

制限水路の船舶の基本航行容量について(A-1)

(その I) 小型船の閉塞領域の調査

藤井 弥平* 渡辺 健次* 田中 健一*

山田 一成* 宮城 紘子*

On the Navigational Traffic Capacity(A-1)

— Part I. Effective Area of Small Boats —

by

Yahei Fujii, Kenji Watanabe, Ken'ichi Tanaka,

Kazunari Yamada and Hiroko Miyagi

Velocities, lengths and positions of ships were measured by "Pass Time Recording Method" on the Keihin Canal, where ship lengths were observed to be mostly in between 10 and 50 m and velocities ranging from 5 to 10 knots.

The effective area in which following ships mostly avoid to enter was obtained from the relative positions of the following ships and it is about 200 m in the course direction and about 120 m in the direction perpendicular to the course.

I ま え が き

日本経済の発展にともない陸海空ともに交通量が増し、海上においては、港湾、海峡および運河などのせまい水域で船のとどこおりや海難が目立つようになった。特に汽船の海難の過半数がこの狭水域での衝突や乗揚げによることが注目される¹⁾。事態改善の一策は海事諸法令、とりわけ海上衝突予防法等をよく守ることであり、他の一策は航行の実態にあわせて港湾施設および航路標識等を整備改善する交通工学的手法であって、この両者あいまって効果があらわれる。

陸上交通では道路設計のよりどころとして早くより交通容量の重要性がみとめられている。種々の道路条件について一時間に何台の自動車が安全に通行できるかについて研究がすすめられている。

海上交通についても、航行容量の概念を導入し、これを航路整備計画のよりどころとする必要があると考えて研究をはじめた。航行容量を論じた報告が今の所見あたらなかったため、今後のために以下のように航

行容量に関する諸量を定義しておこう。すなわち、基本航行容量とは“通常の航行条件のもとに通常の船型をもつほぼ一定の長さの船が、一方向に一定幅の直線水路を追越ができないほどの密度で航行するとき、単位時間における最大通過隻数”をもつて定義し、“そのとき、その場所の航行条件のもとにその水路を通過できる最大航行量”を可能航行容量とする。ここに航行量とは単位時間の通過隻数をいう。また閉塞領域の定義を“先行船に対する後続船の相対位置の密度分布をもとめ、この密度極大の点をつらねる曲線と、先行船の船首をとおり進行方向に直角な線にかこまれた領域”とし、以下本報告においては単に閉塞領域とよぶことにする。

実際の航路整備計画や管制方式の際に用いるのは実用航行容量または設計航行容量とよぶべき量で、これは可能航行容量に海象、気象等の重みをつけた平均や安全係数を考慮してもとめられる。

可能航行容量は基本航行容量に水路、気象および海象の影響や大きさなどの異なった船が混合して航行することを考慮にいれたもので、もとなる基本航行容量は船の密度×速さに比例する。この密度を決定するのが閉塞領域の大きさである。

ここで行った調査は小型船がひんばんに航行する

* 共通工学部

1) 要救助海難統計の考察、海上保安庁警備救難課、各年度

京浜運河において昭和39年5月および9月に行なったもので²⁾、先行船に対する後続船の相対位置より閉塞領域の大きさをもとめることを目的とした。

II 観測方法

いままで海上保安庁はじめ各種機関により航行中の船舶の種類別、大きさ、航行量などが報告されている²⁾。また目視やレーダーにより船の航跡等を長期にわたり観測した結果も報告されている⁴⁾。

ここでは船の長さ、速度、前後左右の距離を観測することを主な目的とし、種類は機帆船**、交通艇(ランチ)およびタグボート**、客船、貨物船および油送船**、ひきぶね**、漁船等の各種船**の五種にわけて記録した。

船の速さ、長さ、および距離等の測定は通過時間記録法によった。これは二本の基準線A、Bを水路に直角に設定し、この基準線間を通過する時間より速度をもとめ、この速度と、一本の基準線を船が通過する時間より船長をもとめる方法である。これには船が一定

の速度で、基準線に直角に航行するという仮定が成立つことが必要である。

観測を行なった場所(図1)は京浜運河鶴見航路入口の近く、東芝機械株式会社鶴見工場本館屋上で、運河に直角な基準線として屋上にたてた測量用ポールと対岸のクレーンなどの目標を見通す線を用いた。観測箇所の見取図を図2に示す。先行船と後続船の距離は一本の基準線に到着する時間差と先行船の速度の積としてもとめられるが、左右の間隔は距岸距離よりもとめた。これは船が岸に平行して走るといふ仮定のもとに、図2に示す斜めの基準線Cに船首がきたときの時間と速度からもとめられる。この仮定は、扇島から鉄鉱石を運搬するはしけなどを除くとほとんどすべての船について成立った。

** 表においては機、交、汽、引、雑と略す。

- 2) 藤井、田中、渡辺、山田、宮城：京浜運河の交通量の調査、船舶技術研究所講演概要、1964—11、p. 55
- 3) 海上保安庁航行安全課資料
- 4) 明石海峡船舶実体調査報告書、39年4月、神戸商船大学港湾運航技術研究会

