

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

日本沿岸における内航商船の交通量推定と解析

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2011-11-22 キーワード: 作成者: 岡野, 良成 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/869

修士論文

題目 日本沿岸における内航商船交通量の推定と解析

指導教授 卷 島 勉

商船学研究科航海学専攻

昭和55年入学

氏 名 岡 野 良 成

昭和57年 1 月30日提出

目 次

Ⅰ章 はじめに	----- P. 1 ~ P. 2
Ⅱ章 原の方法とその理解	----- P. 3 ~ P. 8
Ⅱ - 1 原の方法の概説	----- P. 3 ~ P. 5
Ⅱ - 2 原の方法の理解	----- P. 6 ~ P. 8
Ⅲ章 日本沿岸における内航商船交通量の推定	----- P. 9 ~ P. 66
Ⅲ - 1 原の方法による試算と考察	----- P. 11 ~ P. 12
Ⅲ - 2 原の方法の修正	----- P. 13 ~ P. 15
Ⅲ - 3 修正法のモデル化に向けて	----- P. 16 ~ P. 29
Ⅲ - 3 - 1 油タンカーとその他の船舶の分離	----- P. 16 ~ P. 17
Ⅲ - 3 - 2 貨物量と船腹量との関係	----- P. 18 ~ P. 22
Ⅲ - 3 - 3 港間距離 r_{ij} とトン階との関係	----- P. 23 ~ P. 29
Ⅲ - 4 修正法のモデル化	----- P. 30 ~ P. 48
Ⅲ - 4 - 1 油タンカー入港隻数の推定	----- P. 31 ~ P. 40
Ⅲ - 4 - 2 w_{ij} のモデル化	----- P. 41 ~ P. 48
Ⅲ - 5 修正法による沿岸交通量の推定	----- P. 49 ~ P. 66
Ⅲ - 5 - 1 推定手順	----- P. 49 ~ P. 50
Ⅲ - 5 - 2 沿岸交通量推定結果	----- P. 51 ~ P. 66

Ⅳ章 考察

----- P. 67 ~ P. 70

Ⅴ章 おわりに

----- P. 71 ~ P. 72

参考文献

----- P. 73 ~ P. 74

付録 A

----- 付1 ~ 付4

B

----- 付5

C

----- 付6 ~ 付9

I 章 はじめに

わが国沿岸の船舶交通量については、広範囲な調査として船舶通航実態調査^{*1}（以後、実態調査と呼ぶ）があり、一部海域の調査としては、田辺らによる調査^{*2}などがある。また、全国各港の利用状況を知ることができる資料として港湾統計^{*3~4}がある。しかし、それら調査と港湾統計を直接的に結びつけることはできない。すなわち、それぞれの港間を船舶がどのように運航しているのかを知ることができない。

実態調査は、沿岸主要地点における交通量の観測である。それは、トン階別に、用途別（一部のみ）の船種別に実施されている。

港湾統計からは、全国各港の船種別、トン階別入港隻数とそれぞれの総トン計を知ることができる。また、各港における貨物の移動を相手港（輸出入は相手国）ごとにすることもできる。

一方、船舶交通量推定の方法の一つとして、原の論文^{*5}がある。原は情報理論を応用して、その方法を述べている。

今回は、原の方法を一部修正して、4種類の船舶の沿岸交通量の推定を行った。ただし、推定の対象

船舶は、内航商船（油タンカーとその他の船舶の2群）のみとし、そのトン階を総トン数500トン未満と500トン以上の2群に分けた。

なお、全国各港の総入港隻数において、内航商船の占める割合は、約4割である。

II章 原の方法とその理解

II-1 原の方法の概説

原による船舶交通量推定法の概略を示す。

港が N 個あり、これら港の入港隻数 b_j , 出港隻数 a_i ($i, j = 1, 2, \dots, N$) だけがわかっており、これから、 i 港から j 港への交通量 f_{ij} を推定する。全体で v 隻である。この場合の交通量とその確率を表 2.1 と表 2.2 に示す。

確率表 2.2 から、条件として、

$$\sum_i u_i = \sum_j v_j = \sum_{i,j} p_{ij} = 1 \quad \dots (1)$$

があり、同一港内での往来はないものとして、

$$p_{ij} = 0, \quad i = j \quad \dots (2)$$

がある。

i 港から j 港への交通量の確率 p_{ij} は、

$$p_{ij} = f_{ij} / v$$

であり、事象は $(N \times N)$ 個ある。

表 2.1

隻数表

i \ j		目 的 港				
		1	2	.....	N	合計
出 発 港	1	f_{11}	f_{12}	.....	f_{1N}	a_1
	2	f_{21}	f_{22}	.....	f_{2N}	a_2
	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.
	N	f_{N1}	f_{N2}	.....	f_{NN}	a_N
	合計	b_1	b_2	.....	b_N	v

表 2.2

確率表

i j		目 的 港				
		1	2	.....	N	合計
出 発 港	1	P_{11}	P_{12}	.....	P_{1N}	u_1
	2	P_{21}	P_{22}	.....	P_{2N}	u_2
	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.
	N	P_{N1}	P_{N2}	.....	P_{NN}	u_N
合計		v_1	v_2	.....	v_N	1

事象のエントロピー H は,

$$H = \sum_{i,j} P_{ij} \cdot \log(1/P_{ij})$$

である。このエントロピー H を条件 (1) および (2) のもとで最大に決める。最大にする P_{ij} を決めることが、予断や偏見なしに P_{ij} を決めることになる。

これを解くのにラグランジェの未定乗数法がある。それは次のようにかける。

$$L(P_{ij}, \lambda_i, \mu_j, \nu, r_{ij}) = \sum_{i,j} P_{ij} \cdot \log(1/P_{ij}) -$$

$$\sum_i \lambda_i (\sum_j P_{ij} - u_i) - \sum_j \mu_j (\sum_i P_{ij} - v_j) -$$

$$\nu (\sum_{i,j} P_{ij} - 1) - \sum_{i,j} r_{ij} \cdot P_{ij} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $\lambda_i, \mu_j, \nu, r_{ij}$ は未定乗数で、 $\sum^*$ は $(i=j)$ のときのみの中和を意味する。

(3) 式を P_{ij} について微分し、整理すると、次のようにかける。

$$P_{ij} = x_i \cdot w_{ij} \cdot y_j \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{ただし, } w_{ij} = \begin{cases} 1, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases}$$

(4) 式から条件 (1) および (2) は,

$$u_i = \sum_j x_i \cdot w_{ij} \cdot y_j \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$v_j = \sum_i x_i \cdot w_{ij} \cdot y_j \dots\dots\dots (6)$$

と書きかえられる。

(5) および (6) をみたす x_i, y_j を繰り返し計算によって求める。ただし、第1回目は、

$$y_j = v_j$$

としている。

以上が原による港間交通量の推定法である。原は港が4つある大阪湾において調査を実施し、この方法による推定値が、レーダー観測による航行量とよく一致することも示した。

II-2 原の方法の理解

理解しやすくするため、簡単な例として、A, B, C 3港の例を用意した。

なお、ここでは、原の方法では課していない $P_{ij} = P_{ji}$ を条件として加えることにした。つまり、一

つの港について、入港隻数は出港隻数に等しいということである。

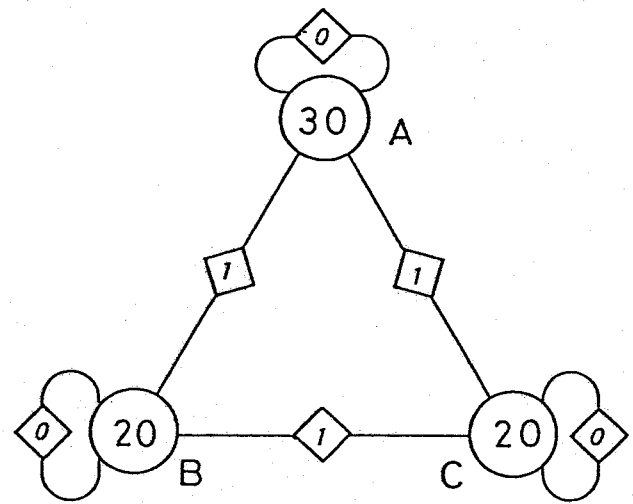


図 2.1 3港の例

図 2.1 がその例である。この図で $\diamond$ 内は w_{ij} を、 $\circ$ 内は入港隻数および出港隻数を示す。この例の場合、それぞれ 4 回の繰り返し計算で、

$$x_A = 0.7896, \quad x_B = 0.2656, \quad x_C = 0.2656$$

$$y_A = 0.8044, \quad y_B = 0.2714, \quad y_C = 0.2714$$

となった。結果を表 2.3 と表 2.4 および図 2.2 に示す。

ところで、図 2.1 をじっとながめて、矛盾のないように、30 隻、20 隻、20 隻を割振ることを考えてみる。その結果は計算による場合と同じになる。ここでは、計算結果を A 港の立場から見る。B, C 港から 15 隻ずつ入港し、各港へ 15 隻ずつ出港していく。

それは、B、C
港とも同じ隻数
だから不自然さ
はない。ところ
が、B港の立場
からみると、A
港との間では15
隻ずつの入出港
があり、C港と
の間では5隻ずつの入
出港がある。A港対C
港では、入出港の総数
が、3対2なのに、割
振られた結果は3対1
となっている。もちろ
ん、各港自身の往来は
0である。

このことは、

$$P_{ij} = x_i \cdot y_j \quad (i \neq j)$$

は文字通り、行列の対角線を除く各要素が縦横比例
関係の積で構成されていることを示しているが、注
目すべき点がある。それは、

$$x_A : x_B : x_C = y_A : y_B : y_C \quad \dots\dots\dots (7)$$

だが、これは、

$$u_A : u_B : u_C (= v_A : v_B : v_C) \quad \dots\dots\dots (8)$$

表 2・3 確率 (P_{ij})

i \ j	A	B	C	
A	0.0	0.2143	0.2143	0.4286
B	0.2135	0.0	0.0721	0.2856
C	0.2135	0.0721	0.0	0.2856
	0.4270	0.2864	0.2864	0.9998

表 2・4 交通量 (f_{ij})

i \ j	A	B	C	
A	0.0	15.0	15.0	30.0
B	15.0	0.0	5.0	20.0
C	15.0	5.0	0.0	20.0
	30.0	20.0	20.0	70.0

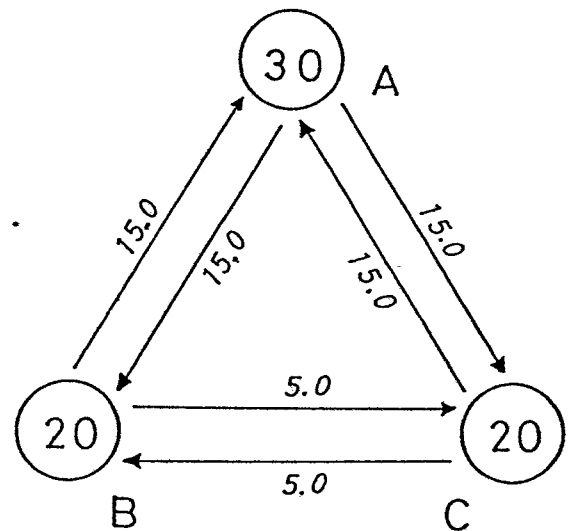


図 2・2 試算結果

とは同じではないことである。この例の場合 (8) は, $3:2:2$ である。

また, (7) の関係は,

$$\frac{x_A}{y_A} = \frac{x_B}{y_B} = \frac{x_C}{y_C}$$

であり, これを一般形でかけば,

$$\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2} = \dots = \frac{x_N}{y_N}$$

である。これから,

$$x_i \cdot y_j = x_j \cdot y_i$$

が満たされている。

以上のことから, w_{ij} , x_i , y_j の意味を次のようにとらえることができる。

w_{ij} : i 港と j 港の間の結びつきの度合を表わす値

x_i, y_j : 結びつきの度合 w_{ij} のもとで, 予断や偏見なしに, i 港から j 港へ向う確率 p_{ij} を求めるための値

Ⅲ章 日本沿岸における内航商船交通量の推定

本論では、交通量推定の対象を内航商船のみとする。

全国には、貿易を主たる目的とする港として、甲種港湾 239 港と乙種港湾 707 港、あわせて 946 港（昭和 53 年現在）ある。そのほかに、漁港が 2855 港（前者に同じ）ある。それら港の年間入港実績を表 3.1 に示す。漁港については水産庁の資料^{*6}による。

表 3.1 各種港湾の入港実績（53 年）

	甲種・乙種		漁 港	
	隻数	総トン計 (千トン)	隻数	総トン計 (千トン)
外航船	88,700	1,051,078	43,940	4,898
内航商船	354,676	924,947		
自動車航送船 (外航を除く)	150,393	909,845		
鉄道連絡船	57,136	138,336		
その他	302,956	609,004		
避難船	16,653	16,152	51,655	5,131
漁 船	353,133	67,118		
合 計	917,027	3,168,380	56,049	10,029

この表から漁港における、漁船以外の入港実績は約 4 万隻で甲種・乙種の 1% にも満たっていない。そこで、交通量推定に用いる資料を港湾統計のみとする。

港湾統計（年報）では、甲種港湾および乙種港湾について、1 年間に入港した船舶の隻数と総トン計を下記の船種に分類し、算計している。

- ・ 外航船
- ・ 自動車航送船
- ・ 漁船
- ・ その他
- ・ 内航商船
- ・ 鉄道連絡船
- ・ 避難船

また、トン階別には、

甲種港湾	7段階
乙種港湾	2段階

に分類している。甲種、乙種の共通分類点は500総トン未満と500総トン以上である。

本論で対象とする内航商船は、港湾統計上の内航商船とする。甲種・乙種港湾の総入港隻数のうち、内航商船が占める割合は、表3.1のとおり約4割である。

港湾統計からは、年間の入港隻数のみしか知ることができない。そこで、次の仮定を設ける。

- ・ 入港した船舶は必ず出港していくものとし、出港隻数は入港隻数と等しい。

年間の入出港隻数から一日あたりの平均入出港隻数を求め、交通量を推定する。その方が実感をしやすいからである。

この章のⅡ-2からでてくる貨物量は港湾統計（年報と流動表）から知ることができる。

Ⅲ-1 原の方法による試算と考察

この節では、全国の港湾のうち甲種港湾のみを対象とした。その合計入港隻数は 2,443,282 隻である。

船型の大小にかかわらず、内航商船の一日あたり平均入出港隻数を求め、原の方法を用いて交通量を試算した。

試算の結果である港間交通量を同じ経路を通るものについて累計すれば、それが沿岸交通量となる。ただし、最短航路を選んで航行するものと仮定している。（この節以降も同じ仮定を設けている。）

試算による交通量と実態調査の観測値（53年）を表 3.1.1 に示す。ただし、観測値はタンカーと貨物船の合計であり、外航船も含まれている。

表 3.1.1 試算による交通量と観測値（53年）

チェックポイント	交通量（隻/日）	
	試算値	観測値
浦賀水道	1260	678
塩屋埼沖	240	143
祿剛埼沖	140	30
伊良湖水道	590	213

（注）・観測値は、タンカーと貨物船の合計であり、外航船も含む。

・伊良湖水道の観測値には、神島以西を航行した船舶が含まれていない。

対象を内航商船とし、甲種港湾に限ったにもかかわらず、試算による交通量は、観測値を大きく上まわっている。

ところで、 i 港から j 港への交通量の確率 P_{ij} を決めるのに（4）式では、

$$\omega_{ij} = \begin{cases} 1, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases}$$

であった。すなわち、結びつきがあるかないかのいずれかにしている。ここに問題があると考え、原の場合に成功したのは大阪湾4港について適用したためである。これら4港の距離は、それぞれ互いにほとんど等しく、その結びつきの度合に差をつける理由が全くなかったから $\omega_{ij} = 1$ ($i \neq j$) で良かったのである。

結びつきの度合 ω_{ij} は、いくつかの変数により決まる関数として、

$$\omega_{ij} = f(\alpha, \beta, r, \dots)$$

とすべきである。理由は次節で述べる。

ω_{ij} は結びつきの度合であるから絶対的な値ではなく、相対的な値であり、本論では、

$$0 \leq \omega_{ij} \leq 1$$

とする。

Ⅲ-2 原の方法の修正

前節では、

$$\omega_{ij} = f(\alpha, \beta, \gamma, \dots)$$

とすべきであるとし、

$$0 \leq \omega_{ij} \leq 1$$

とすることを述べた。その理由として、次のことを挙げることができる。

- 1) 内航商船には、大小さまざまな型があり、それらを、すべて一様に扱うことはできない。小は5総トンから、大は1万総トンをこえるものまである。船舶ごとに航行区域が定められており、小型船は大型船に比べて平水区域を航行区域とするものが多い。(表3.2.1参照) また、航続距離も一般に、小型船は大型船に比べて短い。

表3.2.1 内航油タンカー

トン階別・航行区域別隻数(55年)

トン階	平水区域	沿海区域
100未満	239 隻	99 隻
100 - 500	322	708
500 - 1000	19	305
1000 - 3000	4	167
3000以上	0	10
合 計	594	1289

(内航タンカー組合調べ、はしけを除く)

2) 港湾事情により、入港できない船舶もある。

3) 貨物が多く発生すれば、それにつれて船腹量を多く必要とし、貨物がなければ、船腹を必要としない。

4) 港によっては、入港しない船種もある。船舶には雑貨船といろいろな専用船がある。それは、貨物の性状や貨物発生の特徴から生れた。

5) その他

具体的な理由として 1) ~ 4) をあげたが、内航商船の運航は複雑であり、経済的な面などから、さらに多くのものがからみあっているものと考え、5) その他をあげている。

本論では、 ω_{ij} を決定する変数として、トン階と距離の関係および貨物量と船腹量の関係に注目し、次の2つを取りあげる。

1) i 港と j 港との距離 : r_{ij}

2) i 港と j 港の間に発生
する貨物量 : q_{ij}

これら 2 つの変数 r_{ij} , g_{ij} は互いに独立なもの
と仮定し,

$$w_{ij} = f(r_{ij}) \cdot g(g_{ij})$$

とする.

