10X$	$Y=2.6+0.10X$	$Y=51.8-0.60X$	$Y=6.4+0.70X$	$Y=-8.4+1.40X$
여수	$Y=113.9-11.44X$	$Y=182.7-20.18X$	$Y=1284.5-124.15X$	$Y=234.6-19.11X$	$Y=22.7-0.82X$
광양	$Y=26.3+0.74X$	$Y=45.9-1.86X$	$Y=282.5+17.41X$	$Y=41.3+9.06X$	$Y=-8.6+4.85X$
마산	$Y=56.3-3.90X$	$Y=91.3-8.47X$	$Y=638.4-39.09X$	$Y=113.9-3.39X$	$Y=9.7+0.90X$
진해	$Y=5.1-0.22X$	$Y=8.0-0.56X$	$Y=52.9-0.79X$	$Y=8.9+0.44X$	$Y=-0.4+0.45X$
충무	$Y=15.3+3.96X$	$Y=34.9+1.53X$	$Y=132.4+61.49X$	$Y=-7.1+22.99X$	$Y=-31.1+11.1X$
삼천포	$Y=5.1+2.27X$	$Y=12.1+1.37X$	$Y=41.8+33.60X$	$Y=-3.4+10.87X$	$Y=-12.3+4.76X$
장승포	$Y=4.3-0.52X$	$Y=6.6-0.84X$	$Y=44.9-5.14X$	$Y=7.5-0.78X$	$Y=0.5-0.04X$
옥포	$Y=0.01+0.35X$	$Y=0.1+0.28X$	$Y=-7.1+5.35X$	$Y=-2.9+1.60X$	$Y=-2.5+0.63X$
고현	$Y=1+5E-6X$	$Y=1+5E-6X$	$Y=44.5-3.50X$	$Y=13.0-1.00X$	$Y=-3.5+0.50X$
부산	$Y=28.1+1.21X$	$Y=49.4-1.71X$	$Y=301.1+24.03X$	$Y=40.5+11.53X$	$Y=-11.3+5.77X$
울산	$Y=48.2+0.15X$	$Y=81.3-1.30X$	$Y=531.3+14.19X$	$Y=82.7+11.22X$	$Y=-9.1+6.50X$
포항	$Y=23.7+0.26X$	$Y=50.4-2.58X$	$Y=325.3+10.83X$	$Y=49.9+7.39X$	$Y=-6.7+4.28X$
동해	$Y=0.6+0.46X$	$Y=2.2+0.25X$	$Y=8.2+6.11X$	$Y=-0.7+2.02X$	$Y=-4.7+1.14X$
묵호	$Y=29.8-1.27X$	$Y=49.4-3.85X$	$Y=325.6-8.42X$	$Y=51.7+2.27X$	$Y=-1.8+2.51X$
속초	0	$Y=12.6-1.13X$	$Y=86.3-4.58X$	$Y=14.7-0.19X$	$Y=0.7+0.27X$
삼척	$Y=12.6-1.13X$	0	$Y=142.6-11.98X$	$Y=24.5-1.44X$	$Y=1.9+0.17X$
제주	$Y=86.5-4.55X$	$Y=142.7-12.04X$	0	$Y=160.3+1.68X$	$Y=3.6+4.98X$
서귀포	$Y=13.9+0.02X$	$Y=23.9-1.33X$	$Y=149.3+4.23X$	0	$Y=-3.2+2.62X$
기타	$Y=17.4-1.02X$	$Y=29.0-2.55X$	$Y=192.7-9.12X$	$Y=32.4+0.13X$	0

※ 기준년도 (1977년), 시간단위 (1년), Y (1977~1986년 船舶隻數)

附錄Ⅳ. 外航船 港灣 入出港實積 (1976-1986)