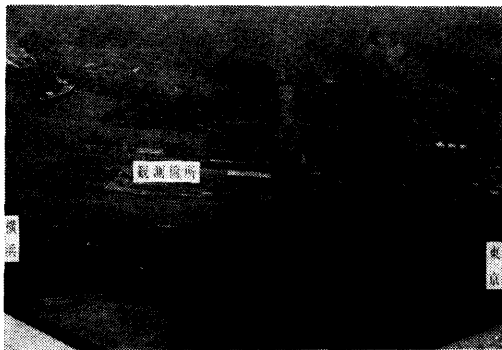


図1 調査場所航空写真

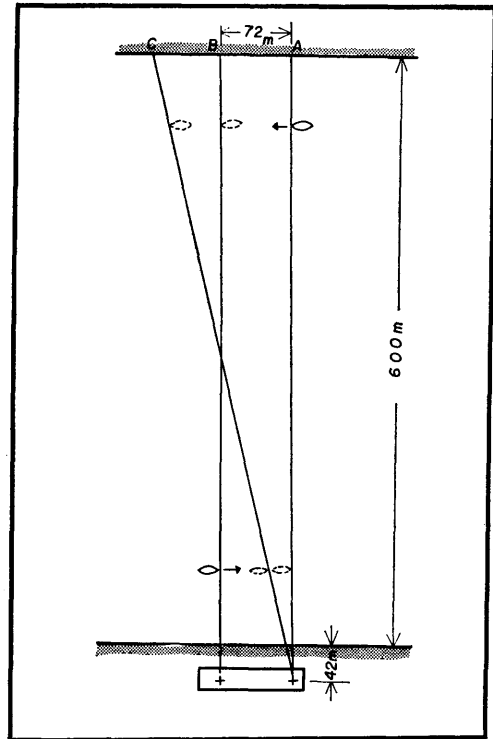


図2 観測箇所見取図

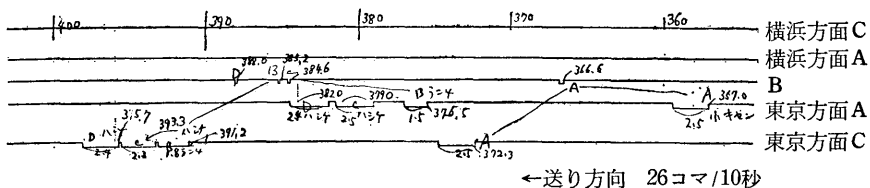


図3 観測記録の一例

観測にあたっては五素子のペンレコーダーを用い、一定の送りで記録紙を動かした。二本の基準線には各々一人が両手につづつスイッチを持つ。これは東京方面行と横浜方面行を区別するためである。船首が基準線AまたはCに到着するとスイッチを入れ、船尾が通過するとスイッチを切る。記録紙の一部を例として図3に示す。基準線Bの観測手はレコーダー1チャンネル分しか持たないので東京行の船首を一つのパルスで横浜方面の船首をダブルパルスで標示した。レコーダには観測主任が付き、船種その他必要事項を記入した。

測定結果より観測精度は速度で0.2m/sec (0.4ノット)位、船長で1m程度で十分な精度をもつと考えられるが、4人の人員を必要とし、かなり緊張を続けなければならないというのがこの方法の欠点である。

III 観測結果

観測中、視野は2km以上あり、風もおだやかで一応理想的な海象、気象条件に近いと考えられた。

整理したデータをまとめて末尾に示す。これより以下に示すような結果が得られた。

III-1 航行量

航行量は一方向に単位時間通過する隻数をもって定義する。サンプリング時間として、5分、10分、15分、30分および60分のいずれが適するかをしらべた所、30分以下の時間では個々の船の影響が大きくあらわれるので、京浜運河のように1日1,000隻程度の航行量のある所でも30分以上のサンプリング時間が必要であると考えられる。図4に東京方面に向う船の航行量と時刻の関係を示す。これは昭和39年9月30日(晴、風速3m/sec以下)のもので東京方面に向う船にはあきらかにラッシュアワーがみとめられ、また5時30分

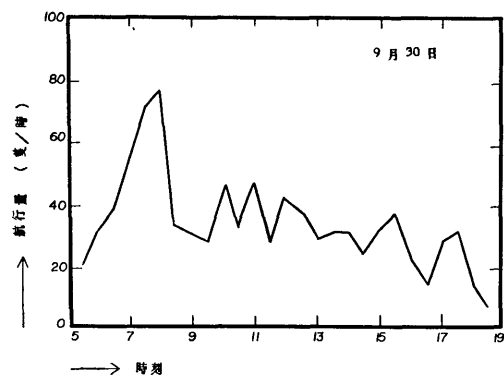


図4 東京方面に向う船の航行量の時間変化

の日出より航行量が急増し、17時30分の日没後急減することがわかる。図5に9月30日と10月1日の横浜方面に向う航行量を示す。これより1日の航行量にはかなり変動があると推定される。

III-2 船種、船長および船速

調査の対象となった946隻のうちわけは、機帆船は268隻(28.1%)、ランチおよびタグボート283隻(29.9%)、貨物船、客船、油送船等230隻(24.3%)、ひきぶね143隻(15.1%)、その他25隻(2.6%)であった。