Ⅲ-3 修正法のモデル化に向けて

Ⅲ-3-1 油タンカーとその他の船舶の分離

内航商船のみを対象とすることは既に述べたが、さらに、内航商船を油タンカーとその他の船舶に分けて交通量推定を行うことにする。その理由は、

- 1) 前節の理由 4) は船種について述べた。船種を分けることは、貨物の種類を分けることである。内貿貨物において、原油・重油・石油製品（以後、石油類と呼ぶ）の移出と移入の合計は53年間で約4億6千万トン、総合計は約11億6千万トンである。（この量の約半分が、内航商船による港間輸送量となる。）石油類は全体の4割を占める。したがって、必要とされる内航商船の船腹量のうち、油タンカーの船腹量はかなりの割合を占めることになる。

- 2) 油タンカーは荷主との関係や、消費地と供給地との関係から、その他の船舶と比べて、運航形態が単純であると考えられる。（付録A参照）

の2つである。

i 港から j 港への交通量の確率 P_{ij} の考え方は変えず、油タンカーのそれを P_{ij}^P 、その他の船舶のそれを P_{ij}^G とする。それぞれ、次のように表わす。

油タンカー

$$P_{ij}^P = x_i^P \cdot w_{ij}^P \cdot y_j^P$$

その他

$$P_{ij}^G = x_i^G \cdot w_{ij}^G \cdot y_j^G$$

Ⅲ-3-2 貨物量と船腹量との関係

日本内航海運組合総連合会（以後、内航総連と呼ぶ）は、毎年1月間、内航商船の実績調査をしている。油タンカーおよびその他の船舶の調査結果（54年）を入力した。その資料から、貨物量と船腹量の関係を図3.3.1と図3.3.2に示す。

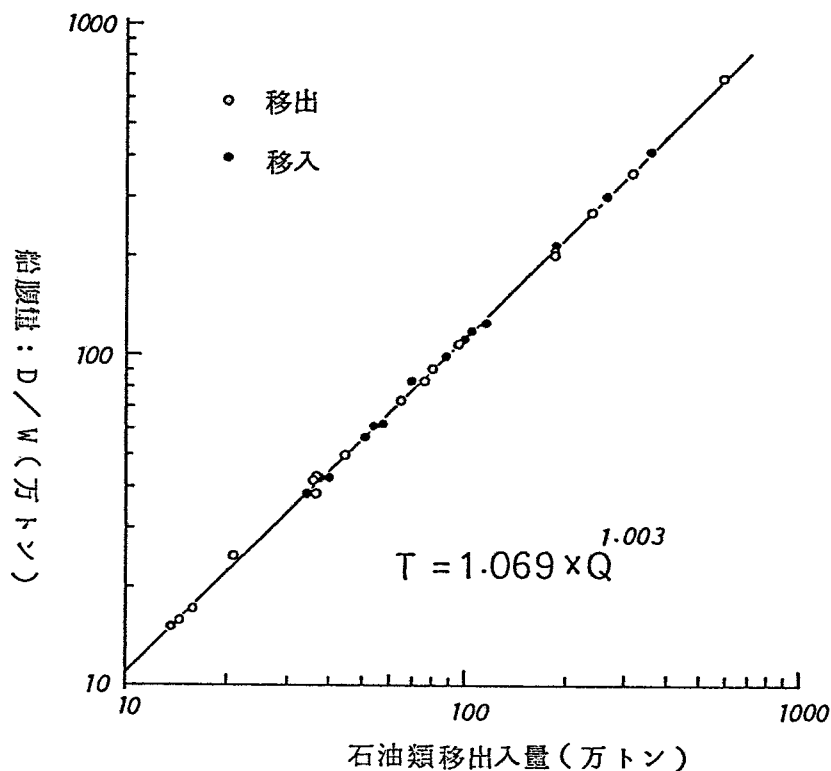


図 3.3.1 石油類移出量と船腹量との関係
(内航総連調べ, 54年10月)

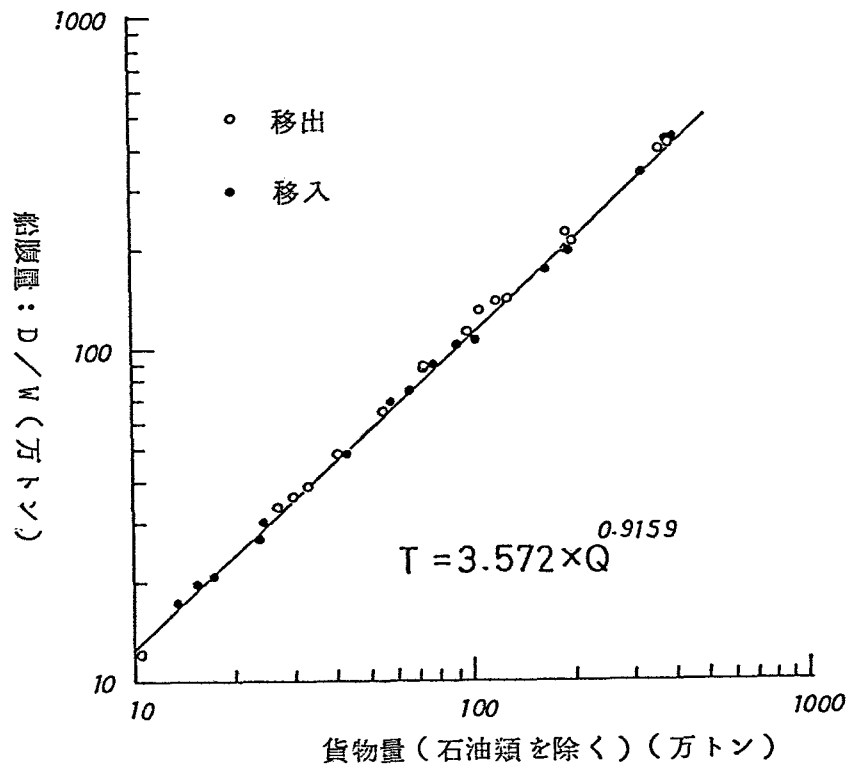


図 3・3・2 貨物量 (石油類を除く) と船腹量との関係
(内航総連調べ, 54年3月)

ただし, この資料は全国を下記の19地域に分けて集計したものである。

[19地域]

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ・北海道 | ・東北(東) | ・東北(西) |
| ・京浜 | ・関東 | ・伊豆・小笠原 |
| ・中京 | ・近畿 | ・阪神 |
| ・中国 | ・北四国 | ・南四国 |
| ・関門 | ・北九州 | ・南九州 |
| ・裏日本(東) | ・裏日本(西) | ・沖縄 |
| ・南西諸島 | | |

貨物量 Q と船腹量 (載貨重量トン = D/W) T との関係が,

$$T = a \cdot Q^b$$

ただし, a, b は定数

の形において, 図 3.3.1 と 図 3.3.2 から, 次のことが言える.

1) 油タンカーの場合は,

$$T = 1.069 \times Q^{1.003} \quad \dots\dots (9)$$

であり, a, b ともに 1 に極めて近い. したがって, 移出量あるいは移入量とそれらの輸送に必要な油タンカー船腹量 D/W は一致する.

2) その他の船舶の場合は,

$$T = 3.572 \times Q^{0.9159} \quad \dots\dots (10)$$

であり, b のみが 1 に近いことから移出量あるいは移入量と船腹量 D/W は, ほぼ比例する.

内航総連の資料は, 調査期間が 1 月間であり, 集計単位が全国で 19 単位である. そこで, 単位を港とし, 期間を年間としても同じことが言えるかどうかをみよう.

港湾統計のほかに, 港単位の資料として, 港湾管理者が発行している統計表 ^{*7~17} (港勢あるいは港湾統計

年報と呼ぶことが多く、以後、港勢と呼ぶ)がある。それら港勢のうちから、内航商船を用途別・船種別に分類、計上しているものを選んで、貨物量(移出+移入)と船腹量(総トン = G/T)との関係を示したのが図 3.3.3 である。

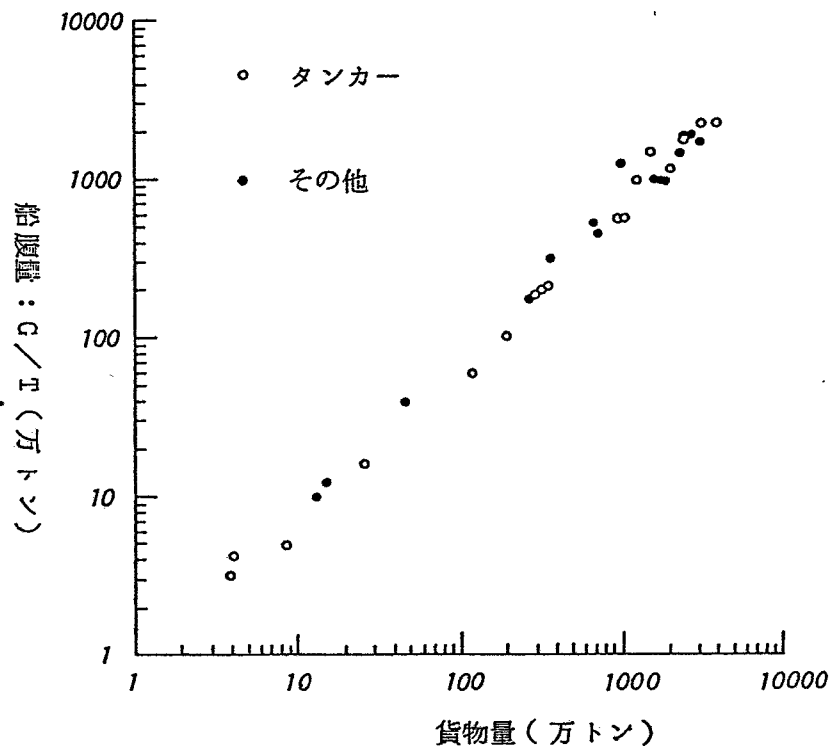


図 3.3.3 貨物量と船腹量との関係
(53年港勢から)

図 3.3.3 は、図 3.3.1 あるいは図 3.3.2 よりもバラつきが大きい。その理由として、

- 1) タンカーの定義が港ごとに異なり、港によっては、ケミカルタンカーや糖密タンカーも含んでいることがある。しかし、それ

らを分類できない。

- 2) そのため、貨物量も対応できない部分がある。

をあげることができる。

バラつきはあるが、貨物量と船腹量との関係は、港単位とし、期間を年間としても比例関係にあるといえる。そこで、貨物量と船腹量 D/W との関係を (9) 式あるいは (10) 式で表わすことにする。

Ⅲ-3-3 港間距離 r_{ij} とトン階との関係

各港について，トン階別に，入港隻数と総トン計がわかり，甲種港湾のみについては，年間の種別別貨物移出入量をそれらの相手港別にも知ることができる。しかし，どのトン階の船舶がどの港から到来し，どの港へ向けて出港していくのかはわからない。ましてや，貨物をどのトン階の船舶が運んだかはわからない。

いくつかの港について，年間の全貨物移出入量を相手港の距離別（100マイル未満とそれ以上）に集計した。それら港の入港船舶を2群（500総トン未満とそれ以上）に分け，この2群のそれぞれの総トン計と距離別移出入量との関係を図3.3.4に示す。

図3.3.4から，近距離の貨物量が多くなれば，小さいトン階の船舶の輸送に従事する割合が多くなる傾向があると言える。

その傾向を確かめるために千葉港の入出港届け調査を下記のように行った。

対象港 : 千葉港

対象船舶 : 内航油タンカー

対象期間 : 昭和53年6月と12月

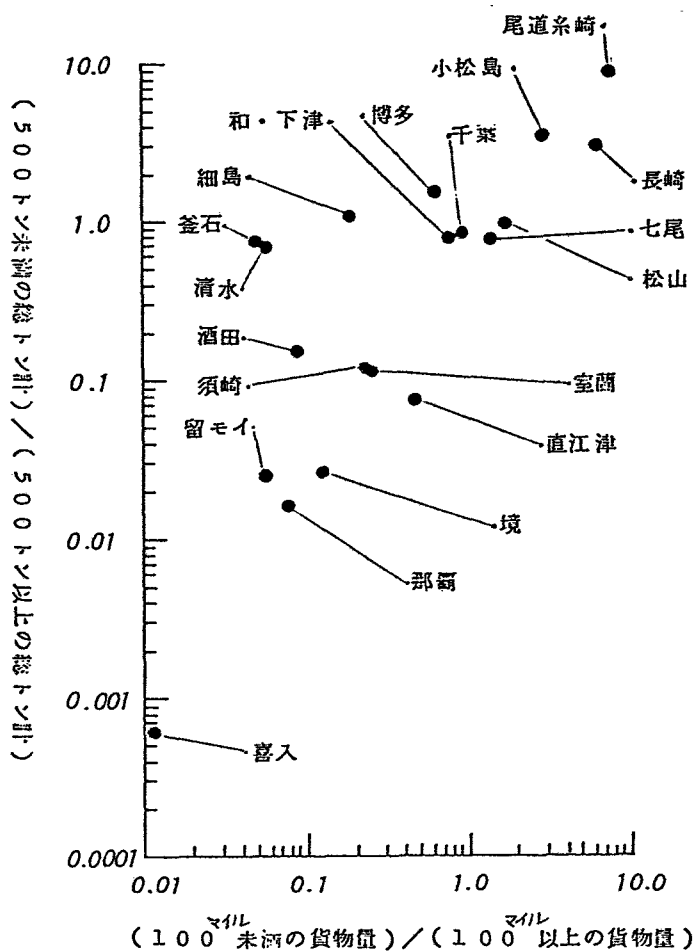


図334

距離別貨物輸送量と
トン階別総トン計との関係

トン階別の調査隻数を表3.3.1に示す。

表3.3.1 トン階別調査隻数
(千葉港53年6, 12月)

トン階	隻数
5 - 100	0
100 - 500	1190 (681)
500 - 1000	1090 (653)
1000 - 3000	306
3000 以上	6
合 計	2592

()内は、400～500トン、
900～1000トンの隻数

表 3.3.1 において, 100 総トン未満の計上がないのは, 港則法の規定により, 20 総トン未満の船舶, あるいは, 平水区域を航行区域とする船舶には届出の義務がないためである。

調査した油タンカーを, 移入の場合には仕出港の, 移出の場合には仕向港の, 距離別に, トン階別に入港回数として集計した。なお, 1 回の入港で積荷と揚荷の両荷役があった場合は, それぞれ 1 回ずつカウントした。その結果が表 3.3.2 である。表 3.3.1 との差は,

1) 仕出港あるいは仕向港が不明の届けがある。

2) 積み揚げ両荷役の場合がある。

ためである。

表 3.3.2 油タンカートン階別・距離別入港回数

(千葉港 53 年 6, 12 月)

距離	トン階	100 - 500	500 - 1000	1000 - 3000	3000 以上
0 - 100	マイル	304	194	37	-
100 - 200		231	133	63	-
200 - 300		174	246	54	-
300 - 400		216	172	35	3
400 - 500		118	77	4	-
500 - 600		101	177	58	1
600 - 700		16	26	33	-
700 - 800		6	24	24	-
800 - 900		3	13	8	2
900 - 1000		-	3	2	-
合 計		1169	1065	318	6

表 3.3.2 の値を規準化するために，次の仮定をする。

- ・ 各トン階の距離別入港回数は，距離別の貨物＝石油類の量と正比例する。つまり，ある距離の貨物量が 100 で，その距離におけるあるトン階の入港回数が 2 であったとき，貨物量が 200 になれば入港回数は 4 となることである。

そこで，港湾統計から千葉港の 53 年における石油類の移出入量を距離別に集計した。300 マイルから 400 マイルの移出入量を規準値 1 とし，距離別貨物量比を求めた。これを表 3.3.3 に示す。

表 3.3.3 石油類の距離別貨物量と貨物量比

距離(マイル)	貨物量(千トン)	貨物量比
0 - 100	15923	5.02
100 - 200	2916	0.920
200 - 300	3746	1.18
300 - 400	3171	1.00
400 - 500	1139	0.359
500 - 600	3116	0.983
600 - 700	1287	0.406
700 - 800	786	0.248
800 - 900	400	0.126
900 - 1000	57	0.018
合 計	32545	

(千葉港 53 年)