304

연월	인						평						군					
	입			출			입			출			입			출		
	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	
1976	1,744	11,195,599	1,621	10,264,521	-	-	-	-	264	1,503,369	264	1,521,443	-	-	-	-	-	
1977	2,082	14,680,017	2,036	14,418,853	-	-	-	-	342	1,747,034	341	1,747,213	-	-	-	-	-	
1978	2,367	17,180,653	2,338	16,762,400	-	-	-	-	404	2,184,570	406	2,180,793	-	-	-	-	-	
1979	2,259	17,749,767	2,249	17,755,595	-	-	-	-	381	1,870,572	377	1,849,652	-	-	-	-	-	
1980	1,986	16,067,337	1,989	16,189,764	-	-	-	-	282	1,463,247	279	1,445,852	-	-	-	-	-	
1981	2,047	17,610,376	2,061	17,308,979	-	-	-	-	357	2,082,268	350	2,047,250	-	-	-	-	-	
1982	2,127	18,935,334	2,152	18,839,151	-	-	-	-	299	1,939,720	298	1,939,124	-	-	-	-	-	
1983	2,159	21,629,651	2,109	20,894,837	-	-	-	-	289	2,344,554	287	2,339,562	-	-	-	-	-	
1984	2,120	21,941,435	2,052	20,531,001	-	-	-	-	257	1,475,093	257	1,475,093	-	-	-	-	-	
1985	2,101	22,786,973	2,090	21,957,206	-	-	-	-	242	1,519,726	242	1,519,726	-	-	-	-	-	
1986	2,375	25,414,117	2,355	25,088,643	1	93,815	1	93,815	282	1,938,680	282	1,938,682	-	-	-	-	-	

연월	장						교						부					
	입			출			입			출			입			출		
	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	
1976	66	309,022	64	444,895	-	-	-	-	147	248,348	144	249,538	-	-	-	-	-	
1977	69	351,247	65	340,710	-	-	-	-	139	308,475	142	309,269	-	-	-	-	-	
1978	80	357,349	80	357,349	-	-	-	-	121	233,400	142	256,080	-	-	-	-	-	
1979	64	285,303	64	265,303	-	-	-	-	137	344,769	162	295,347	-	-	-	-	-	
1980	59	272,770	59	272,770	-	-	-	-	101	357,324	127	334,113	-	-	-	-	-	
1981	79	319,477	76	313,587	-	-	-	-	115	299,428	128	298,556	-	-	-	-	-	
1982	65	262,753	65	262,753	-	-	-	-	141	365,362	153	333,815	-	-	-	-	-	
1983	52	447,221	52	447,221	-	-	-	-	109	568,422	108	545,343	-	-	-	-	-	
1984	47	254,802	45	244,185	10	577,694	9	513,795	132	617,802	129	623,521	-	-	-	-	-	
1985	32	261,979	30	235,664	23	1,313,487	23	1,313,487	165	705,571	166	698,734	-	-	-	-	-	
1986	53	412,748	54	419,000	30	1,563,706	30	1,563,706	152	906,505	151	891,156	-	-	-	-	-	

연월	완						여						광					
	입			출			입			출			입			출		
	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	척 수	척 수	본 수	
1976	-	-	-	-	-	1,107	4,035,635	1,222	4,320,259	-	-	-	-	-	-	-	-	
1977	-	-	-	-	-	755	375,811	858	300,003	282	5,106,318	270	4,873,002	-	-	-	-	
1978	-	-	-	-	-	642	554,276	657	566,513	376	5,649,298	359	5,043,929	-	-	-	-	
1979	-	-	-	-	-	220	340,976	535	313,040	461	7,568,820	468	7,488,280	-	-	-	-	
1980	-	-	-	-	-	64	119,385	478	418,182	453	6,995,380	460	6,657,278	-	-	-	-	
1981	-	-	-	-	-	76	189,612	448	203,441	421	6,901,156	436	6,988,711	-	-	-	-	
1982	11	-	-	-	-	374	175,472	379	171,647	727	9,634,991	728	9,510,699	-	-	-	-	
1983	81	-	-	-	-	362	277,530	359	276,741	932	10,486,846	916	10,577,480	-	-	-	-	
1984	75	-	-	-	-	353	197,992	351	197,708	1,000	12,485,228	1,008	12,502,029	-	-	-	-	
1985	101	-	-	-	-	350	390,727	349	386,414	870	13,112,377	858	13,097,746	-	-	-	-	
1986	113	-	-	-	-	393	320,656	377	328,371	1,094	14,177,229	1,090	14,497,303	-	-	-	-	

시뮬레이션에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

年	입항				출항				총합			
	입항		출항		입항		출항		입항		출항	
	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수
1976	674	698,525	627	372,456	109	354,737	108	363,594	1,579	86,475	1,279	70,345
1977	684	817,179	628	686,837	122	503,441	119	482,439	1,219	65,735	1,097	58,627
1978	895	1,463,013	900	1,201,315	148	672,744	150	669,042	993	50,356	945	47,930
1979	846	1,503,291	845	1,470,609	147	371,627	150	698,807	1,065	59,679	1,050	57,976
1980	801	1,196,914	808	1,184,867	128	719,699	138	702,899	832	44,163	776	41,955
1981	745	1,578,009	745	1,555,454	152	581,678	150	576,527	880	57,364	842	54,052
1982	613	1,411,965	627	1,128,795	113	688,689	120	697,303	670	33,995	640	36,823
1983	685	2,569,021	670	2,267,381	117	840,285	117	839,350	97	9,474	35	19,810
1984	675	2,355,198	660	2,327,438	133	925,364	133	945,506	75	14,976	349	25,341
1985	683	2,648,940	679	2,421,861	152	1,108,281	153	1,186,391	81	19,302	255	21,376
1986	725	2,978,487	717	2,606,243	232	1,114,711	231	1,074,891	97	32,749	408	45,633