測定した長さは船の全長でこの頻度分布を図6に示す。船の70%が全長10mから30mまでの小型船であっ

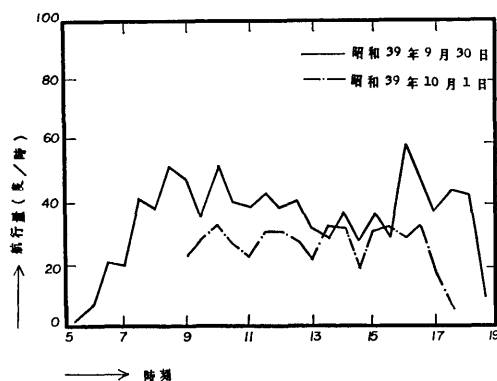


図5 横浜方面に向う船の航行量の時間変化

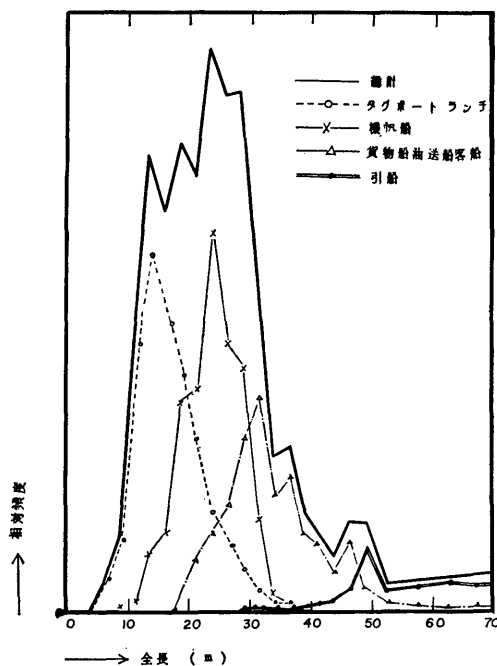


図6 船の全長の頻度分布

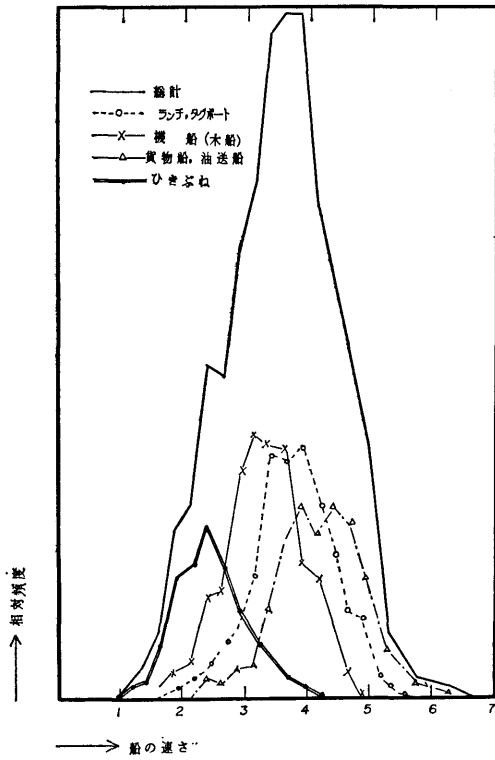


図7 速度の頻度分布

た。

船の速度は図7で示されているように3m/secから4m/sec(6ノットから8ノット)のものが半数を占める、ひきぶねは特に多い。

III-3 閉塞領域

先行船の進行方向にY軸これに直角にX軸をとり原点を先行船の船首におき、後続船の船首の座標を(X, Y)とする。

基本航行容量を求めるためには、同様な船の組でいずれも船の長さがLとL+ΔL, 速度がVとV+ΔVの間にあるものを選んでXi, -Yiをもとめ(Xi, -Yi)の分布図上より密度極大の点をつらねて閉塞領域をもとめるべきであるが、たとえば木船だけにかぎると先行船と後続船の組が100例以下となり閉塞領域をもとめるにはデータ数が不十分である。船の閉塞領域についての報告は今までの所見当たらないので、ここでは大略の値を求めることを主眼とし、そのため船種の違いやΔL, ΔVが相当大きいことおよび先行船の左後方か右後方にあるかということの区別等は次の問題として残し、ただ全長50m以上の船、ひきぶね、および大貨物船に随伴するタグボートの群を除き、その他のすべての船の(|Xi|, -Yi)を記入することとした。