仮定から、規準化した入港回数を次のように求める。

$$\bar{n}_i = n_i / \alpha_i$$

ただし、

$\bar{n}_i$: 距離*i*における規準化した入港回数

n_i : 距離*i*における入港回数

α_i : 距離*i*の貨物量比

次に、トン階別に、規準化した入港回数の合計 $\sum \bar{n}_i$ で、距離別の規準化した入港回数 $\bar{n}_i$ を除し、距離別の確率とする。図 3.3.5 がその結果である。資料数の少ない 3000 総トン以上は省いた。

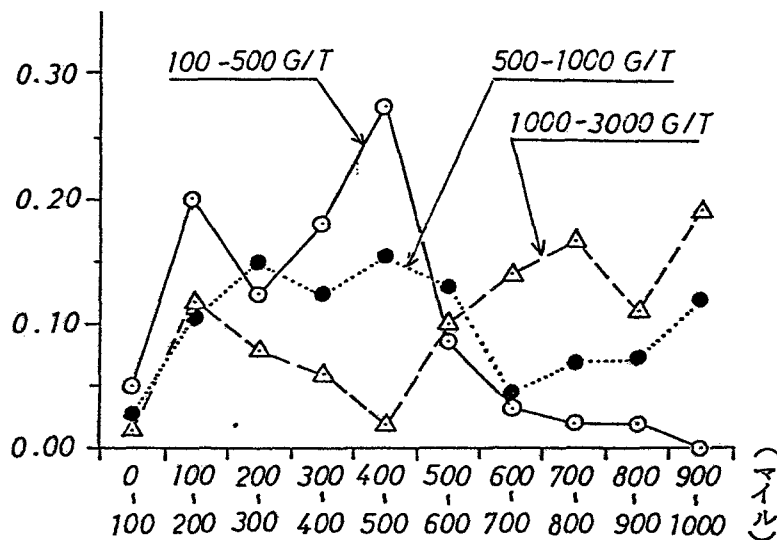


図 3.3.5 油タンカートン階別・距離別入港確率
(千葉港 53 年 6, 12 月調べ)

距離は本来、連続な変数である。また、内航油タンカーを対象としているので、距離には上限がある。そのような分布として、ベータ分布を考える。それは、

$$f(x) = \frac{x^{p-1} \cdot (1-x)^{q-1}}{B(p, q)}$$

$$\text{ただし, } B(p, q) = \frac{\Gamma(p) \cdot \Gamma(q)}{\Gamma(p+q)}$$

である。

千葉港から最も遠い港までの距離 R を 950 マイルとし、図 3.3.5 の値にベータ分布を適用して求めたものが、図 3.3.6 である。図中の r' は r/R である。

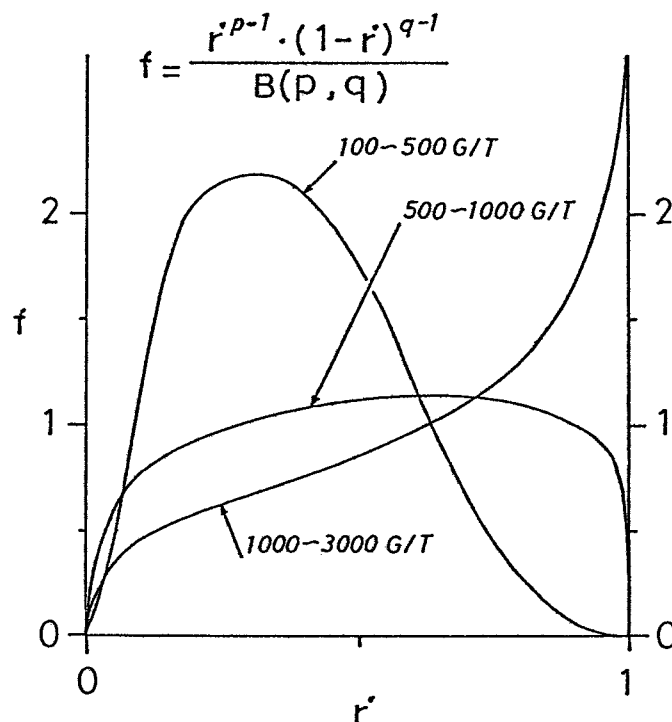


図 3.3.6 港間距離 r' と入港確率 f (ベータ分布)

資料は千葉港のみであるが、油タンカーのトン階と港間距離 Y_{ij} との関係をベータ分布の形を応用してモデル化することにする。また、その他の船舶についての資料もないが、油タンカーの場合と同一のモデルとする。

Ⅲ-4 修正法のモデル化

全国には、全部で 946 港あり、それら港の交通量を推定するには膨大な計算を必要とする。そこで、今回は沿岸のうち、東京湾から紀伊水道までを主たる目標とする。港を都道府県単位の港（以後、「港」で示す）とし、全国で 44 「港」とする。ただし、東京都および千葉、神奈川、三重、和歌山の各県については下記のように二つの「港」とする。

東京都	{	東京	:	東京湾内
		東京外	:	東京湾外 (伊豆・小笠原)

千葉県	{	千葉	:	東京湾内
		千葉外	:	東京湾外 (館山、浜金谷を含む)

神奈川県	{	神奈川	:	東京湾内 (横須賀を含む)
		神奈川外	:	東京湾外

三重県	{	三重	:	伊勢湾内 (鳥羽を含む)
		三重外	:	伊勢湾外

和歌山県	{	和歌山	:	紀伊日、御崎以北
		和歌山外	:	紀伊日、御崎以南

これら 44 「港」について、内航商船と油タンカーとその他に分け、トン階を 500 トン未満とそれ以上に分けてモデル化する。

Ⅲ-4-1 油タンカー入港隻数の推定

内航商船を油タンカーとその他に分けることはすでに述べた。しかし、港湾統計からは、全国各「港」の油タンカー入港隻数を知ることができない。一部の港あるいは「港」については港勢からそれを知ることができる。資料を入手できた港および「港」を表3・4・1に示す。ただし、新潟「港」は現地調査である。

表 3・4・1 内航油タンカートン階別総トン計と隻数(53年港勢から)
(総トン単位:千トン)

港 名	500トン未満			500トン以上			合 計	
	総トン計	総トン割合	隻数	総トン計	総トン割合	隻数	総トン計	隻数
東 京	3174	0.56	23969	2517	0.44	5248	5691	29217
川 崎	7931	0.43	39310	10307	0.57	9281	18238	48591
横 浜	7235	0.32	32336	15390	0.68	6615	22625	38951
千 葉	9410	0.42	38011	13009	0.58	12233	22419	50244
木更津	415	0.41	1156	594	0.59	656	1009	1812
浦 水	745	0.37	2236	1271	0.63	1733	2016	3969
四日市	4423	0.46	18248	5116	0.54	4753	9539	23001
名古屋	3263	0.30	12486	7749	0.70	6705	11012	19191
和歌山下津	4519	0.31	20556	10169	0.69	6467	14688	27023
大 阪	3348	0.76	15402	1035	0.24	974	4383	16376
兵庫県	5709	0.40	28095	8539	0.60	7451	14248	35546
神 戸	2009	0.50	10229	2032	0.50	1820	4041	12049
姫 路	1573	0.29	7137	3929	0.71	3136	5502	10323
新潟県	106	0.02	216	4674	0.98	2558	4780	2774

500総トン未満の内航商船について、その平均トンと隻数割合(500トン以上を含めた全入港隻数に対する)を「港」単位で図3・4・1に示す。ただし、

この場合、東京都、その他4県についても1つの「港」としている。

図 3.4.1 から次の特徴がわかる。

- 1) 島根、石川、熊本など 500 トン未満船の平均トンが 100 トン未満の「港」は、海岸が複雑で小島が多い。乙種港湾の数が甲種港湾の数に比べて多い「港」が目立つ。(表 3.4.2 参照) 500 トン未満船の隻数割合は 92 ~ 99 % と大きい。
- 2) 平均トン 100 ~ 130 トンの「港」も 1) の「港」と同じ特徴をもつ。隻数割合も 90 ~ 97 % で大きい。
- 3) 北海道、東北の各「港」、日本海側の各「港」は隻数割合が 42 ~ 75 % であり、その他の「港」と比べて小さい。ただし、1) の特徴をもつ「港」は隻数割合は大きく、平均トンは小さい。
- 4) 瀬戸内各「港」は隻数割合が 90 ~ 97 % と大きい。平均トンの小さい「港」は 1) の特徴をもつ。

表 3・4・2 甲・乙種港泊数

	甲 種	乙 種
宮 城	4	4
三 重	4	14
石 川	4	8
京 都	2	1
島 根	4	60
広 島	7	34
香 川	15	52
愛 媛	12	41
佐 賀	2	7
長 崎	21	46
熊 本	9	41
沖 縄	4	20

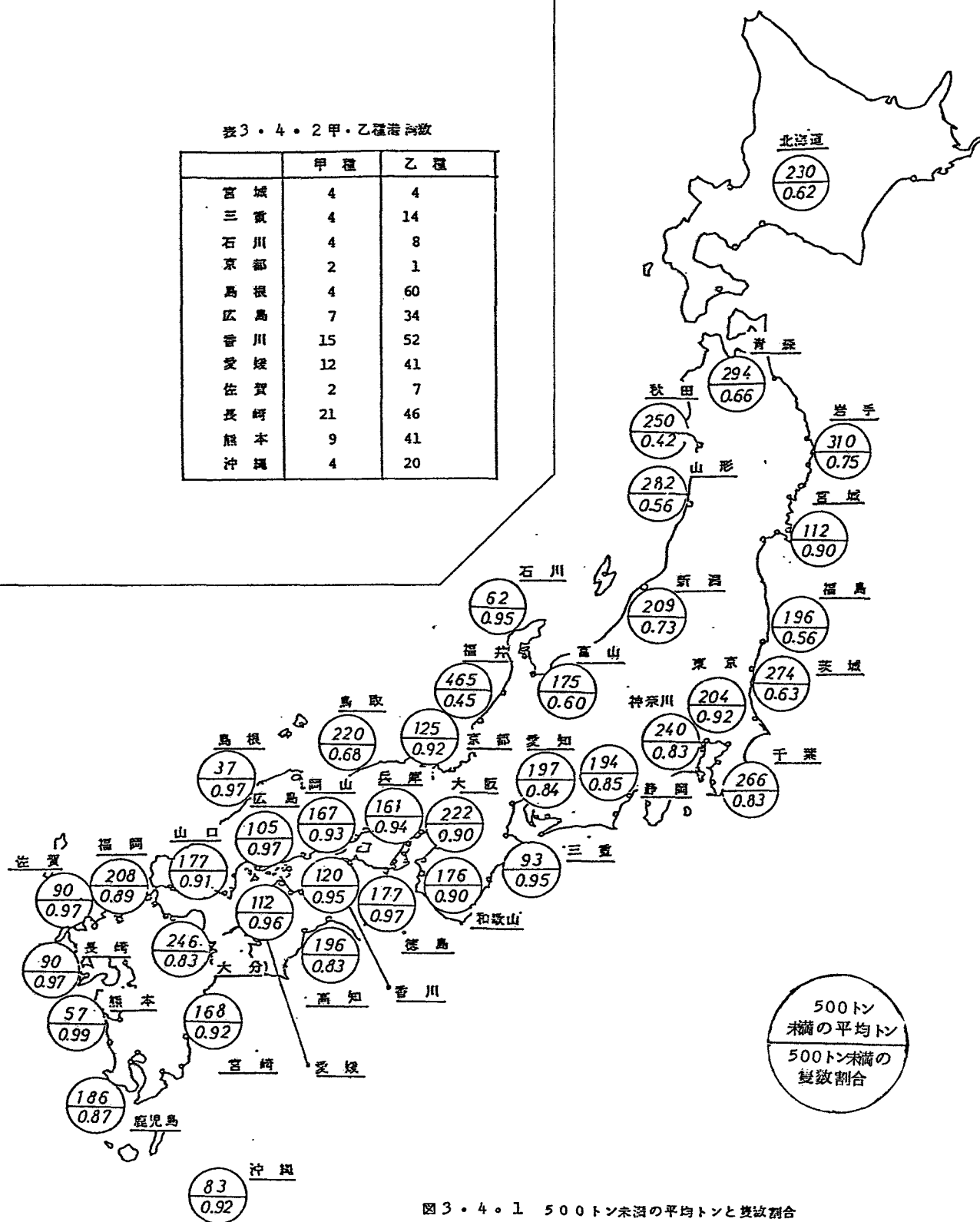


図 3・4・1 500トン未満の平均トンと貨物割合

図 3・4・1 と表 3・4・1 から，全国の 44 「港」を，南日本，北日本，東京に分類し，油タンカーの 500 総トン未満の総トン計割合を下記のように仮定する。

「港」		油タンカー 500 トン未満 の総トン計割合
南日本	製油所のある「港」	40 %
	製油所のない「港」	42
北日本	製油所のある「港」	2
	製油所のない「港」	15
東京		56

ただし，北日本の「港」は，

- | | | |
|------|-----|-----|
| ・北海道 | ・青森 | ・岩手 |
| ・宮城 | ・秋田 | ・山形 |
| ・福島 | ・茨城 | ・新潟 |
| ・富山 | ・石川 | ・福井 |
| ・京都 | ・鳥取 | ・島根 |

の 15 「港」であり，製油所のある「港」は，資料^{*18}から，

- | | | |
|------|------|------|
| ・北海道 | ・宮城 | ・秋田 |
| ・茨城 | ・千葉 | ・神奈川 |
| ・新潟 | ・富山 | ・静岡 |
| ・愛知 | ・三重 | ・大阪 |
| ・兵庫 | ・和歌山 | ・岡山 |
| ・山口 | ・香川 | ・愛媛 |

・大分

・沖縄

・三重外

の21「港」である。

入手した港勢から油タンカーのトン階別入港状況を見ると、製油所のある港とない港では、3000総トンをこえる油タンカーについて違いがある。それは、製油所が大きな貯油タンクを備えているためと考える。また、製油所のある一つの港が県単位の港（「港」）に占める割合が大きい。したがって、「港」を製油所のあるなしによって分けた。

東京の場合、東京港港勢も入手した。東京港が本論における一つの「港」である。横浜、川崎、千葉、木更津とは500総トン未満の総トン計割合が大きく異なる。以上から東京を別個に分けた。

Ⅲ-3-2では、石油類の貨物量と船腹量D/Wが一致することを述べた。そこで、「港」の石油類移出入量を港湾統計から求め、前述した貨物量と船腹量との関係式（9）

$$T = 1.069 \times Q^{1.003}$$

を用いて、油タンカーの船腹量を求める。この船腹量は重量トンD/Wであるが、港湾統計などから得られる資料は総トンG/Tである。D/WとG/Tとの関係は、海運手帳^{*19}の第Ⅳ-7表からの値を利用する。それは、

$$T_{D/W}^P = 2.03 \times T_{G/T}^P$$

ただし,

T_{DW}^P : 油タンカー-載貨重量トン

T_{GT}^P : 油タンカー-総トン

である. この関係式を使って, 総トン計に換算する.
求めた総トン計に上述の総トン割合を乗じて, 500
総トン未満の油タンカー-総トン計を求め, 残りを
500トン以上のそれとする.

内航油タンカーのトン階別構成から 500トン未満
の平均総トンと 500トン以上のそれがわかる. 構成
表を表 3.4.3 に示す. この表は, 「日本海運の現況^{*20}
と全国内航タンカー海運組合および内航大型船輸送
海運組合の資料から合成した.

表 3.4.3 内航商船トン階別構成表

船種 項目 トン階	油タンカー			その他		
	隻数	総トン計	平均トン	隻数	総トン計	平均トン
100 未満	424	28555	67.	3463	152445	44.
100 - 500	1405	404754	288.	5106	1218246	238.
500 - 1000	478	402815	842.	427	336185	787.
1000 - 3000	183	349406	1909.	227	424133	1868.
3000 - 6000	6	18262	3043.	103	390008	3786.
6000 -10000	1	6273	6273.	17	124164	7303.
10000 以上	2	36369	18184.	7	99702	14243.
合 計	2499	1246434	498.	9350	2744883	293.

表 3.4.3 から, それぞれの平均トンを,

500 総トン未満油タンカー 237 G/T

500 総トン以上油タンカー 1214 G/T

とする.