年	장항				중항				목항			
	장항		중항		장항		중항		장항		중항	
	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수
1976	201	28,508	194	28,039	341	51,006	286	29,392	—	—	—	—
1977	192	21,873	154	21,851	174	18,744	170	11,991	—	—	—	—
1978	228	23,585	210	21,690	191	25,320	119	13,785	19	70,026	14	98,237
1979	292	24,414	214	23,684	139	84,427	142	101,752	17	36,184	16	72,362
1980	231	35,997	239	35,129	138	66,360	142	91,867	7	22,364	3	27,343
1981	229	38,358	225	36,115	121	71,943	121	71,943	62	81,139	62	81,139
1982	175	31,474	171	22,125	251	58,026	31	58,626	96	150,605	97	18,589
1983	151	39,690	17	36,161	765	64,733	704	64,701	111	583,700	121	394,990
1984	151	1,441,727	136	1,376,273	501	42,848	500	42,848	191	736,370	170	834,777
1985	151	1,547,197	121	1,756,576	520	28,919	520	30,959	152	566,436	170	1,273,650
1986	151	2,011,991	99	1,491,078	679	41,290	679	40,115	67	248,216	—	1,177,911

年	장항				중항				목항			
	장항		중항		장항		중항		장항		중항	
	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수	척수	톤수
1976	201	28,508	194	28,039	341	51,006	286	29,392	—	—	—	—
1977	192	21,873	154	21,851	174	18,744	170	11,991	—	—	—	—
1978	228	23,585	210	21,690	191	25,320	119	13,785	19	70,026	14	98,237
1979	292	24,414	214	23,684	139	84,427	142	101,752	17	36,184	16	72,362
1980	231	35,997	239	35,129	138	66,360	142	91,867	7	22,364	3	27,343
1981	229	38,358	225	36,115	121	71,943	121	71,943	62	81,139	62	81,139
1982	175	31,474	171	22,125	251	58,026	31	58,626	96	150,605	97	18,589
1983	151	39,690	17	36,161	765	64,733	704	64,701	111	583,700	121	394,990
1984	151	1,441,727	136	1,376,273	501	42,848	500	42,848	191	736,370	170	834,777
1985	151	1,547,197	121	1,756,576	520	28,919	520	30,959	152	566,436	170	1,273,650
1986	151	2,011,991	99	1,491,078	679	41,290	679	40,115	67	248,216	—	1,177,911

항별 년도	포 함				동 배				목 호			
	입 함		출 함		입 함		출 함		입 함		출 함	
	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수
1976	657	4,403,191	684	4,483,864	-	-	-	-	221	670,221	248	944,220
1977	864	5,608,490	864	5,555,673	-	-	-	-	168	566,399	180	824,495
1978	907	6,156,428	916	6,117,346	-	-	-	-	245	813,054	204	871,194
1979	1,061	9,522,170	1,053	9,453,617	34	310,253	84	604,933	181	627,385	160	728,364
1980	1,357	11,814,699	1,325	11,832,034	151	1,739,973	221	2,262,930	157	561,321	140	581,436
1981	1,640	15,338,203	1,643	15,511,206	307	3,813,036	316	3,848,574	150	367,001	146	386,417
1982	1,784	16,980,975	1,776	17,155,579	343	4,375,087	344	4,392,756	109	339,378	106	337,473
1983	1,613	16,990,466	1,599	16,815,265	313	4,160,234	311	4,127,336	104	338,430	102	334,038
1984	1,687	18,196,090	1,706	19,247,403	247	3,096,855	254	3,185,488	80	85,542	77	75,565
1985	1,573	19,230,788	1,558	19,306,682	209	3,293,153	302	3,361,668	41	34,380	41	34,634
1986	1,583	19,386,131	1,563	18,812,825	390	4,295,292	385	4,265,811	25	31,368	20	20,057