|Xi|が200m以下、-Yiが300m以下の例をデータよ

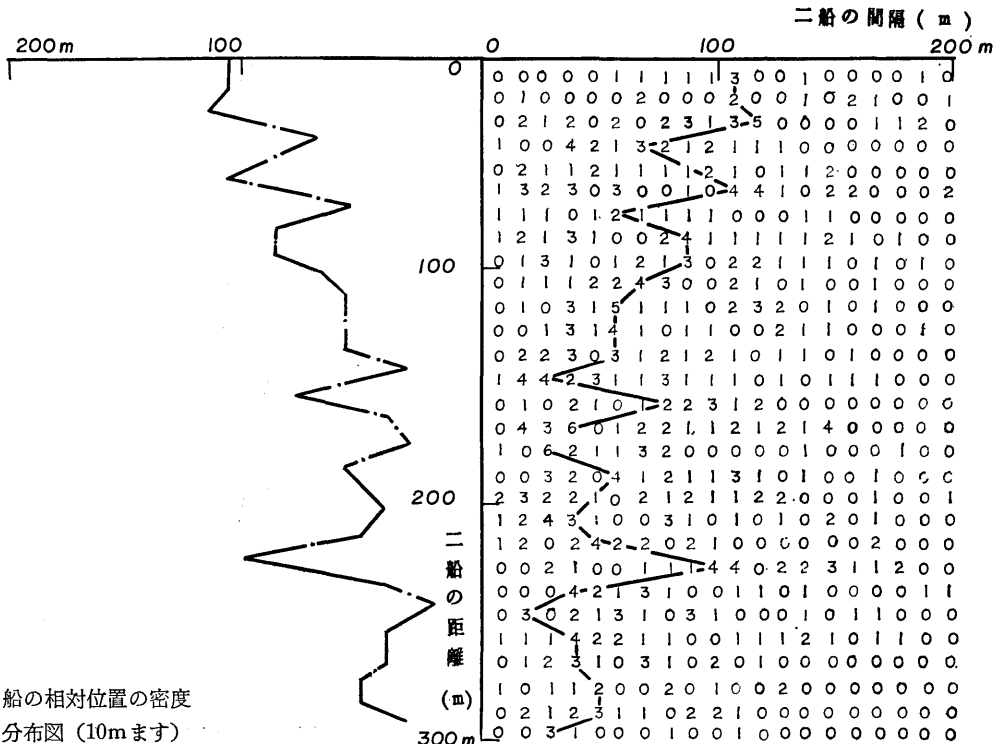


図8 船の相対位置の密度分布図(10mます)

り拾いだすと約 500例あり、10mますの中にある隻数をこれを記入したものが図8である。これから閉塞領域を大まかに描くこともできるが、ここでは次の方法によって求めた。すなわち20mます30mます等 $\Delta|X|$, $\Delta|Y|$ の大きさを変えその中の点の数により密度をあら

わし、 $|Y|$ が $|Y|$ と $|Y|+\Delta|Y|$ の間にあるもののうち最大値をとる。これらの最大値をつらねてみると図8, 図9, 図10, および図11のようになる。ます目が大きくなると大体同じ所を折線となるが、ます目の大きさだけ不確定となる。

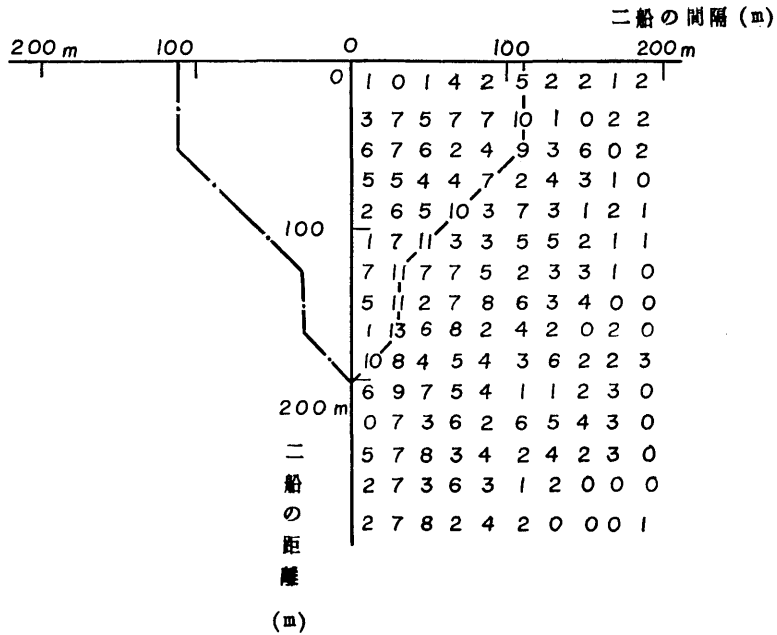


図9 船の相対位置の密度分布図 (20mます目)