以上から、油タンカーの入港隻数を次のように推定する。

$$n_i^P = T_i^P / 237$$

$$n_i^{VP} = T_i^{VP} / 1214$$

ただし、

n_i^P : i 「港」の 500 トン未満の油
タンカー入港隻数

n_i^{VP} : i 「港」の 500 トン以上の油
タンカー入港隻数

T_i^P : i 「港」の 500 トン未満の油
タンカー総トン計

T_i^{VP} : i 「港」の 500 トン以上の油
タンカー総トン計

以上の油タンカー入港隻数の推定において特別扱いするものがある。日本には、鹿児島（喜入）と沖縄（金武湾）に原油基地＝CTS がある。外国からの原油の一部は、この CTS に一たん入り、ここから国内各港に輸送される。この原材料の輸送を二次輸送と呼び、53 年で約 4 千万トンの実績があった。

二次輸送には、3000 総トンをこえる油タンカーが主に従事する（業者の話から）。表 3.4.3 に示した内航油タンカーには、二次輸送を行うだけの船腹量はない。そのため、外航船を一時的に内航業務に投

入しているのが現状である。「日本海運の現況」から、その船腹量を表3.4.4に示す。この表は、期間

表 3.4.4 原油二次輸送船

年月日	隻数	総トン計(千トン)
52年8月1日	24	1305
54年3月31日	22	1228
55年3月31日	13	863

を限って、二次輸送に従事する許可を得た船舶の合計であって、実際に何航海どの港間に就航したという資料はない。そこで、CTSからの二次輸送に従事する油タンカーの平均トンを次のように仮定する。

CTS

油タンカー平均トン

喜入(鹿児島)

35,640 G/T

金武湾(沖縄)

13,430

これら平均トンは、表3.4.5、表3.4.6、表3.4.7、表3.4.8から仮定した。

鹿児島および沖縄の2「港」からの原油移入の場合は、上述の平均トンにより油タンカー入港隻数を推定する。その隻数は500トン以上に算入する。これが、特別扱いする部分である。

表 3・4・5 喜入港と鹿児島県の移出入量（単位：千トン）

	移出量		移入量		合 計
	合 計	原 油	合 計	石油類	
喜 入	34825	34670	6752	0	41577
鹿児島	37829	34670	17688	2633	55517

(5 3 年)

表 3・4・6 喜入港の内航商船入港実績（53年）

	隻 数	総トン計	
3000トン未満	236	586859	平均
3000トン以上	514	18318565	(35640)

表 3・4・7 金武湾と沖縄県の石油類移出量（53年）

（単位：千トン）

	原 油	石油類合計
金武湾	6377	9615
沖 縄	6389	11859

表 3・4・8 金武湾の内航商船入港実績（53年）

	隻 数	総トン計	
500トン未満	155	60500	平均
500トン以上	423	5682356	(13430)

以上の油タンカー入港隻数推定の手順を確認しておく。

県単位の港（「港」）で、

- 1) 石油類移出入量を求める。ただし、CT5からの原油分は別扱いとする。
- 2) 1) で求めた貨物量から油タンカー船腹量を求める。
- 3) 船腹量を500総トン未満とそれ以上に分ける。
- 4) それぞれの船腹量をそれぞれの平均トンで除し、トン階別の入港隻数とする。

その他の船舶のトン階別入港隻数は、港湾統計による全入港隻数から油タンカーのトン階別推定入港隻数をひいた残りとする。

このように、はじめに油タンカーの入港隻数を求め、そのあとで、その他の船舶の入港隻数を求めたのは、Ⅲ-3-2で述べたように、

(・ 石油類移出入量と油タンカー船腹量D/W
は一致する。

からである。

以上から、各「港」について、4種類の船舶の入港隻数が求まる。

Ⅲ-4-2 w_{ij} のモデル化

本論では、港間の結びつきの度合 w_{ij} は、2つの独立な変数、港間距離 r_{ij} と港間貨物量 g_{ij} により決まる関数、

$$w_{ij} = f(r_{ij}) \cdot g(g_{ij})$$

とした。

Ⅲ-3-2では、貨物量と船腹量が比例することを述べ、Ⅲ-3-3では、トン階と r_{ij} との関係をベータ分布を応用してモデル化することを述べた。

扱うトン階は、500総トン未満とそれ以上の二段階である。しかし、千葉港の例から示したトン階と r_{ij} との関係には、100総トン未満の船舶が含まれていない。

100総トン未満の船舶は、100～500総トンの船舶よりも近距離航海をすると推察できる。それは、

- 1) 近距離輸送には小型船が従事する傾向がある。
- 2) 平水区域を航行区域とするものが多い。
- 3) 航続距離が一般に短い。

の理由による。

そこで、 $f(r_{ij})$ を次のようなモデルとする。

$$f(r_{ij}) = r_{ij}^{p-1} \cdot (1 - r_{ij})^{q-1} \cdots \cdots (11)$$

ただし,

$$\begin{cases} P = 1.0, & 500 \text{ 総トン未満} \\ q = 1.0, & 500 \text{ 総トン以上} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = r_{ij} / R$$

R : 日本各「港」間の最大距離として, 1200 マイル

$$Y_{ii} \neq 0$$

r_{ij} とトン階との関係も, 油タンカーの場合もその他の場合も (11) 式で表わす。ただし, 500 トン未満の船舶の場合は, 油タンカーとその他とでは, q の値を異にする。理由は,

1) 石油類の供給地は限定されており, ごく近距離に供給地と消費地が散在することはない。

2) 図 3.4.1 から, その他の船舶において, 500 トン未満の船舶のうち, 100 トン未満のものが各「港」における入港回数を多くし, その結果, 平均トンを小さくしている。それは, 表 3.4.3 のトン階別構成表からも裏付けできる。つまり, その他の船舶の, 500 トン未満の船舶は近距離に就航することが多い。

かうである。

Ⅲ-5-2で述べるが、推定計算に用いた $q=9.0$, 12.0 ($p=1.0$) と $p=1.2$ ($q=1.0$) のモデルを図 3.4.2 に示す。

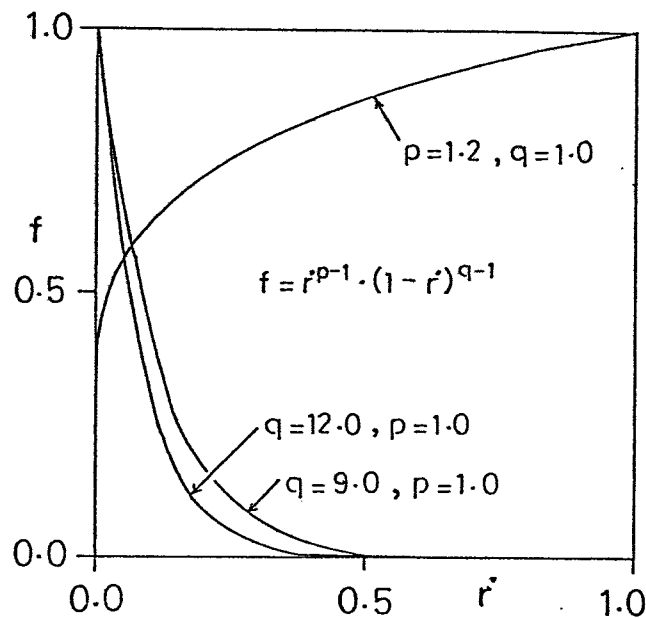


図 3.4.2 $f(r_{ij})$ のモデル

r_{ii} キ 0 としたのは、ここを扱う港を県単位の港（「港」）としたためである。

各「港」から代表港を選び、それら港間の距離を「港」間距離 r_{ij} とする。自「港」間距離 r_{ii} は、県内平均的距離とする。いずれの距離も距離表^{*21}の値を用いている。表 3.4.9 に距離を示す。

- 44 -

To From	北海道	青森	岩手	宮城	秋田	山形	福島	茨城	千葉	東京	神奈川	新潟	富山	石川	福井	静岡	岡	愛知	三重	京都	大阪	兵庫	厚	和歌山	鳥取	島根	岡山	広島	山口	徳島	香川	愛媛	高知	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島	沖縄	東京都外	千葉県外	神奈川県外	三重県外	和歌山県外
北海道	100	110	180	295	209	248	359	415	565	560	548	308	406	433	500	594	688	680	519	834	829	800	575	647	895	859	745	798	878	840	848	768	780	862	941	924	884	1010	1257	522	513	539	698	763		
青森		70	196	311	152	198	377	429	580	575	563	258	355	382	449	609	705	697	469	852	849	815	525	596	645	786	695	816	875	790	863	718	729	811	890	774	833	923	1207	410	401	427	586	653		
岩手			33	126	290	336	190	243	396	391	379	396	493	520	587	425	519	511	607	665	660	629	663	734	726	820	849	629	709	798	679	856	867	949	987	800	772	904	1173	350	341	367	526	593		
宮城				28	405	451	96	160	302	297	285	511	608	635	702	331	425	417	715	571	566	532	778	849	632	726	758	535	615	698	585	819	830	907	895	707	679	811	1079	257	248	274	433	499		
秋田					27	60	470	522	675	670	658	125	232	267	333	704	798	790	352	836	831	837	417	487	757	700	586	861	766	681	794	608	618	702	779	665	724	850	1098	629	620	646	805	864		
山形						15	516	568	721	716	704	72	186	228	294	750	844	836	314	804	795	805	379	455	725	668	554	829	734	649	762	577	588	670	551	633	692	784	1068	674	665	691	850	834		
福島							18	62	216	210	198	576	673	700	767	244	338	330	786	484	479	446	843	777	546	621	671	448	453	612	498	732	744	820	808	620	592	726	993	170	161	187	346	431		
茨城								31	167	162	150	628	726	753	820	196	290	282	838	437	432	398	814	729	498	574	623	400	405	564	450	684	696	773	760	572	544	676	945	122	113	139	298	365		
千葉									18	22	26	781	878	914	884	133	228	220	860	374	369	335	750	666	435	529	560	338	418	501	388	621	633	716	697	509	481	613	877	71	50	69	232	302		
東京										10	21	776	873	909	879	128	233	225	855	369	364	330	745	661	430	524	555	333	413	496	383	616	628	711	692	504	476	608	872	66	45	64	228	297		
神奈川											13	764	861	897	867	116	211	203	843	357	352	318	733	649	418	512	543	321	401	484	371	604	616	699	680	492	464	596	860	54	33	52	215	285		
新潟												42	121	170	236	810	904	896	256	746	737	760	322	398	667	610	496	771	676	591	705	519	531	613	692	575	634	761	1008	735	726	746	841	776		
富山													9	136	202	905	891	882	222	712	703	726	287	363	633	576	467	737	642	557	670	485	496	579	658	541	600	727	974	832	823	843	806	742		
石川														42	71	827	784	776	94	606	597	620	178	254	527	470	356	631	536	451	563	379	390	472	749	435	494	621	868	858	849	875	700	636		
福井															33	797	754	746	51	576	567	590	146	227	497	440	326	602	506	421	534	349	360	442	522	405	464	591	838	821	869	832	670	606		
静岡																41	138	130	773	287	282	248	663	579	348	442	471	250	331	415	300	534	546	623	609	421	394	526	794	67	118	141	144	215		
岡																	25	17	730	244	239	209	620	536	309	399	428	208	288	372	257	491	503	580	566	379	351	483	751	161	213	172	95	172		
愛知																		18	722	236	231	201	612	528	301	391	420	200	280	364	249	483	495	572	558	371	343	475	743	153	205	164	87	164		
三重																			23	552	543	563	123	203	475	416	302	579	482	397	510	325	336	419	498	381	440	568	814	797	845	808	646	582		
京都																				10	13	10	442	358	97	188	224	58	75	159	152	313	325	408	469	225	248	386	662	313	359	324	162	82		
大阪																					30	37	433	349	88	174	207	53	66	150	147	304	316	399	464	216	240	354	654	306	354	317	155	75		
兵庫																						8	450	372	103	197	210	29	86	169	119	328	340	421	513	241	212	341	626	275	320	286	124	44		
和歌山																							30	94	365	306	192	467	372	287	401	215	227	309	361	271	330	457	704	688	735	699	537	472		
鳥取																							52	281	222	108	383	288	203	316	131	142	225	277	187	246	373	620	603	651	614	452	388			
島根																							25	113	176	117	26	81	213	234	246	329	409	146	195	354	634	372	420	383	221	141				
岡山																								28	131	211	118	45	214	177	169	272	352	106	145	304	584	403	514	414	252	172				
広島																								39	282	180	95	210	63	75	158	238	82	141	300	553	470	545	481	319	255					
山口																									23	100	183	112	338	350	434	428	235	207	344	625	275	323	286	124	44					
徳島																										17	88	196	243	255	338	418	157	204	325	643	355	403	366	204	124					
香川																											28	241	158	170	253	333	69	119	278	558	438	486	449	287	207					
愛媛																											25	271	283	366	354	159	131	271	552	325	373	336	174	108						
高知																											38	31	120	171	154	201	265	515	507	606	518	356	292							
福岡																												28	105	157	154	213	250	500	570	618	581	419	355							
佐賀																													40	70	237	260	171	421	647	701	658	496	433							
長崎																														16	317	246	148	511	633	682	644	482	419							
熊本																															28	90	249	529	446	494	457	295	232							
大分																																30	163	447	418	466	429	267	203							
宮崎																																	95	375	550	598	561	399	342							
鹿児島																																		88	819	862	830	668	617							
沖縄																																														
東京都外																																														
千葉県外																																														
神奈川県外																																														
三重県外																																														
和歌山県外																																														

$g(g_{ij})$ を次のように表わす.

i) 油タンカー

$$g(g_{ij}^P) = g_{ij}^P / Q^P \quad \dots\dots\dots (12)$$

ただし,

g_{ij}^P : $i \cdot j$ 「港」間石油類移出入量

Q^P : 全国の石油類移出入量

一般には, この $g(g_{ij})$ を 500 トン未満にも, それ以上にも共通に使った. しかし, 500 総トン未満の場合において, CTS からの原油移入がある場合は原油移入量を g_{ij}^P から除き, Q^P からは常に 2 つの CTS の原油移出量を差しひいた.

ii) その他の船舶

$$g(g_{ij}^G) = g_{ij}^G / Q^G \quad \dots\dots\dots (13)$$

ただし,

g_{ij}^G : $i \cdot j$ 「港」間の石油類を
除く移出入量

Q^G : 全国の石油類を除く移出入
量

(12) あるいは (13) 式で表わせば, $i \cdot j$ 「港」間に貨物がなければ結びつきは 0 となり, 貨物量が多くなれば結びつきの度合を大きくできる.

以上の $f(r_{ij})$ と $g(g_{ij})$ から, w_{ij} を次のように表わす.

i) 油タンカー

$$w_{ij}^P = \underbrace{r_{ij}^{P-1} \cdot (1 - r_{ij})^{g-1}}_{(1)} \cdot \frac{g_{ij}^P}{Q^P} \dots\dots (14)$$

(1) の部分以外の P は油を表わす添文字.

ii) その他

$$w_{ij}^G = r_{ij}^{P-1} \cdot (1 - r_{ij})^{g-1} \cdot \frac{g_{ij}^G}{Q^G} \dots\dots (15)$$

前述のごとく, (14) 式あるいは (15) 式において, P の値は油タンカーもその他も同じ値を用いるが, g の値はそれぞれ異なる.

原の方法の (4) 式における w_{ij} を, このように (14) 式あるいは (15) 式で表わし, これを本論では修正法と呼ぶ.

(14)あるいは(15)式の g_{ij} について、Ⅲ-3-3でも述べたが、貨物の移出あるいは移入の相手港がわかるのは甲種港湾のみである。つまり、甲種港湾については、相手港が甲種港湾であっても、乙種港湾であっても移出入量を知ることができるが、乙種港湾相互の移出入量を知ることができない。その参考として表3.4.10を示す。

この表の移出入量Aは港湾統計(年報)第3表(1)の値である。それは、甲種、乙種各港の移出量と移入量を加えた値である。一方、移出入量Bは、港湾統計(流動表)第1表：品種別・都道府県相互間移入貨物トン数表によるものが主体である。この第1表は、甲種港湾の移入量をもとに、都道府県相互間の貨物移動量を示したものである。したがって、甲種港湾から乙種港湾への移出量と海上(海上投棄あるいは船舶)への移出量を年報から補って移出入量Bとした。

AとBに差を生ずる原因として、

- 1) 乙種港湾相互間の移出入量が不明である。
- 2) i 港から j 港への移出に関し、 i 港で表掲されている j 港への移出量と j 港で表掲されている i 港からの移入量とが異なる場合がある。

をあげることができる。

このように、貨物の移動を完全におさえることは

ではないが、AとBの差は±16%以内である。

表 3・4・10

県 名	移 出 入 量		A/B
	A	B	
北海道	60959	60044	1.02
青 森	11911	11114	1.07
岩 手	8298	8536	0.97
宮 城	14688	14824	0.99
秋 田	5161	5224	0.99
山 形	2225	2123	1.05
福 島	7250	6573	1.10
茨 城	18278	17687	1.03
千 葉	88303	78850	1.12
東 京	29797	28186	1.06
神奈川	113234	115832	0.98
新 潟	16977	16001	1.06
富 山	6365	7583	0.84
石 川	3537	3166	1.12
福 井	2810	2835	0.99
静 岡	14544	15398	0.94
愛 知	58229	59067	0.99
三 重	23138	25287	0.92
京 都	917	950	0.97
大 阪	71238	72620	0.93
兵 庫	82904	85248	0.97
和歌山	32897	30129	1.09
鳥 取	2219	2166	1.02
島 根	3376	3451	0.98
岡 山	42982	43320	0.99
広 島	49044	47271	1.04
山 口	81593	85920	0.95
徳 島	9071	10343	0.88
香 川	24939	25606	0.97
愛 媛	22105	27105	0.82
高 知	22876	23007	0.99
福 岡	68428	71403	0.96
佐 賀	4226	4858	0.87
長 崎	19313	18087	1.07
熊 本	8205	8116	1.01
大 分	49105	48732	1.01
宮 崎	6702	6038	1.11
鹿 児 島	55518	53190	1.04
沖 縄	17189	15062	1.14