항별 년도	수 조				상 위				제 수			
	입 함		출 함		입 함		출 함		입 함		출 함	
	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수	척수	본수
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	188	21,608	190	21,668
1977	-	-	-	-	18	47,309	11	32,661	110	12,013	116	12,752
1978	-	-	8	2,182	91	274,396	96	302,436	332	36,700	304	34,842
1979	-	-	2	574	40	136,433	56	200,078	466	50,985	407	50,752
1980	-	-	3	832	34	115,067	54	180,376	374	40,115	368	39,982
1981	-	-	-	-	45	146,595	47	155,053	472	42,673	466	42,217
1982	-	-	1	338	25	84,229	25	84,229	440	46,017	434	45,641
1983	1	284	-	-	21	70,188	21	68,320	488	40,075	481	39,246
1984	-	-	-	-	13	39,577	14	47,271	462	30,857	451	30,329
1985	-	-	-	-	23	76,289	23	76,289	419	41,284	385	39,015
1986	-	-	-	-	64	186,958	64	186,958	328	43,058	289	39,697

항별 년도	서 귀 포			
	입 함		출 함	
	척수	본수	척수	본수
1976	-	-	-	-
1977	-	-	-	-
1978	56	3,557	56	3,557
1979	41	2,447	41	2,447
1980	32	1,850	32	1,850
1981	81	5,085	81	5,083
1982	79	5,195	79	5,195
1983	99	5,501	99	5,994
1984	122	6,736	122	6,736
1985	115	6,980	115	6,980
1986	78	4,574	91	5,535

시플레이선에 의한 우리나라 沿岸의 海上交通量 推定에 關한 研究

附錄 V. 汽船船 艙 域別 入出港實積 (1976-1986)

年	인 선 지 역				동 남 아 지 역			
	입 항		출 항		입 항		출 항	
	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수
1976	12,564	20,153,977	12,183	21,160,518	1,711	12,265,366	1,703	12,210,650
1977	12,162	25,195,262	11,479	24,345,314	2,355	16,751,977	2,138	16,425,321
1978	12,590	27,312,350	12,293	28,766,532	2,889	22,116,198	2,638	21,231,718
1979	12,352	27,472,949	13,615	35,589,923	2,827	23,343,304	2,884	27,874,631
1980	12,566	25,211,223	11,731	29,899,818	3,812	31,055,462	2,924	27,556,490
1981	11,051	26,001,370	11,853	31,893,423	4,258	37,137,967	3,158	21,573,592
1982	10,014	24,535,186	8,854	22,742,199	3,419	31,485,844	2,777	26,373,306
1983	9,795	23,273,368	10,031	29,908,654	3,164	33,414,936	2,462	27,139,285
1984	10,264	30,625,313	11,565	33,350,536	2,372	29,788,353	1,773	22,309,104
1985	9,352	26,296,709	11,477	40,074,111	3,211	35,963,435	2,411	31,293,544
1986	10,753	34,536,292	11,763	40,674,672	3,662	43,544,207	3,664	33,945,890

年	북 방 주 리 역				동 남 아 지 역				기 타 지 역			
	입 항		출 항		입 항		출 항		입 항		출 항	
	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수	척 수	톤 수
1976	515	8,805,253	535	7,177,941	129	6,539,197	325	8,671,501	2,570	14,615,846	2,265	11,290,656
1977	671	11,927,224	464	5,957,570	111	1,415,076	145	1,696,104	2,546	23,473,253	2,949	24,450,783
1978	795	13,122,316	679	6,065,864	92	1,140,521	105	1,071,985	2,690	25,368,850	3,161	28,917,938
1979	972	16,879,969	629	7,211,613	151	1,347,811	193	2,195,911	3,553	34,201,780	2,837	27,943,197
1980	1,034	11,073,851	454	7,298,849	18	851,000	369	5,919,140	3,242	30,786,751	3,789	34,483,922
1981	1,136	20,555,076	611	11,148,000	37	2,001,122	411	6,813,769	3,384	34,411,791	5,174	45,115,370
1982	1,321	20,709,201	1,201	29,711,425	40	2,164,500	479	3,485,252	4,855	52,108,630	6,009	61,618,378
1983	1,380	30,119,426	1,345	16,555,011	45	2,794,732	563	6,452,420	4,861	59,943,960	5,454	59,072,900
1984	1,441	31,111,381	1,111	13,711,693	41	2,045,211	453	3,509,265	5,510	71,637,909	4,315	52,922,943
1985	1,416	31,181,079	1,156	17,172,000	61	2,039,111	447	3,118,291	5,967	76,107,000	3,881	46,467,726
1986	1,435	38,871,197	1,547	14,111,043	65	4,545,031	530	10,211,867	5,836	80,813,315	4,367	53,816,839

단, 기 타 지 역의 실적은 1976년부터 1986년까지의 실적을 의미한다.