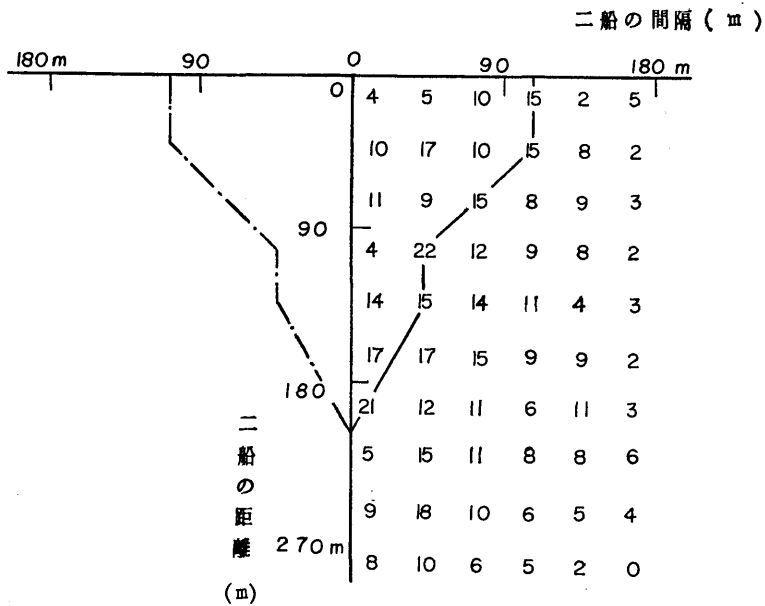


図10 船の相対位置の密度分布図

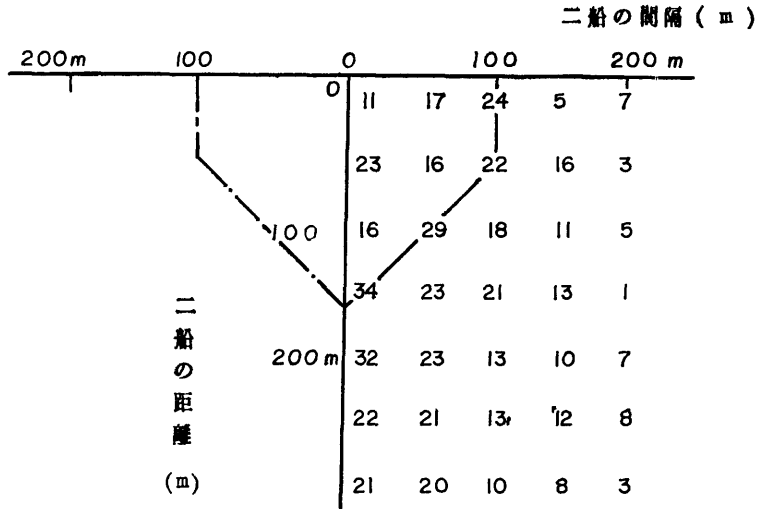


図11 船の相対位置の密度分布図 (40mます目)

このような操作により閉塞領域として図9に鎖線で示すものを得た。なお図10, 図11ではこれに相当する境界線の中に一箇所大きな値を示す所があるが、これに対応するデータを調べると速度差の大きいものが多いことがわかり本来ならば除外すべきものと考えた。

Ⅲ-4 統計的検討

前節で求めた閉塞領域が有意義であるかどうか、すなわち後続船の分布が偶然に起ったものでないのかどうかについて統計的に検討してみよう。

N隻の船がm個のます目にランダムに分布し、各ます目はそのときに同じ重みをもつとすれば、ある一つのます目にn隻の船がはいる確率は

$${}^N C_n (m-1)^{N-n} / m^N \dots \dots \dots (1)$$

となり平均 $N/m = \lambda$ として $N \rightarrow \infty, m \rightarrow \infty$ とすれば、ある一つのます目にn隻の船がはいる確率は

$$\frac{e^{-\lambda} \lambda^n}{n!} \dots \dots \dots (2)$$

となりこれはポアソン分布とよばれる。

しかしながら先行船に対する後続船の位置分布を考えると、それが全く偶然であるとしてもm個のます目は同じ重みをもたない。

というのは、いま速さを同じとすると位置分布は出現確率分布となり、待ちあわせ行列理論によると、相互作用のないランダムな出現確率分布は一般に指数分布となるからである。それである一つのます目にはいと期待される隻数は単に $N/m = \lambda$ でなく λ に出現確率を重みとしてかけ合せた値 μ であり、そのます目にn隻の船がはいる確率はこの μ を平均値とするポアソン分布

$$\frac{e^{-\mu} \mu^n}{n!}$$

と考えられる。

したがって、分布が偶然に起ったものであるためには、各ます目での実際の隻数が、そのます目における μ を平均値とするポアソン累積分布において、50%を中心とするある巾の中になければならない。逆にあるます目の隻数が異常に多いとか少ないかということもそのます目でのポアソン分布を用いて検討できる。その模様を図12に示す。ただし、少ない方の10%, 多い方の90%という値は、適当に選んだ。実際の隻数が β より大きいまたは α より小さければ、その隻数は異常に多いあるいは少ないことになる。

ここではポアソン累積分布の何%のところにもそのます目の隻数が位置するかを調べることによってそのます目の隻数の異常性を検討することにした。なお、各ます目での μ の値としては等高線が四分楕円型で $|\bar{X}|, |\bar{Y}|$ を実際の位置の絶対値の平均値とし、x, y について積分すれば総数Nとなるように下記の二次元指数分布を仮定した。

$$N \cdot \frac{32}{\pi^2 \cdot |x| \cdot |y|} \exp \left\{ -\frac{4}{\pi} \sqrt{(x/|\bar{x}|)^2 + (y/|\bar{y}|)^2} \right\}$$

図13は20m平方のます目に分けたときの上式による μ の分布を示す。図14は各々のます目に対する検討の結果で、数字はポアソン累積分布のパーセントをあらわす。斜線の部分は異常に隻数の少ない区域で、点線は隻数の異常に多い境界線になっている。これをみれば出現がランダムであると仮定したときの期待隻数にくらべて大部分のます目の隻数は多すぎるか少なすぎ