Ⅲ-5 修正法による沿岸交通量の推定

Ⅲ-5-1 推定手順

前節までに述べた沿岸における内航商船交通量推定の手順を確認しておく。

- 1) 港湾統計から 44 「港」 おのこのについて、トン階別全入港隻数を求める。
- 2) 各「港」の石油類とそれ以外の貨物の移出入量を相手「港」別に求める。ただし、相手港が海上の場合は除く。
- 3) 各「港」ごとに石油類の移出入量から油タンカー入港隻数を 500 トン未満・以上のトン階別に推定する。
- 4) 各「港」のトン階別全入港隻数から油タンカーのそれぞれの入港隻数をひいた残りをその他の船舶の入港隻数とする。これで各「港」の 4 種類の入港隻数が求まる。それらから、4 種類の船舶の一日あたり平均入港隻数を求め、出港隻数もそれと等しくする。
- 5) 各「港」の 4 種類の船舶について、 w_{ij} を求め、それから x_i , y_j を繰り返し計算によって求める。ただし、 w_{ij} における q_{ij}

は、各船種について、500トン未満とそれ以上の場合にも同じ値である。しかし、油タンカーでは、鹿児島あるいは沖縄からの原油移入がある場合にはトン階ごとに g_{ij} の値を異にする。

6) 4種類の船舶について、 x_i , y_i , w_{ij} から P_{ij} を求め、それから、「港」間交通量 f_{ij} を求める。

7) f_{ij} を同じ経路を通るものについて累計し、沿岸交通量を求める。

以上が手順である。

手順 2) に関して、Ⅲ-4-2 でもふれたが、「港」間貨物量は、流動表第1表をもとにしている。ただし、東京外、千葉外、神奈川外、三重外、和歌山外の5「港」の移出入量、および、その他の「港」の2種港湾への移出量については年報から抽出した値を用いあるいは修正している。

Ⅲ-5-2 沿岸交通量推定結果

前節の手順に従って推定する。

各「港」の4種類の船舶の一日あたり平均入港隻数＝出港隻数を表3.5.1に示す。

各「港」の貨物量を図3.5.1に示す。ただし、この図の貨物量は石油類とそれ以外を合わせたものである。

p および q の値を動かしながら試算を行って、主要地点における交通量推定結果と実態調査とが比較的良好なモデルを選んだ。それは、

$$w_{ij} = Y_{ij}^{p-1} \cdot (1 - r_{ij})^{q-1} \cdot \frac{g_{ij}}{Q}$$

において、

$$p = 1.0, \quad q = \begin{cases} 9.0 & \text{油タンカ-500トン未満} \\ 12.0 & \text{その他 500トン未満} \end{cases}$$

$$q = 1.0, \quad p = 1.2 \quad \text{両船種の500トン以上}$$

である。

これら p 、 q の値を用いて行った結果である4種類の船舶の「港」間交通量を表3.5.2(1)～(4)に示す。これらを計算する際の、Ⅱ-1(4)式における x_i 、 y_j 、 x_i/y_j ($i=j$)を表3.5.3および

表 3.5.4 に示す。それぞれの繰り返し計算数は、

油タンカー	500 トン未満	76 回
	500 トン以上	17 回
その他	500 トン未満	100 回
	500 トン以上	15 回

であった。

「港」間交通量を同じ径路を通るものについて累計した沿岸交通量を「港」の境界で示したものが表 3.5.5 であり、その「港」界を図 3.5.2 に示す。

主要地点における実態調査と推定沿岸交通量との比較を表 3.5.6 に示す。推定交通量は内航商船のみである。実態調査の観測値は、タンカーと貨物船の合計を示し、外航船も含まれている。

税関での調査（付録 B 参照）から、外航船 1 隻につき、1 回の入国で平均 2.4 回内地に寄港するがその径路はつかめていない。そこで、袋小路である東京湾と伊勢湾についてのみ、外航船の一日あたり平均通航量を表 3.5.7 に示した。この表は湾内各港の港勢から作成した。

表 3.5.1 各「港」の1日平均入港隻数

「港」名	タンカー		その他		合 計
	500トン未満	500トン以上	500トン未満	500トン以上	
北海道	2.1	20.7	78.3	28.7	129.8
青 森	3.9	4.3	20.2	8.0	36.4
岩 手	0.7	0.8	16.9	5.0	23.4
宮 城	0.9	8.5	134.9	5.9	150.2
秋 田	0.4	4.1	3.5	1.3	9.3
山 形	1.2	1.3	1.3	0.6	4.4
福 島	2.8	3.0	5.8	3.7	15.3
茨 城	0.9	9.0	24.7	6.0	40.6
千 葉	79.5	23.3	180.7	31.2	314.7
東 京	37.3	5.7	107.2	7.6	157.8
神奈川	111.4	33.2	187.2	29.6	361.4
新 潟	0.8	7.7	27.4	3.0	38.9
富 山	0.4	4.0	9.3	2.4	16.1
石 川	1.3	1.4	49.5	1.4	53.6
福 井	1.6	1.8	0.1	0.3	3.8
越 前	17.0	5.0	77.8	12.2	112.0
愛 知	55.7	16.3	155.7	23.7	251.4
三 重	34.7	10.1	217.0	4.8	266.6
京 都	0.5	0.6	6.7	0.1	7.9
大 阪	49.9	14.7	279.3	24.1	368.0
兵 庫	51.6	15.2	591.2	28.5	686.5
和歌山	41.4	12.3	82.9	10.4	147.0
鳥 取	0.8	0.9	4.7	1.7	8.1
島 根	0.5	0.6	233.8	5.6	240.5
岡 山	37.6	11.1	278.8	11.9	339.4
広 島	21.2	5.7	1296.5	33.5	1356.9
山 口	62.0	18.4	370.7	24.4	475.5
徳 島	5.9	1.6	80.8	1.3	89.6
香 川	12.8	3.8	411.1	21.0	448.7
愛 媛	26.6	7.8	791.8	24.0	850.2
高 知	3.6	1.0	62.2	12.8	79.6
福 岡	33.0	8.9	283.7	31.0	356.6
佐 賀	4.1	1.1	55.8	0.6	61.6
長 崎	9.6	2.6	604.0	15.0	631.2
熊 本	3.7	1.0	776.9	5.8	787.4
大 分	14.0	4.1	139.2	28.4	185.7
宮 崎	4.0	1.1	43.6	3.0	51.7
鹿児島	6.6	3.3	147.1	19.9	176.9
沖 縄	0.9	1.3	99.2	7.8	109.2
東京外	0.1	0.0	15.1	13.9	29.1
千葉外	0.1	0.0	14.0	0.1	14.2
神奈川外	1.2	0.0	3.9	0.0	5.1
三重外	4.8	1.4	102.4	1.9	110.5
和歌山外	0.9	0.3	83.2	0.3	84.7
合 計	750.0	279.0	8155.5	502.4	9686.9

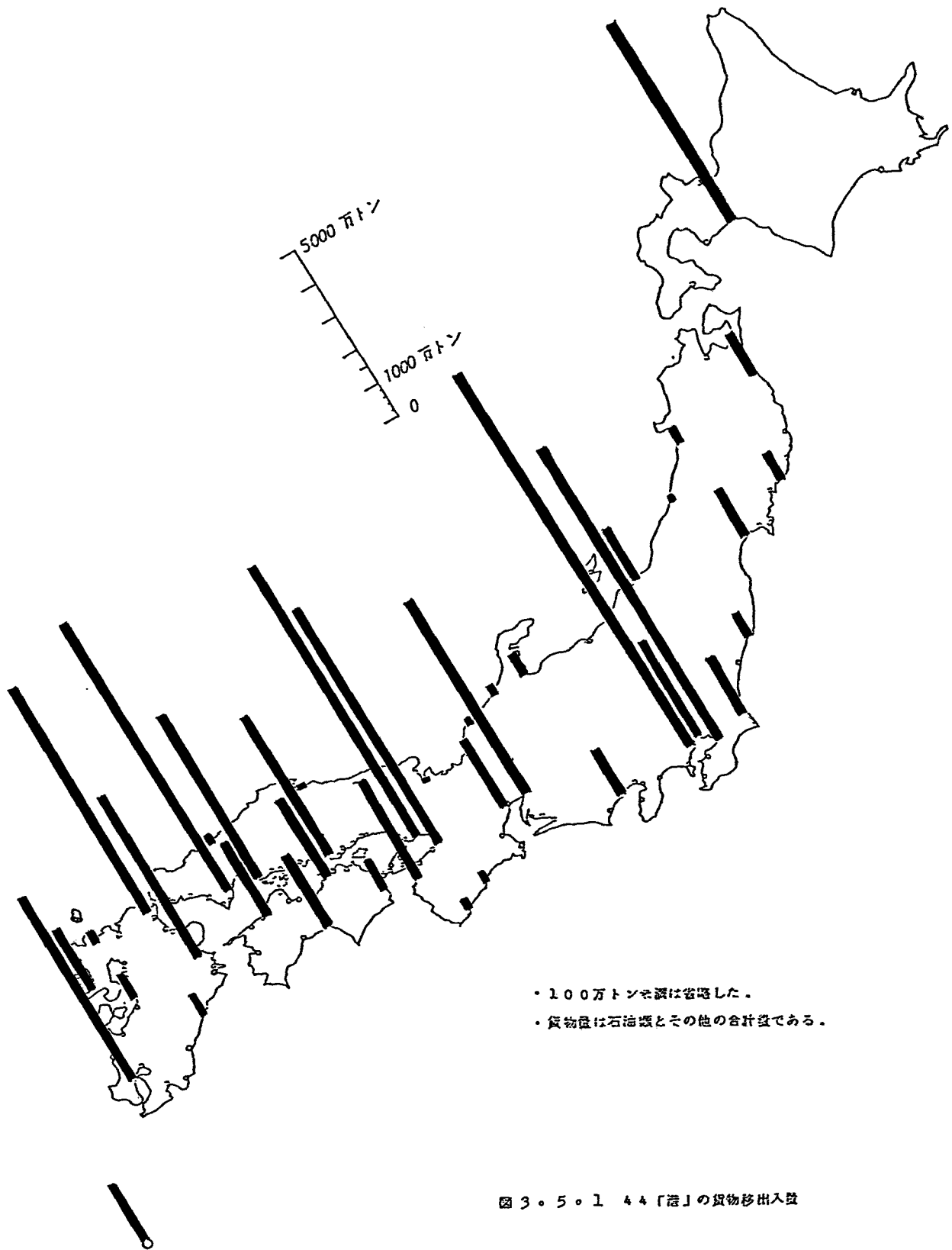


図 3.5.1 44 「港」の貨物移出入量

表 3・5・2 (1) 片道「港」間交通量：油タンカー500トン未満

	北海道	青森	岩手	宮城	秋田	山形	福島	茨城	千葉	東京	神奈川	新潟	富山	石川	福井	静岡	愛知	三重	京都	大阪	兵庫	和歌山	鳥取	徳島	香川	愛媛	高知	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島	沖縄	東京外	千葉外	神奈川外	三重外	和歌山外	合計					
北海道	0.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1				
青森		1.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9			
岩手			0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7			
宮城				0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9		
秋田					0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4		
山形						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2		
福島							0.1	0.1	0.7	0.1	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8		
茨城								0.0	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9		
千葉									3.6	14.5	49.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	3.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.9	0.1	0.0	0.0	79.5		
東京										0.0	22.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.3	
神奈川											20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	5.0	0.4	0.0	0.2	0.1	1.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	111.4	
新潟												0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	
富山													0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	
石川														0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	
福井															0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
静岡																1.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	
愛知																	6.5	31.7	0.0	0.7	1.0	0.9	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.7
三重																		0.4	0.0	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	34.7	
京都																			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
大阪																				0.6	16.1	9.0	0.0	0.0	4.4	1.5	0.0	1.5	1.5	2.2	0.4	0.7	0.1	0.1	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	49.9	
兵庫																					5.0	12.0	0.0	0.0	6.4	1.0	2.6	0.5	1.6	1.9	0.4	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	51.6	
和歌山																						0.0	0.0	0.0	2.3	3.5	0.6	2.4	1.4	1.7	1.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	41.4	
鳥取																							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	
徳島																								0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
香川																									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.6	
愛媛																										2.2	5.2	2.6	0.6	3.9	3.6	0.3	2.5	0.0	0.5	0.3	1.1	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2
高知																											0.2	3.8	0.1	0.6	3.4	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.0
福岡																												11.6	0.0	0.6	4.5	0.3	19.0	1.9	4.0	1.9	2.5	1.2	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9
佐賀																													0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8
長崎																														0.2	1.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.6
熊本																															0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	
大分																																0.9	0.0	1.1	0.5	3.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	
宮崎																																	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	
鹿児島																																		2.1	0.4	0.5	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6
沖縄																																			0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
東京外																																				1.2	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0
千葉外																																					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	
神奈川外																																						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	
三重外																																							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
和歌山外																																								0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
合計																																													0.9	

- 入港隻数 (V_i) = 出港隻数 (U_i) としたことにより,
P_{i j} = P_{j i} となる。そこで行列の半分を示した。
- 「港」間交通量は、表値の2倍となる。

- ・ 入港隻数 (V_i) = 出港隻数 (U_i) としたことにより,
 $P_{ij} = P_{ji}$ となる。そこで行列の半分を示した。
- ・ 「港」間交通量は、表値の2倍となる。

表 3・5・2 (2) 片道「港」間交通量：油タンカー500トン以上

[illegible]

表 3・5・2(3) 片道「港」間交通量：その他500トン未満

[illegible]

表 3.5.2 (4) 片道「港」間交通量：その他500トン以上

	北海道	青森	岩手	宮城	秋田	山形	福島	茨城	千葉	東京	神奈川	新潟	富山	石川	福井	静岡	愛知	三重	京都	大阪	兵庫	和歌山	鳥取	島根	岡山	広島	山口	徳島	香川	愛媛	高知	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島	沖縄	東京外	千葉外	神奈川外	三重外	和歌山外	合計	
北海道	2.4	3.2	1.5	0.6	0.1	0.0	0.9	0.6	3.0	1.0	3.7	0.2	0.1	0.1	0.0	0.6	2.4	0.1	0.0	1.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.1	1.3	0.4	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	28.7	
青森		0.0	0.5	0.1	0.2	0.0	0.1	1.3	0.3	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	
岩手			0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	0.0	0.7	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	
宮城				0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	
秋田					0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	
山形						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
福島							0.0	0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
茨城								0.0	0.9	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.5	0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	
千葉									1.0	0.3	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.7	0.4	0.0	1.2	1.6	0.0	0.0	0.7	2.0	1.5	0.0	0.2	0.7	2.1	1.1	0.0	0.0	0.0	1.7	0.1	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.2	
東京										0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	0.2	0.4	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	
神奈川											0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.2	0.5	0.0	1.0	0.9	0.1	0.0	0.1	0.6	2.3	0.7	0.0	0.2	0.4	0.4	1.7	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	3.1	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	29.6	
新潟												0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	
富山													0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4		
石川														0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4		
福井															0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	
静岡																0.4	0.1	0.1	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6	0.0	0.1	0.1	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	
愛知																	0.6	1.0	0.0	0.6	1.0	0.2	0.0	0.1	1.1	2.1	0.7	0.0	0.9	0.5	0.0	1.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7	
三重																		0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.5	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	4.0		
京都																			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
大阪																				0.3	1.0	1.0	0.0	0.0	1.1	3.0	1.1	0.2	1.9	2.1	1.3	1.4	0.0	0.2	0.1	0.9	0.1	0.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.1	
兵庫																					2.4	1.7	0.1	0.1	1.0	1.0	1.9	0.3	3.2	1.6	0.9	2.9	0.0	1.0	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.5		
和歌山																						0.1	0.0	0.0	0.3	0.4	0.4	0.2	0.7	0.5	1.3	0.9	0.0	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4		
鳥取																																														

表 3・5・3 各「港」の X_i, Y_j : 油タンカー

「港」 名	500トン未満			500トン以上		
	X_i	Y_j	X_i / Y_j	X_i	Y_j	X_i / Y_j
北海道	1.981	0.00604	327.899	23.662	0.06410	369.141
青森	153.504	0.46819	327.867	18.650	0.05052	369.140
岩手	25.135	0.07669	327.756	20.863	0.05652	369.140
宮城	4.434	0.01353	327.781	23.550	0.06380	369.141
秋田	5.609	0.01710	327.993	22.093	0.05985	369.142
山形	211.194	0.64381	328.038	18.113	0.04907	369.141
福島	18.154	0.05539	327.760	22.828	0.06184	369.140
茨城	1.851	0.00565	327.764	25.576	0.06928	369.140
千葉	22.549	0.06879	327.768	17.305	0.04688	369.141
東京	15.638	0.04771	327.750	19.614	0.05313	369.140
神奈川	20.389	0.06220	327.772	18.155	0.04918	369.141
新潟	3.712	0.01131	328.197	21.794	0.05904	369.142
富山	3.043	0.00926	328.468	21.730	0.05887	369.143
石川	73.891	0.22493	328.510	19.806	0.05365	369.144
福井	82.557	0.25119	328.666	18.699	0.05066	369.144
静岡	22.589	0.06891	327.816	18.372	0.04977	369.141
愛知	26.437	0.08061	327.973	18.753	0.05080	369.143
三重	12.564	0.03831	327.976	20.801	0.05635	369.143
京都	39.750	0.12093	328.714	20.283	0.05495	369.146
大阪	17.228	0.05243	328.613	21.192	0.05741	369.145
兵庫	18.013	0.05481	328.609	20.372	0.05519	369.145
和歌山	22.977	0.06993	328.578	19.135	0.05184	369.144
鳥取	13.898	0.04228	328.707	22.272	0.06034	369.146
島根	10.523	0.03201	328.710	24.283	0.06578	369.146
岡山	27.076	0.08238	328.657	17.171	0.04651	369.145
広島	27.648	0.08412	328.659	16.098	0.04361	369.145
山口	22.252	0.06770	328.707	19.673	0.05329	369.145
徳島	19.274	0.05866	328.573	18.141	0.04914	369.144
香川	20.941	0.06372	328.651	18.509	0.05014	369.145
愛媛	23.115	0.07033	328.668	17.767	0.04813	369.145
高知	27.233	0.08287	328.615	16.183	0.04384	369.145
福岡	28.627	0.08709	328.708	16.078	0.04355	369.146
佐賀	35.285	0.10735	328.701	15.287	0.04141	369.145
長崎	32.138	0.09777	328.724	16.357	0.04431	369.146
熊本	60.453	0.18390	328.721	14.779	0.04003	369.146
大分	22.153	0.06739	328.707	19.036	0.05157	369.146
宮崎	24.136	0.07343	328.708	16.977	0.04599	369.146
鹿児島	33.318	0.10136	328.712	1.621	0.00439	369.142
沖縄	17.621	0.05359	328.827	2.166	0.00587	369.143
東京外	18.188	0.05549	327.745	19.162	0.05191	369.140
千葉外	12.749	0.03890	327.748	22.609	0.06125	369.140
神奈川外	36.737	0.11209	327.753	0.0	0.0	0.0
三重外	17.909	0.05460	327.997	18.172	0.04923	369.143
和歌山外	15.385	0.04682	328.592	18.895	0.05119	369.146