## 附錄Ⅵ. 外航船 港灣 / 地域間 交通量分布 回歸方程式

목적지 출항지	日本地域	東南亞地域	北美洲地域	유럽地域	기타地域
인천	$Y=1264.3-22.43X$	$Y=299.4-1.36X$	$Y=-18.3+24.85X$	$Y=20.3+3.75X$	$Y=370.7+21.75X$
군산	$Y=228.7-10.14X$	$Y=53.8-1.80X$	$Y=1.4+2.70X$	$Y=4.2+0.34X$	$Y=69.3+0.64X$
장항	$Y=48.8-2.71X$	$Y=11.0-0.47X$	$Y=1.0+0.37X$	$Y=1.5-0.04X$	$Y=14.7-0.08X$
고정	0	0	$Y=-38.0+4.50X$	$Y=-3.3+0.50X$	$Y=-42.7+5.50X$
목포	$Y=92.1-2.58X$	$Y=21.3-0.29X$	$Y=-0.9+1.63X$	$Y=1.4+0.24X$	$Y=26.2+1.16X$
완도	$Y=-120.9+21.90X$	0	0	0	0
여수	$Y=775.2-61.04X$	$Y=165.8-11.05X$	$Y=21.2+2.78X$	0	0
광양	$Y=73.9+40.47X$	$Y=27.6+9.54X$	$Y=-46.9+15.25X$	$Y=-5.0+3.06X$	$Y=13.4+23.58X$
마산	$Y=484.4-15.39X$	$Y=115.5-2.45X$	$Y=-1.7+7.43X$	$Y=8.7+0.9X$	$Y=144.2+4.27X$
진해	$Y=91.7+1.88X$	$Y=21.5+0.86X$	$Y=-4.6+2.92X$	0	0
충무	$Y=1316.2-96.7X$	0	0	0	0
삼천포	$Y=172.6-10.11X$	0	$Y=4.0+1.08X$	0	$Y=54.0-0.87X$
장승포	$Y=584.3+22.74X$	0	0	0	0
옥포	$Y=-28.9+10.12X$	$Y=-5.7+2.35X$	$Y=-10.2+2.52X$	$Y=-1.9+0.58X$	$Y=-9.8+4.58X$
고현	$Y=11.7+1.50X$	$Y=-4.0+1.0X$	$Y=-4.3+1.0X$	$Y=1+5E-6X$	$Y=6.3+0.50X$
부산	$Y=5344.6-107.9X$	$Y=1226.4-4.93X$	$Y=-79.1+104.44X$	$Y=94.7+14.20X$	$Y=1527.3+89.8X$
울산	$Y=993.4+40.24X$	$Y=238.8+1.02X$	$Y=-61.2+36.48X$	$Y=11.9+6.28X$	$Y=279.3+47.15X$
포항	$Y=487.3+34.80X$	$Y=121.6+10.25X$	$Y=-31.9+20.44X$	$Y=6.7+3.81X$	$Y=147.6+31.42X$
등해	$Y=36.6+13.21X$	$Y=20.4+2.29X$	$Y=-24.9+6.30X$	$Y=0.9+0.81X$	$Y=39.4+4.70X$
목호	$Y=192.8-16.75X$	0	0	0	$Y=58.1-2.49X$
속초	$Y=2.9-0.27X$	0	0	0	0
삼척	$Y=35.0-1.62X$	$Y=9.5-0.45X$	0	0	$Y=10.7-0.05X$
제주	$Y=247.7+18.16X$	0	0	0	0
서귀포	$Y=14.2+9.33X$	0	0	0	0





# 시뮬레이션에 의한釜山컨테이너 터미널 運營의 體系的인 分析

A Systematic Analysis on the Operation of Busan Container  
Terminal by Computer Simulation

金 鉉

*Hyeon Kim*

〈 目 次 〉

Abstract

1. 序 論
  2. 釜山컨테이너 터미널의 現況
    - 2.1 시스템으로서의 컨테이너 터미널
    - 2.2 터미널 運營形態
    - 2.3 物動量 豫測
    - 2.4 荷役作業能率
  3. 시뮬레이션에 의한 부산컨테이너 터미널의 生産能力 分析
    - 3.1 問題의 記述
    - 3.2 시뮬레이션에 의한 現行 生産能力의 分析
    - 3.3 向後 物動量 增加時의 生産能力의 分析
  4. 結 論
- 參考文獻