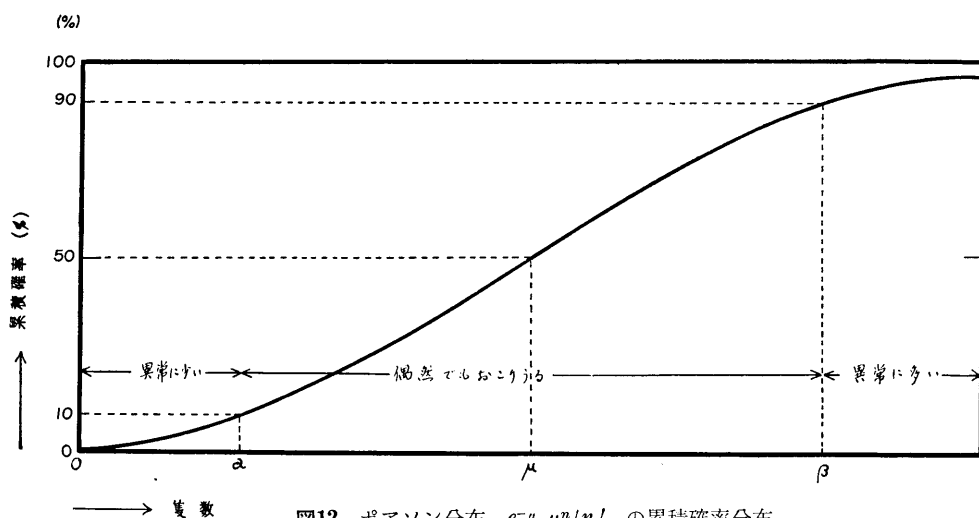


図12 ポアソン分布, $e^{-\mu} \mu^n/n!$, の累積確率分布

		二船の間隔 (m)									
		0	100	200							
二船の距離 (m)	0	26	17	12	8	6	4	3	2	1	1
	100	21	17	12	8	6	4	3	2	1	1
	200	18	15	11	8	5	4	3	2	1	1
	300	15	13	10	7	5	4	2	2	1	1
	400	12	11	9	7	5	3	2	2	1	1
	500	10	9	8	6	4	3	2	2	1	1
	600	8	8	7	5	4	3	2	2	1	1
	700	7	6	6	4	3	3	2	1	1	1
	800	6	5	5	4	3	2	2	1	1	1
	900	5	5	4	3	3	2	2	1	1	1
1000	4	4	3	3	2	2	1	1	1	0	
1100	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	
1200	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0	
1300	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	
1400	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	
1500	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	

図13 μ の分布図

		二船の間隔 (m)								
		0	100	200	300	400	500	600	700	800
二船の距離 (m)	0	0	0	0	10	80				95
	100	0	1	1	80	99	20	95		
	200	1	1	10	99	99	99	95		
	300	1	1	5	20	85	90			
	400	0	10	15	90	95				
	500	0	9	20	90	95				
	600	9	8	80	85	95				
	700	9	15	90	95	95	95	95		
	800	5	9	80	95	90			95	
	900	9	9	85	85	85	99	85	90	99
	1000	9	9	95	90	90			90	99
	1100	5	9	95	99	99	99	99	99	99
	1200	9	9	99	85	95	85	99	99	99
	1300	9	8	9	99	90	90			
	1400	9	9	95	99	90				

図14 ポアソン分布を用いた検討結果

ることになって、分布が偶然であるという仮説は否定できる。また多すぎる区域と少なすぎる区域の分布状況からみて閉塞領域の存在は明らかである。

なお、各ます目における検討のみを行なったのであるが、全体としての統計的検討は同様の結論をみちびくであろう。

IV むすび

京浜運河において小型船の閉塞領域を求めるために通過時間測定法より船の速さ、長さ、二船間の距離等を測定し船種を記録した。

この調査より京浜運河を航行する船のほとんどが10

mから50mの長さの小型船で7ノット前後の速さで航行することがわかった。ついでこのような船が視野が十分でかつ風波の少ない気象、海象条件のもとに可航中約250mの直線水路を一定速度で航行するとき、後続船の大部分は先行船の左右約120m(±20m)、後方約200m(±20m)の図9に示すような領域に入るのを避けることがわかった。ひきつづき大型船、中型船を対象に同種の調査を行なう予定である。