表 3.5.4 各「港」の X_i, Y_j :その他

「港」 名	500トン未満			500トン以上		
	X_i	Y_j	X_i/Y_j	X_i	Y_j	X_i/Y_j
北海道	48.521	0.03407	1424.161	21.021	0.04668	450.278
青森	21.348	0.01498	1425.328	26.420	0.05868	450.277
岩手	13.246	0.00934	1418.106	17.087	0.03795	450.278
宮城	307.528	0.21730	1415.237	19.500	0.04331	450.278
秋田	25.751	0.01762	1461.542	17.663	0.03923	450.279
山形	20.746	0.01413	1468.190	17.230	0.03827	450.278
福島	30.894	0.02185	1414.026	22.130	0.04915	450.278
茨城	37.731	0.02671	1412.383	14.526	0.03226	450.278
千葉	24.895	0.01766	1409.655	18.930	0.04204	450.278
東京	57.490	0.04080	1409.000	7.820	0.01737	450.284
神奈川	29.825	0.02116	1409.698	18.101	0.04020	450.279
新潟	41.558	0.02822	1472.492	11.216	0.02491	450.279
富山	30.168	0.02030	1486.247	14.582	0.03238	450.279
石川	104.426	0.07019	1487.738	26.620	0.05912	450.282
福井	1.174	0.00080	1459.468	8.449	0.01876	450.282
静岡	72.278	0.05130	1408.982	33.155	0.07363	450.286
愛知	23.259	0.01655	1405.435	15.754	0.03499	450.278
三重	99.652	0.07090	1405.533	17.435	0.03872	450.278
京都	115.627	0.08253	1401.108	4.227	0.00938	450.378
大阪	21.334	0.01525	1398.714	12.644	0.02808	450.278
兵庫	41.215	0.02947	1398.705	14.570	0.03236	450.279
和歌山	30.444	0.02176	1398.901	35.050	0.07784	450.279
鳥取	17.264	0.01233	1399.634	40.007	0.08884	450.346
島根	144.033	0.10297	1398.773	47.261	0.10493	450.391
岡山	51.507	0.03683	1398.565	12.282	0.02728	450.279
広島	137.520	0.09835	1398.245	24.532	0.05448	450.278
山口	34.988	0.02502	1398.160	10.938	0.02429	450.280
徳島	40.649	0.02906	1398.942	5.827	0.01294	450.279
香川	65.365	0.04674	1398.516	33.890	0.07526	450.278
愛媛	127.841	0.09143	1398.212	50.428	0.11199	450.279
高知	20.828	0.01488	1400.158	17.053	0.03787	450.278
福岡	33.155	0.02372	1397.862	13.633	0.03028	450.281
佐賀	51.422	0.03681	1397.150	7.414	0.01646	450.278
長崎	89.910	0.06437	1396.721	33.346	0.07406	450.277
熊本	171.147	0.12255	1396.597	23.971	0.05324	450.277
大分	15.471	0.01107	1398.146	22.168	0.04923	450.279
宮崎	61.137	0.04373	1398.153	21.291	0.04728	450.286
鹿児島	91.084	0.06518	1397.437	30.454	0.06763	450.278
沖縄	131.360	0.09347	1405.373	32.894	0.07305	450.279
東京外	38.881	0.02759	1409.243	362.904	0.80593	450.291
千葉外	17.178	0.01219	1409.695	1.771	0.00393	450.281
神奈川外	28.022	0.01988	1409.822	0.0	0.0	0.0
三重外	228.606	0.16270	1405.061	33.944	0.07538	450.277
和歌山外	121.481	0.08676	1400.174	3.702	0.00822	450.279

表 3・5・5 「港」界における内航商船交通量

「港」界	油タンカー		その他		合 計
	500トン未満	500トン以上	500トン未満	500トン以上	
浦賀水道	60	77	266	111	514
犬吠埼	7	51	72	53	183
茨城ー福島	8	50	71	51	180
福島ー宮城	3	42	72	49	166
宮城ー岩手	2	39	45	42	128
岩手ー青森	2	37	23	43	105
青森ー秋田	2	19	3	11	35
秋田ー山形	2	18	6	8	34
新潟ー富山	1	13	6	11	31
石川ー福井	2	15	2	15	34
島根ー山口	7	18	27	18	70
熊本ー鹿児島	1	3	60	8	72
都井岬	5	6	34	25	70
豊後水道	13	14	109	52	188
室戸岬	7	14	82	61	164
紀伊水道	22	28	158	70	278
三重外ー和歌山外	15	34	93	108	250
伊良湖水道	39	31	256	51	377
御前埼	29	36	97	103	265

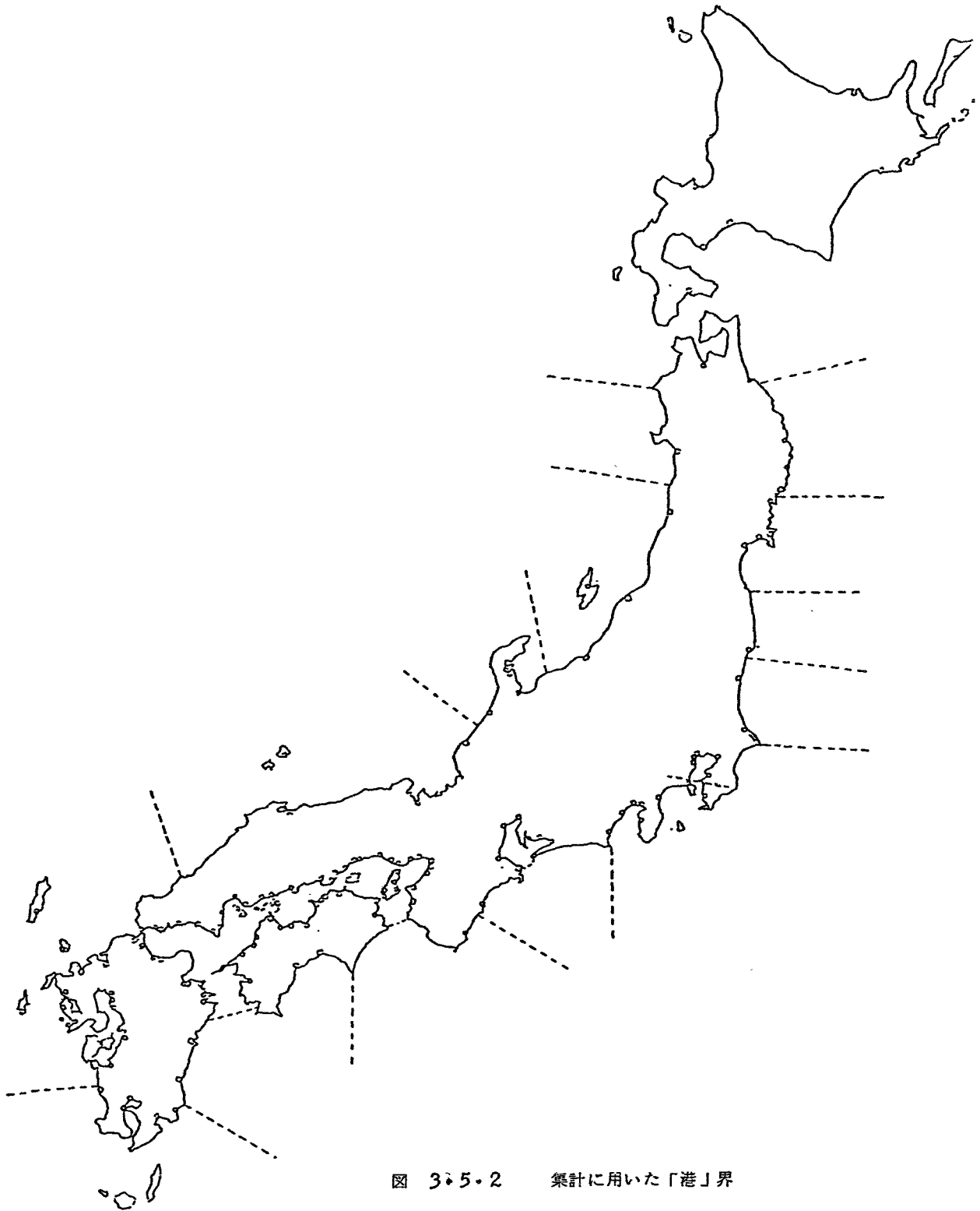


図 3・5・2 集計に用いた「港」界

表 3・5・6 推定結果と観測値

上段：推定値
下段：観測値

チェックポイント	500トン未満		500トン以上		合計
	タンカー	その他	タンカー	その他	
浦賀水道	60	266	77	111	514
	46	176	115	240	577
洲の埼沖	10	51	43	27	131
	14	27	38	55	134
塩屋埼沖	4	70	45	53	172
	6	27	33	48	114
入道埼沖	2	3	18	12	35
	2	5	14	13	34
祿剛埼沖	2	13	13	18	35
	4	6	8	16	34
伊良湖水道	39	256	31	51	377
	32	56	38	90	216
紀伊日の御埼沖	24	158	28	70	260
	43	173	56	153	425
潮岬沖	24	150	34	108	316
	29	152	35	122	338
大隅海峡	5	26	6	27	64
	3	33	7	34	77

下段は観測値で、洲の埼沖は52年、潮岬沖と紀伊日の御埼沖は55年の値を、その他は52～55年の平均値を示す。伊良湖水道の観測値には、神島以西の航路分が含まれていない。

表 3・5・7 主要水道外航船1日平均通航量

	500トン未満		500トン以上		合計
	タンカー	その他	タンカー	その他	
浦賀水道	0	18	12	103	133
伊良湖水道	0	1	3	49	53

なお、表 3・5・6 の主要地点が「港」の域内にある場合は、便宜上、「港」内各港の貨物量から割振った。

4種類の船舶をあわせた沿岸交通量の概略を
図3.5.3と図3.5.4に示す。これら図において交通
量を表わす線は「港」のうちから代表港を選んで結
んでいる。

4種類に分けた船舶について、「港」間交通量 f_{ij}
が推定されれば、沿岸を航行している内航商船の運
航特性を言うことができる。その結果を表3.5.8に
示す。この表で、各「港」の入港隻数 b_j の総和 U が
全国一日あたりのトリップ数であり、

$$(\sum f_{ij} \cdot r_{ij}) / U$$

が平均航走距離 $\bar{D}$ である。それを平均速力 $\bar{v}$ で割っ
た $\bar{D}/\bar{v}$ が平均トリップ時間となる。したがって、平
均状態における、ある一瞬の全国航行隻数は、

$$(U/24) \cdot (\bar{D}/\bar{v})$$

となる。それを在籍隻数で割ったものを稼働率とい
おう。

表 3.5.8 内航商船運航特性

項目 船種		全国入港隻数 =トリップ数 U	平均航走 距離 $\bar{D}$	平均速力 $\bar{v}$	トリップ 時間 $\bar{D}/\bar{v}$	瞬間航行 船舶数	在籍数	稼働率	1隻の船の 年間トリッ プ数
タン カ	500トン未満	750	82 <i>mile</i>	10 <i>k't</i>	8.2 <i>hr</i>	256	1829	0.14	149
	500トン以上	279	252	12	21	244	670	0.36	151
そ の 他	500トン未満	8156	74	10	7.4	2515	8569	0.29	349
	500トン以上	502	264	12	22	461	781	0.59	234
合計/平均		9687	90		8.6	3476	11849	0.29	299

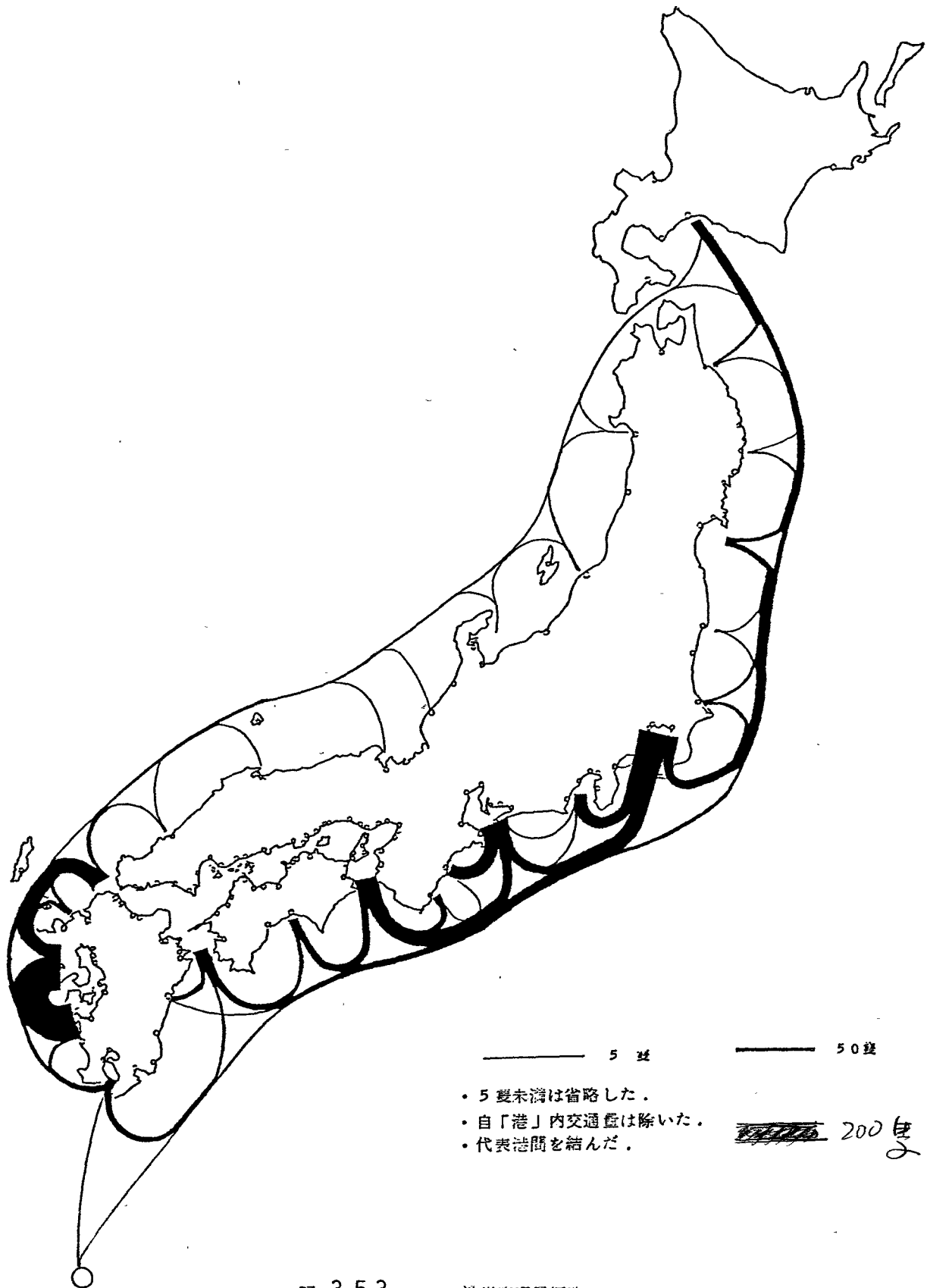
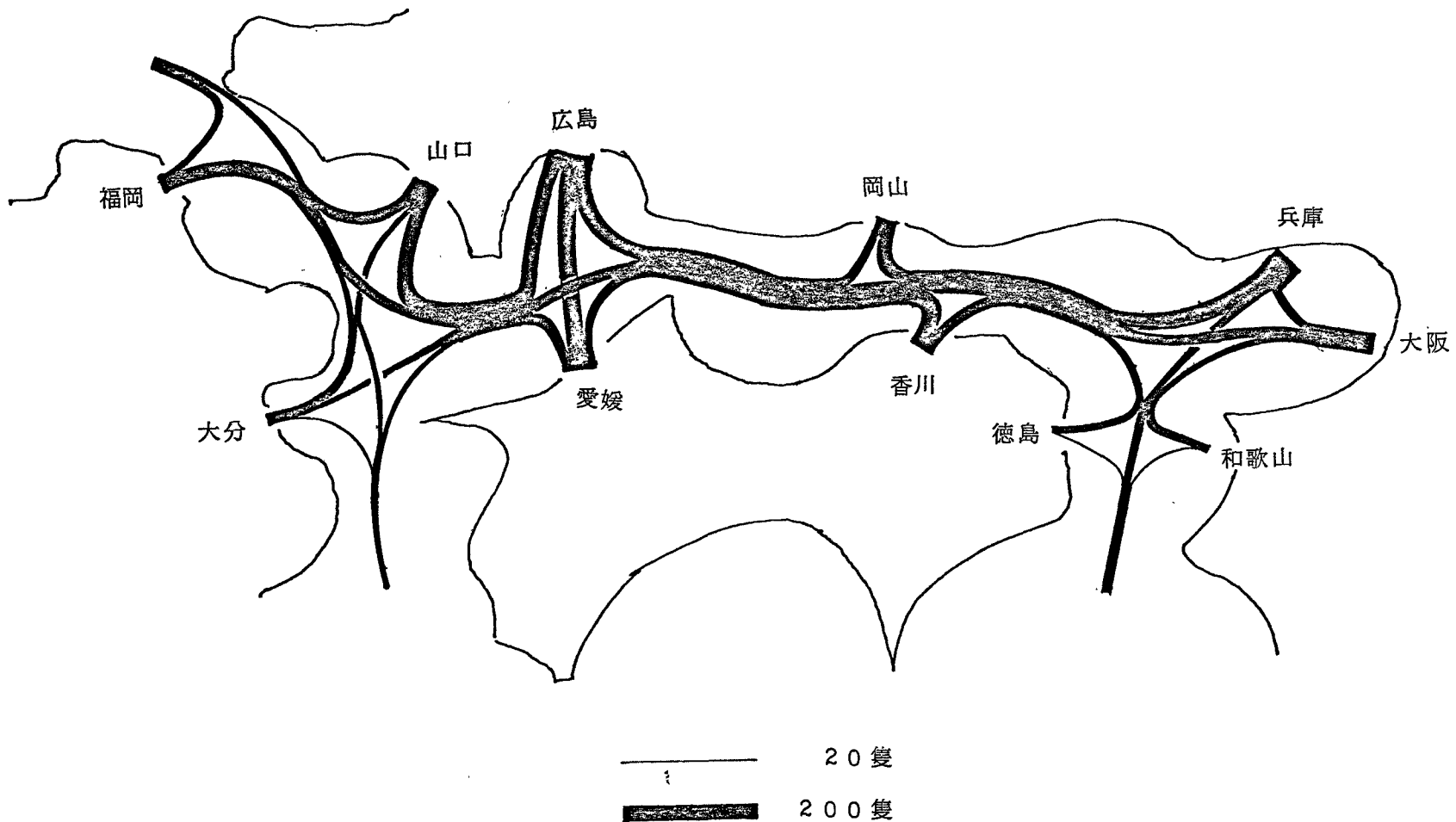