V 謝辞

本調査にあたり多大の御協力をいただいた東芝機械株式会社、航空宇宙技術研究所に厚く感謝いたします。

東京方面

船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)
機 機 汽	2.2	20		236	交 汽	4.1	12		216
	3.3	26	289	473		5.0	108	186	561
	4.0	52	127	456	機 機	3.1	30		507
交 汽 汽 交 汽 交 交 汽 交	4.7	22		535	機 機	2.4	19	61	438
	4.8	117	404	533		機 機 汽	2.3	24	
	2.0	73	47	488	3.5		29	108	315
	4.0	18	86	530	4.6		48	370	480
	3.6	32	334	401	汽 引 汽	5.5	41		525
	3.9	18	74	438		1.8	156	40	471
	3.9	16	213	168		3.1	27	181	585
	4.2	35	162	425	機 交	2.7	22		500
	2.7	7	100	317		3.9	15	80	344
交 機 機	4.8	29		495	交 機	3.8	14		498
	3.3	25	51	476		4.1	27	123	495
	3.8	17	100	515	交 機 交	3.6	16		546
機 機 交 機 汽 機 機 機 交 汽	2.9	25		471		3.7	11	322	582
	3.2	31	178	524		3.9	64	76	483
	5.4	20	56	555	機 機 交	3.7	28		468
	3.0	27	182	356		3.8	27	113	534
	4.3	37	189	490		3.2	13	330	445
	2.9	29	396	407	汽 引 機 交 交 汽	4.1	37		480
	3.1	23	307	435		3.9	89	304	497
	3.1	29	93	507		3.2	26	17	563
	4.6	23	95	533		4.7	25	221	411
4.8	39	47	480	4.4		11	203	550	
交 汽 交 交 汽 機 交 汽 機 汽	4.5	15		558	交 汽	3.8	27	224	522
	3.7	33	360	449		3.9	11		459
	2.3	8	12	394	4.9	29	149	458	
	2.5	29	16	578	交 交 引 交 交 機 交	3.7	10		115
	3.5	99	78	528		3.6	28	156	494
	3.4	27	141	525		2.0	48	227	135
	4.8	22	202	318		2.9	19	240	159
	3.8	127	389	522		3.7	22	24	591
	3.9	30	8	431	4.1	24	188	528	
3.6	32	177	405	1.5	8	94	162		
汽 雑 交	4.1	21		525	交 機 汽	3.5	12		516
	2.6	10	120	279		2.7	21	142	537
	4.9	24	22	479		5.1	40	13	489
汽 汽 汽 交	3.5	68		423	汽	4.5	28		417
	4.0	36	130	422					
	4.1	34	75	410					
	3.4	12	231	546					

船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)
引 交 交 汽 汽	2.8	93	101	464	汽 交 交 機	4.3	29	174	435
	3.7	18	315	501		2.8	8	190	426
	3.7	19	19	530		4.6	19	267	438
	3.1	67	440	531		3.6	25	236	483
	5.8	59	41	420		汽 汽	5.7	30	
機 交 機	3.2	24		548	4.4		34	330	438
	4.2	19	232	477	機 汽 機 機 引 交 機	4.6	32		462
	3.8	21	34	477		4.3	42	433	414
機 交 機 交 機 交 交	3.6	20		480		1.9	21	321	473
	5.0	25	82	570		3.8	20	469	522
	4.4	25	254	491		2.0	68	354	392
	3.6	16	268	506		3.8	12	219	492
	2.2	20	182	363		3.6	26	53	486
	3.6	10	158	393	交 引 機 汽 交 機	4.0	17		534
3.0	15	477	402	3.0		103	340	515	
汽 汽 汽 交	6.4	59		450		3.5	27	55	371
	5.8	47	460	507		5.0	37	278	447
	2.7	32	172	405		3.8	15	268	557
	2.6	18	223	507		3.8	23	343	510
機 交 機	3.6	23		546		交 機 機	4.4	23	262
	4.3	23	473	510	2.7		21	170	395
	3.2	19	30	482	4.2		18	85	545
汽 汽	4.5	33		537	機 交 交 汽 機 汽	3.4	23		448
	6.9	64	526	492		4.2	15	164	562
交 交 汽 汽 交 交 機	3.8	11		480		3.4	13	231	362
	3.8	18	36	402		4.0	38	198	480
	3.6	27	432	508		3.0	28	423	425
	3.8	14	149	519		3.2	36	481	540
	3.7	16	66	500		交 機 機 交 機	4.3	23	
	4.0	18	36	507	3.6		15	236	537
	4.4	19	383	501	3.5		24	198	354
機 機 汽 汽 交	3.8	28		397	3.7		13	29	522
	3.3	23	43	505	3.1	20	207	453	
	3.5	31	94	538	交 交 交	3.2	18		366
	4.4	39	16	417		3.8	20	209	534
	2.6	18	242	257		3.9	17	130	512
機 交 交	3.0	28		485	汽 機	1.7	253		405
	3.9	13	304	465		2.9	22	474	336
	4.6	17	199	535	交 雜 汽 引	3.2	15		397
汽 交 機	3.9	31		431		3.7	29	281	467
	3.4	27	369	501		4.0	35	177	417
	2.6	18	56	420		2.6	63	129	530