図 3・5・3

沿岸交通量概略



。代表港間を結んだ。

図 3.5.4 沿岸交通量概略

IV 章 考察

R. トンプソンの論文^{*22}によれば、全世界の船舶のうち、漁船を除く、100総トン以上の船舶の稼働率は30%である。本論での稼働率は100総トン未満も含めているが29%でほぼ一致している。

田辺らの調査は、剣埼から友ヶ島までの海域において10個のゾーンを設け、各ゾーンの平均密度 ρ (隻/湊²)などを示している。これら10ゾーンのうち、御前埼付近、新宮付近、紀伊日ノ御埼付近の3ゾーンは本論の「港」界とほとんど一致している。田辺らの調査では、これら3ゾーンの平均密度は、それぞれ、0.11, 0.10, 0.15であった。各ゾーンは中1マイルのレーンで区切られている。3ゾーンについて、レーンごとに累積した。その結果、15~85%の範囲の平均密度とレーン数を下記に示す。

	平均密度(隻/湊 ²)	レーン数
・御前埼付近	0.17	7
・新宮付近 (三重外-和歌山外)	0.17	7
・紀伊日ノ御埼付近 (紀伊水道)	0.36	4

一方、平均密度 ρ 、平均速力 v 、航路中Bから

一日あたりの平均交通量 q は、

$$q = 24 \times p \cdot v \cdot B \quad \cdots \cdots (16)$$

で表わせる。この式と上述の 15 ~ 85 % の p , レーン数 = 航路中 B , および平均速力として 10.5 ノットを用いて求めた交通量は、それぞれ、

御前埼付近 300 隻/日

新宮付近 (三重外-和歌山外) 300 隻/日

紀伊日ノ御埼付近 (紀伊水道) 363 隻/日

である。

なお、田辺らの調査では、外航・内航の区別も、商船・漁船の区別もない。

航海訓練所の練習船銀河丸は日本海難防止協会と協力して日本沿岸の船舶交通調査をした。その資料の一部 (昭和 55 年 3 月 4 日から 5 日) を入手し、解析した結果 (付録 C 参照) , 00 時ごろの潮岬付近における密度は 0.158 隻/哩² である。航路中は約 7 哩であった。これらの値と平均速力として 10.5 ノットを用いて、前述の (16) 式から得た交通量は、279 隻/日であった。外航・内航などの区別がないのは、田辺らの場合と同様である。

このように、田辺らの調査から得た「港」界における交通量や銀河丸の資料から得た潮岬付近の交通量を表 3.5.5 あるいは表 3.5.6 の値と比較して、

推定交通量は妥当な値であると言える。

R. トンプソンによる稼働率との比較あるいは、田辺らの調査などとの比較から、本論の交通量推定は的をはずれたものではないと言える。

今回の「日本沿岸における内航商船交通量の推定」において、問題点として次のことがあげられる。

- 1) 結びつきの度合 ω_{ij} を決めるにあたり、
 - ・ 2つの変数、港間距離 r_{ij} と港間貨物量 q_{ij} で決まるとした。
 - ・ $g(q_{ij})$ は、トン階に関係なく同じ値を用いた。ただし、油タンカーにおいて、原油基地 = CTS に関する原油分は別扱いしている。
 - ・ q_{ij} が完全にはつかめていない。
 - ・ $f(r_{ij})$ を油タンカーとその他で同じモデルを用いた。

- 2) 油タンカーとその他の船舶に分けたことにより、各「港」の油タンカー入港隻数を推定した。

- 3) トン階を 500 トン未満と 500 トン以上の

2段階のみとした。

問題点 3) について、400～500総トンの船舶のうち、いわゆる 499型と呼ばれる内航商船の数が多く（表 3.3.1 参照）、実態調査に際し不便をきたしている。トン階の区分けを変えた方がよいと言える。

V 章 おわりに

港間交通量推定法の一つである原の方法は比較的狭い海域である大阪湾においては、観測値とよく一致した。しかし、今回はより広い海域である日本沿岸の内航商船交通量推定を目的としたため、原の方法をそのまま用いるには不合理が生じた。そこで、その方法において、港間の結びつきの度合を表わす W_{ij} を、

1) 港間距離 r_{ij}

2) 港間貨物量 g_{ij}

の 2 つの独立な変数によって決まる関数とした。これら 2 つの変数を選んだのは、

i) r_{ij} に関し、大小の船舶をすべて一様には扱えない。

ii) g_{ij} に関し、貨物量がふえれば、船腹量をより多く必要とする。

と考えたからである。以上の理由で選んだ 2 つの変数のモデルを作り、修正法とした。

内航商船を油タンカーとその他の船舶に分け、さらに、それぞれを 500 総トン未満とそれ以上の 2 段階に分けて、合計 4 種類の船舶とした。これら 4 種類の船舶について県単位の港（「港」）間交通量を修正法により求めた。それら「港」間交通量を同じ

径路を通るものについて累計した沿岸交通量は、他の論文と比較して妥当な値であると言える。

「港」間交通量が求まれば、内航商船の運航特性を言うことができる。その一つである稼働率—全内航商船のうち、ある一瞬において海上にある船舶の割合—の平均は 29%，すなわち、日本沿岸ではある一瞬において約 3,500 隻の内航商船が航行しているという結果が得られた。

今後、修正法による交通量推定の精度を高めるには、

- 1) 各港の用途別船種別の入港隻数と総トン計がトン階別にわかること。
- 2) 7 種港湾相互間の貨物移動量がわかること。

が必要である。港湾統計がそのように集計することを望みたい。

最後に、この研究をすすめるにあたり、資料収集にご協力いただいた新潟海運監理部の国松彪氏、上野運輸商会の伊原一氏、菱潤エンジニアリングの平賀氏、日本内航海運組合総連合会の長尾直寿氏、内航大型船輸送海運組合の河崎清志氏、千葉保安部港務課の方々に深謝するとともに、全面的に御指導下さった本学の巻島教授に深く感謝の意を表します。

[参考文献]

- * 1 海上保安庁, 船舶通航実態調査報告書, 昭和52, 53, 54, 55年
- * 2 田辺穰・加藤昭三・塩田重須, 本邦沿岸の船舶通航実態 — 剣埼から友ヶ島付近の接岸航路付近 —, 日本航海学会論文集第50号, 昭和48年12月
- * 3 運輸省大臣官房情報管理部, 港湾統計(年報), 昭和53年
- * 4 運輸省大臣官房情報管理部, 港湾統計(流動表), 昭和53年
- * 5 原 潔, 港間交通量を推定する方法 — エントロピー概念の応用, 日本航海学会論文集第52号, 昭和49年12月
- * 6 水産庁漁港部, 漁港の港勢集-53年, 昭和55年9月
- * 7 東京都港湾局, 東京港港勢, 昭和54年
- * 8 川崎市, 川崎港統計年報, 昭和53年
- * 9 横浜市, 横浜港湾統計年報, 昭和53年
- * 10 千葉県土木部, 千葉港統計年報, 昭和53年
- * 11 千葉県土木部, 木更津港統計年報, 昭和53年
- * 12 静岡県清水港湾管理局, 清水港統計年報, 昭和53年
- * 13 四日市港管理組合, 四日市港湾統計年報, 昭和53年1月~12月
- * 14 名古屋港管理組合, 名古屋港湾統計年報, 昭和53年
- * 15 和歌山県土木部港湾課, 和歌山県港湾統計, 昭和54年
- * 16 兵庫県土木部港湾課, 兵庫県港湾統計年報, 昭和53年
- * 17 大阪市港湾局, 大阪港港勢一斑, 昭和53年

* 18 石油連盟, 石油業界の推移, 昭和53年

* 19 船主協会, 昭和54年

* 20 運輸省海運局, 昭和52, 54, 55年

* 21 海上保安庁水路部, 昭和47年11月

* 22 Robert P. Thompson, Marine Traffic Engineering, 1973,

P66~68

〔付録 A〕

日本内航海運組合総連合会による実績調査の集計表を表 A・1 と表 A・2 に示す。表 A・1 は油タンカーについてのもので調査期間は昭和 54 年 10 月、表 A・2 はその他一般雑貨船のもので調査期間は昭和 54 年 3 月である。

表 A・1 から、油タンカーの空船航海の距離と積荷航海の距離とは、あまり差がない。そのことは、

- 1) 片荷航海が大部分である。
- 2) 揚地は変っても、積地は変わらないことが多い。

ことを示している。これから、油タンカーは、それ以外の船舶と比べて運航形態が単純であると考え、それは、油タンカーの船主が荷主との長期契約をしている、いわゆる専航船が多いことから裏付けできる。それを表 A・3 に示す。この表は、全国内航タンカー海運組合の調査である。

表 A・1 油タンカー集計表(内航総連54年10月調べ)

送 航 実 績 K/T(L) ランク	航 海 時 間 (平 均 日 数)								D / W		積 高		積載率	マイル	常備回航	トンマイル(トンマイル)	トンマイル	航海数	隻 数
	常備回航	信荷航海	信荷地停泊	小 計	信・停船	トック船	小 計	計			信荷航海	可能トンマイル(トンマイル)			積載比率				
100 ミン	.	.	.	1420	.276	.252	.528	1948	28425	67	31	4665		8628		2434	4008		
100- 199	.	.	.	1589	.299	.139	.438	2027	270419	137	92	6726		8642		90.78	4498	423	26
200- 499	.	.	.	1736	.199	.085	.284	2020	1770672	244	574	8266		58475		57886	5985		
500- 999	.	.	.	2175	.205	.089	.294	2469	1767184	509	258	8642		58905		85.55	7002	1975	125
1000-1499	.	.	.	2599	.302	.094	.396	2995	3162573	973	263	8862		251194		66911.0	7511		
1500-1999	.	.	.	3362	.282	.234	.516	3878	572210	1438	663	8924		265484		90.27	8333	5998	382
2000-2499	.	.	.	3598	.356	.112	.468	4066	2870398	1915	164	9125		248760		137988.3	7975		
2500-2999	.	.	.	3840	.244	.197	.441	4281	1144120	2355	992	8994		269745		93.03	8587	3002	231
3000-3999	.	.	.	3896	.367	.081	.448	4344	1451320	2827	582	8824		347513		364290.0	8102		
4000-4999	.	.	.	3953	.360	.317	.677	4630	918746	794	587	9256		372265		91.46	8872	2882	272
5000 イシヨウ	.	.	.	4615	.344	.319	.663	5278	1629600	1612	1438			70821		109144.5	8442		
***** タイケイ *****	.	.	.	3148	.298	.145	.443	3591	15585667	572210	510663			73738		93.70	9009	355	43
										2098	1915			306845		631613.1	8530		
										2618	2355			323607		92.33	9246	1368	177
										2618	2355			104209		286222.4	8514		
										3204	2827			120328		94.08	9065	437	58
										3204	2827			115672		363201.1	8337		
										4138	3830			125340		92.04	9063	453	62
										4138	3830			61373		262542.3	8840		
										918746	850356			66319		93.58	9450	222	33
										5378	5137			89743		594685.7	9168		
										1629600	1556587			104470		94.19	9732	303	48
										895	794			1663233		2822630.4	8529		
										15585667	13835090			1789343		92.88	9194	17418	1457

表 A・2 一般船舶集計表(内航総連54年3月調べ)

運 航 実 績 D/W ランク	航 海 時 間 (平 均 日 数)								D / W		積 高	積載率	マイル	空船回航	トンマイル(トシマイル)	トンマイル	航海数	隻 数
	空船回航	積荷航海	信託地停泊	小 計	係・停船	ドック地	小 計	計	信託地停泊	可能トンマイル(トシマイル)				満載凡率				
100 ミン	.136	.167	2.701	3.004	.857	.	.857	3.861	68	53	7755	7886	2474	2023	5933			
100- 299	.268	.467	2.484	3.219	.517	.162	.679	3.898	215	169	563872	7886	3248	65.77	8585	145	18	
300- 499	.262	.587	1.943	2.792	.245	.151	.396	3.188	385	325	1476089	8455	226076	88.10	8029	3327	425	
500- 699	.343	1.047	1.726	3.116	.037	.092	.129	3.245	601	502	1562729	8355	231183	94.03	8255	4536	488	
700- 999	.423	1.213	1.608	3.244	.068	.114	.182	3.426	800	651	1174543	8141	490039	94.03	8070	3112	334	
1000-1499	.485	1.471	1.791	3.747	.036	.121	.157	3.904	1182	943	2214805	7982	239335	3346876	8070	1804	206	
1500-1999	.538	1.770	2.130	4.438	.001	.090	.091	4.529	1628	1265	1893777	7769	168421	2907734	7794	2348	302	
2000-2999	.554	1.348	1.632	3.534	.001	.048	.049	3.583	2249	1934	1649830	8598	201660	7729558	7656	1497	228	
3000-3999	.824	1.219	1.660	3.703	.	.132	.132	3.835	2249	1934	356830	8575	619840	99.96	7659	853	103	
4000-4999	1.268	1.853	2.300	5.421	.	.037	.037	5.458	3468	2974	3927	8546	125527	4978142	8047			
5000-6999	1.511	1.909	2.451	5.871	.	.136	.136	6.007	4596	3927	196366	8546	25498	1058999	8405	120	15	
7000-9999	2.252	2.502	2.596	7.350	.	.	.	7.350	4596	3927	5134	8777	18156	902910	8187	50	9	
10000 イシヨ	.376	1.490	3.333	5.199	.	.	.	5.199	5850	5134	718781	8777	23845	100.00	8187			
***** タイイ *****	.525	1.294	1.904	3.723	.074	.106	.180	3.903	807	664	62443	9720	60105	3485054	8968	140	27	
									8778	8000	8000	91.14	66013	100.00	8968			
									35112	32000	32000	91.14	2683	239360	9114	4	1	
									10707	10407	10407	9720	2992	100.00	9114	6	1	
									64242	62443	62443	9720	748	266672	9718			
									807	664	664	8225	2563	100.00	9718			
									1472111	33985357	7958		1472111	33985357	7958			
									3625553	99.04	8039	17942	2157					

表 A・3

専航船構成比率

沿海船の部

昭和55年10月1日現在

船型別区分		運航形態別 白・黒油別 区分	運航形態別区分																白油・黒油別区分			
			自 営 船				定 期 用 船				運 航 受 託 船				合 計				白 油 船		黒 油 船	
			隻 数	総トン数 %	タ 容 m ³	積 可 能 量 kt	隻 数	総トン数 %	タ 容 m ³	積 可 能 量 kt	隻 数	総トン数 %	タ 容 m ³	積 可 能 量 kt	隻 数	総トン数 %	タ 容 m ³	積 可 能 量 kt	隻 数	積 可 能 量 kt	隻 数	積 可 能 量 kt
協 定 船	200kt積未満	3	203.16	356	320	6	514.96	897	800	30	2,530.63	4,759	4,294	39	3,248.75	6,012	5,414	12	1,499	27	3,915	
	200以上～400未満	3	485.57	991	875	40	5,637.21	12,716	11,156	57	7,498.17	16,852	15,130	100	13,620.95	30,559	27,161	20	5,646	80	21,515	
	400 ～ 700	2	497.89	1,096	980	38	8,265.62	22,264	19,800	40	8,583.40	23,199	20,772	80	17,346.91	46,559	41,552	29	15,250	51	26,302	
	700 ～1,200	14	6,972.38	16,872	14,560	73	36,312.38	85,284	75,344	21	10,194.91	24,121	20,960	108	53,479.67	126,277	110,864	27	28,540	81	82,324	
	1,200 ～1,800	2	997.85	2,860	2,600	26	15,565.47	38,708	36,070	3	1,665.09	4,390	3,981	31	18,228.41	45,958	42,651	24	33,820	7	8,831	
	1,800 ～2,400	14	13,748.26	32,092	28,657	59	53,603.62	135,119	120,080	9	8,885.50	20,880	19,050	82	76,237.38	188,091	167,787	30	61,680	52	106,107	
	2,400 ～3,000	4	3,995.53	11,282	10,600	18	18,639.77	49,836	46,450	3	2,992.32	8,412	7,850	25	25,627.62	69,530	64,900	16	42,550	9	22,350	
	3,000 ～4,000	5	8,688.93	18,863	17,250	17	28,546.75	58,664	53,000	2	4,145.23	7,184	6,700	24	41,380.91	84,711	76,950	2	6,850	22	70,100	
	4,000 ～5,000	4	8,199.67	17,578	16,050	12	26,042.65	52,744	49,000	1	2,570.42	5,624	4,850	17	36,812.74	75,946	69,900	2	8,050	15	61,850	
	5,000 ～6,000	11	30,824.27	61,024	55,900	7	20,089.07	38,136	35,200	2	5,744.31	10,919	10,000	20	66,657.65	110,079	101,100	2	10,000	18	91,100	
	6,000kt積以上	1	3,661.55	8,051	7,500									1	3,661.55	8,051	7,500	1	7,500			
	計	63	78,275.06	171,065	155,292	296	213,217.50	494,368	446,900	168	54,809.98	126,340	113,587	527	346,302.54	791,773	715,779	165	221,385	362	494,394	
					(22%)				(62%)				(16%)				(100%)		(31%)		(69%)	
取 航 船	200kt積未満	2	136.78	351	340	7	629.59	1,203	1,130	4	364.52	702	605	13	1,130.89	2,256	2,075	2	240	11	1,835	
	200以上～400未満	5	684.00	1,615	1,490	21	2,968.34	6,996	6,240	26	3,524.77	8,374	7,470	52	7,177.11	16,985	15,200	14	4,365	38	10,835	
	400 ～ 700	3	597.41	1,651	1,500	47	10,218.40	27,552	24,987	29	6,806.59	18,152	16,270	79	17,622.40	47,355	42,757	39	21,557	40	21,200	
	700 ～1,200	8	4,117.29	9,870	8,800	55	26,935.16	62,457	54,950	29	13,655.66	32,481	29,180	92	44,708.41	104,808	92,930	27	26,090	65	66,840	
	1,200 ～1,800	11	7,336.46	19,358	17,520	35	20,177.21	52,713	48,918	11	6,057.79	16,793	15,565	57	33,571.46	88,864	82,003	45	64,645	12	17,358	
	1,800 ～2,400	17	16,180.29	40,274	37,220	60	51,173.76	135,260	123,270	8	7,588.04	17,813	16,000	85	74,942.09	193,347	176,490	49	101,690	36	74,800	
	2,400 ～3,000	16	18,192.16	44,809	42,040	20	20,779.91	55,750	51,783	6	5,994.44	16,081	14,950	42	44,966.51	116,640	108,773	28	73,258	14	35,515	
	3,000 ～4,000	21	36,005.51	76,101	69,727	21	33,212.37	73,312	66,320	1	2,445.29	3,977	3,706	43	71,663.17	153,390	139,753	17	54,797	26	84,956	
	4,000 ～5,000	11	28,285.51	52,409	48,500	6	13,263.18	26,418	24,450	2	4,880.56	9,034	8,600	19	46,429.25	87,861	81,550	11	46,550	8	35,000	
	5,000 ～6,000	13	37,815.39	72,695	65,400	4	11,002.71	21,670	20,270					17	48,818.10	94,365	85,670	3	15,470	14	70,200	
	6,000kt積以上	4	43,498.77	88,717	78,500	1	6,273.71	12,600	11,500					5	49,772.48	101,317	90,000	1	11,500	4	78,500	
	計	111	192,849.57	407,850	371,037	277	196,634.64	475,931	433,818	116	51,317.66	123,407	112,346	504	440,801.87	1,007,188	917,201	236	420,162	268	497,030	
	合 計				(41%)				(47%)				(12%)				(100%)		(46%)		(54%)	
(a) + (b)	174	271,124.63	578,915	526,329	573	409,852.14	970,299	880,718	284	106,127.64	249,747	225,933	1,031	787,104.41	1,798,961	1,632,980	401	641,547	630	991,433		
					(32%)				(54%)				(14%)				(100%)		(39%)		(61%)	

協定船・専航船(積載可能量)比 = 44% : 56%

〔付録 B〕

税関では、各港に入港した外航船を直入と既入に分けて集計している。

外航船が到来し、わが国における最初の港に入港した場合、その港では直入としてカウントする。

その後、その外航船がわが国の別の港に入港すれば、この港では既入としてカウントする。これら

直入と既入の船舶数を税関で調査した結果が表B.1

であり、この表から、外航船1隻につき、1回の

・入国で平均2.4回わが国の港に寄港することがわかる。

表 B.1 外航船入港実績調査

管轄税関	県名	入港隻数	直入隻数
函 館 (*)	北海道	2160	1253
	青 森	426	249
	岩 手	443	267
	秋 田	398	273
小 計		3472	2042
東 京 (○)	山 形	324	124
	新 潟	1317	532
	東 京	5753	1912
	不 開 港	46	9
小 計		7440	2586
横 浜 (△)	宮 城	694	380
	福 島	534	311
	茨 城	1170	536
	千 葉	3830	1853
	神奈川	12308	4545
小 計		18356	7625
名古屋 (○)	静 岡	2289	927
	愛 知	8331	2329
	三 重	1346	675
	不 開 港	239	55
小 計		12205	3986
大 阪 (△)	富 山	681	475
	石 川	187	135
	福 井	272	204
	京 都	420	292
	大 阪	6969	2615
	和歌山	1231	356
小 計		9671	4012
神 戸 (*)	兵 庫	13435	5471
	島 取	257	162
	島 根	77	31
	岡 山	3474	1559
	広 島	4429	1146
	徳 島	424	149
	香 川	962	354
	愛 媛	998	433
	高 知	320	97
小 計		24356	9402
門 司 (△)	山 口	8260	5826
	福 岡	6215	1433
	佐 賀	278	178
	大 分	1409	792
	宮 崎	305	176
小 計		16467	8405
長 崎 (△)	長 崎	700	358
	熊 本	346	238
	鹿児島	791	455
小 計		1837	1051
沖 縄(*) 沖 縄		517	517
合 計		94501	39626

(注)・貿易船を対象にしているが、特殊船(入きよ船など)を含んでいる場合がある。
・不開港に入港した外航船のあつかい方には管轄税関により次の3とおりがある。

- ・不開港分を除く。(※)
- ・管轄域内を一括して計上する。(○)
- ・県ごとに開港分に含める。(△)

〔付録 C〕

航海訓練所の練習船銀河丸は日本海難防止協会との協力で、日本沿岸における船舶交通の調査をしている。今回、同船と同協会の好意により資料を得たので、これを解析した。

ここに示す結果は、同船が昭和55年3月4日から5日にかけて潮岬沖から大王埼沖に向けた航海の途上得たものである。

銀河丸は、ほぼ16ノットの一定速力で上記海域を図に示すように航走し、この間3分間隔で12マイルレンジのレーダ画面を写真撮影により記録した。この写真に映っている他船の航跡をトルモーションで海岸線との対応をつけて記入したのが図C・1である。図で日時分の数字が付記されているのが銀河丸の位置である。

また、銀河丸を中心とする半径6マイルの円内にいる他船の隻数を3分間隔の画面ごとにかぞえたが、その結果を図C・2に示す。この図で左側のスケールは6マイル半径の円内に存在する他船の数そのものであり、右側のスケールはこれに対応する密度(隻/ km^2)である。

潮岬付近(00時)から梶取崎付近(01時)までの平均密度は 0.046 隻/ km^2 (0.158 隻/哩²) である。

この海域では図 C.1 からわかるように、他船は半径 6 マイルのレンジ内にほぼおさまる。

また、同図から、同海域では他船航行の帯域は、中 7 マイル程度であることがわかる。

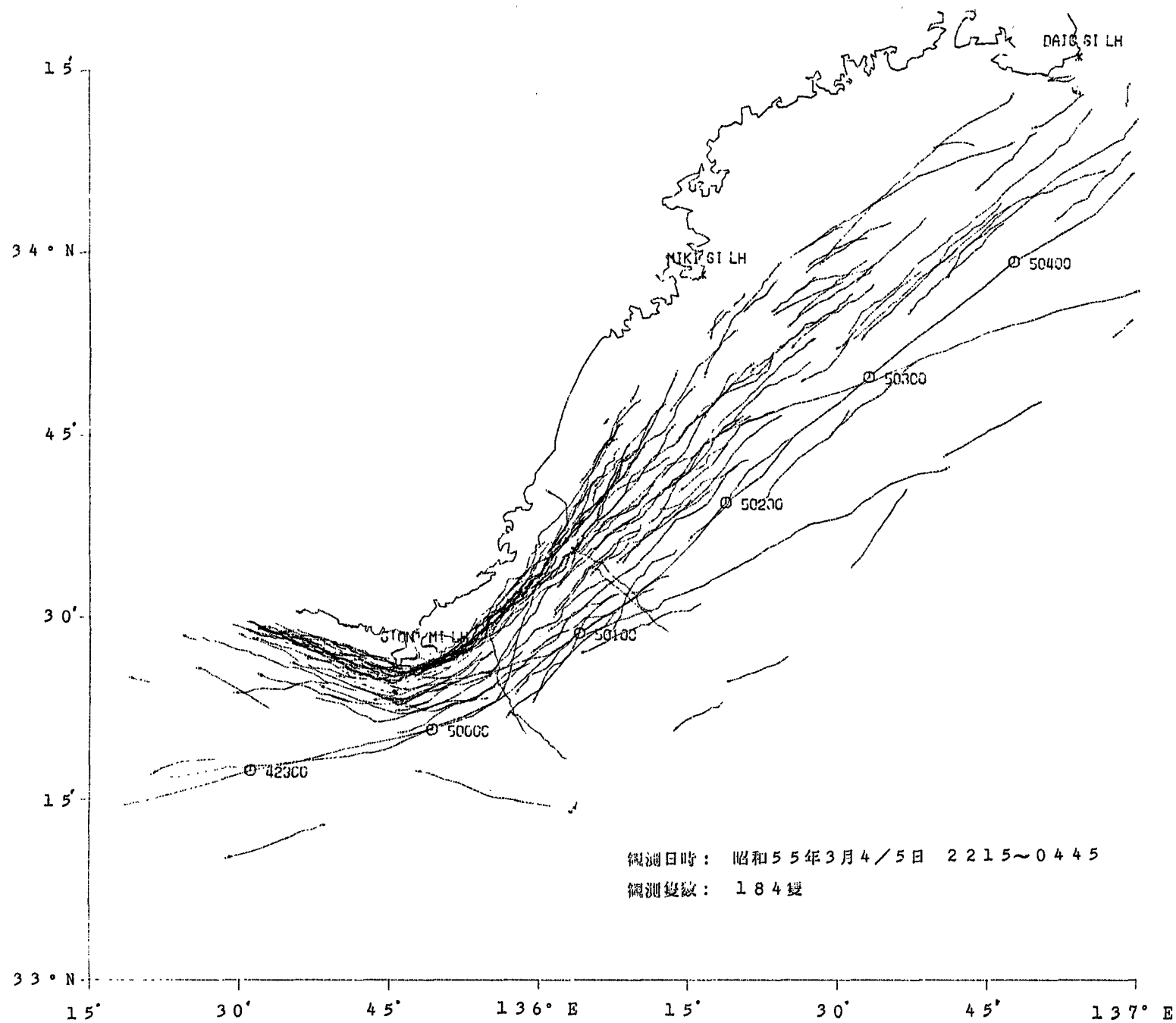


図 C・1 瀬戸～大玉崎における航行船舶の航跡

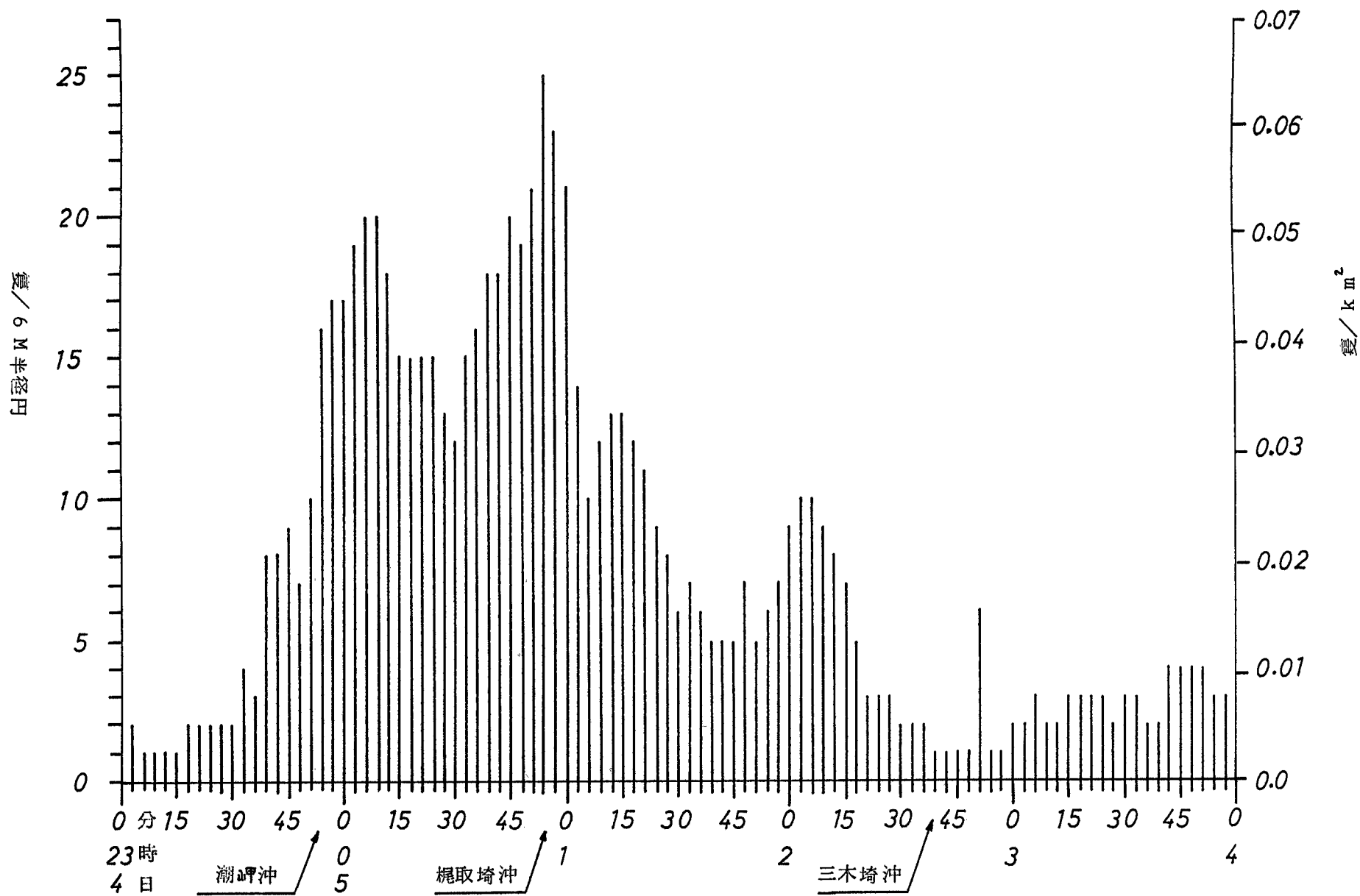


図 C.2 潮岬～大王崎間における航行船舶(自船を除く)密度