船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	
機 汽	4.3	31	155	509	交	3.3	14	185	426	
	4.2	38	160	377						
交 汽 機 交	3.2	12		549	機 汽 機 引 機	3.0	27		486	
	4.7	45	246	486		5.5	31	15	459	
	2.5	19	261	522		2.5	19	19	507	
	4.1	14	217	500		1.9	122	104	528	
交 交 機 交 交	5.2	29		402	汽 汽 交 引 機	4.0	24	118	525	
	4.2	29	381	460		3.6	31		399	
	3.8	29	117	516		3.9	92	125	470	
	3.5	12	358	493		3.6	12	159	516	
	3.2	41	29	392		1.9	126	233	458	
交 汽	3.8	12		423	交 交 交 交 汽 交	3.2	21	153	429	
	3.5	41	343	560		3.9	17		441	
機 機 交 機 汽 交	3.4	24		405	汽 機 機 交 交	3.8	11	217	558	
	3.8	22	110	520		4.5	14	32	446	
	4.1	20	53	505		3.9	29	75	420	
	4.3	20	119	411		3.1	13	186	462	
	4.7	33	103	193		4.1	33		352	
	2.9	13	290	441		3.1	20	64	484	
汽 汽 汽 機	3.4	35		537	交 交	2.6	23	117	350	
	2.9	116	34	484		3.8	12	245	505	
	3.4	32	192	411		3.2	14	21	500	
	4.7	20	57	567		雑 汽	3.3	20		489
交 汽	4.7	17		520	交 交 交	3.5	30	170	434	
	4.3	66	73	591		3.4	11		495	
雑 雑	3.6	13		207	汽 機 汽 交 交 交	3.7	9	94	340	
	2.7	11	46	307		4.0	15	96	452	
交 交	3.5	12		456	交 交 交	4.3	31		475	
	2.2	12	95	200		4.5	23	91	432	
機 機 機 汽 機 交 汽	2.8	33	315	417	交 汽 汽 機 機 機 汽	4.5	50	414	410	
	2.7	21	44	366		2.6	8	22	286	
	2.7	30	80	396		3.6	17	314	392	
	4.7	45	117	346		3.6	11	404	475	
	2.5	25	56	351		交	4.4	19		500
	3.4	38	550	477		4.6	36	220	490	
交 交 機	5.0	33	248	518	4.8	29	81	403		
	4.0	17		324	3.5	27	197	455		
	3.5	11	238	126	3.0	18	435	395		
汽 交	3.7	25	285	536	3.6	24	69	407		
	3.7	25	285	536	4.3	38	77	546		
汽 交	3.7	108		530	汽 汽 交	5.0	32		491	
	3.3	14	460	155		4.3	32	580	565	
						3.6	13	414	500	

船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)
交 汽	3.6	13	330	400	交 機 汽	1.6	14		324
	3.8	30	175	325		4.4	24	350	510
交 汽	4.0	13		403	交 汽	4.6	23	53	502
	4.6	34	153	458		4.2	26		469
機 交 引 交 交	3.7	23		432	交 交	2.6	12	248	527
	4.0	11	276	372		4.6	23		523
	3.9	58	172	287	交 汽	2.6	216	337	348
	4.3	16	484	296		3.1	12		399
	4.1	16	49	247		2.1	18	65	270
交 交	4.1	16		455	交 交	3.9	18	393	382
	3.9	15	303	484		3.1	19		306
交 機 機	4.0	13		284	機 汽	4.3	28	385	461
	2.3	48	299	381		機 引 交	3.5	28	
	4.9	30	56	381	2.4		96	156	234
4.0	18		327	3.6	13		305	134	
交 交 汽 機	5.3	19	456	430	交 機 交 交	4.0	19		495
	4.7	34	31	475		2.5	19	7	505
	3.9	26	195	296		4.6	23	167	493
汽 雜	3.9	33		476	交 交 引 雜	4.8	21	480	555
	3.7	10	488	109		2.2	67	65	567
機 機 引 機 機 交 汽	4.1	24		558		2.7	12	124	166
	4.6	23	57	453	2.4	288	88	455	
	3.9	69	66	488	1.7	12	74	237	
	3.7	34	165	434	3.4	57	203	530	
	3.1	20	171	358	3.3	27	297	355	
	3.0	9	141	271	3.1	70	176	411	
	4.8	38	198	511	交 交 交 交	5.1	20		491
交 交 機	3.4	12		310		4.7	18	218	563
	3.4	15	375	518		2.7	9	194	373
	3.8	22	59	468	1.9	7	50	348	
汽 機	4.8	29		597	交 機	3.5	15		590
	3.8	32	37	546		3.8	24	278	272
汽 機 汽 機 交	3.2	23		483	汽 交	4.0	36		456
	3.2	19	400	475		3.6	13	47	446
	3.3	41	197	341	機 機	3.3	22		485
	3.3	26	128	496		3.2	25	382	435
	4.2	12	233	139		汽 交 交	3.9	34	
機 交 引 汽	3.3	24		594	2.6		18	68	337
	4.6	13	206	469	4.7		23	33	494
	2.1	101	24	596					
汽	3.4	39	363	416					

横浜方面

船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)
交	1.4	14		153	交	5.0	29		249
汽	2.5	48	25	189	汽	4.3	44	189	318
交	2.1	17	49	171	交	3.8	19	26	258
汽	5.9	55		395	交	4.9	20	8	246
汽	3.6	28	94	205	交	2.7	17	518	290
機	3.4	26		257	機	3.2	22	17	249
汽	4.0	32	106	315	汽	5.0	36		409
汽	3.9	32	59	290	汽	4.7	32	30	232
交	3.7	10		441	引	1.9	95	84	203
汽	4.7	49	178	330	機	2.6	24	95	303
機	3.0	23		267	機	3.7	27	410	273
交	1.7	7	156	177	交	4.5	29	184	240
交	1.4	8	47	168	汽	4.8	37	16	263
機	2.8	26	20	263	引	2.6	115	572	279
交	1.6	11	58	165	機	3.3	28	335	276
機	3.2	26	250	213	交	4.1	17	115	252
交	4.6	24	431	228	機	3.9	26		324
機	3.2	23		309	機	3.4	21	305	254
引	2.1	104	196	192	機	4.1	29	57	264
汽	4.3	35	396	318	機	3.7	26		295
交	2.6	11	57	276	機	1.9	19	158	224
機	2.9	26	432	284	引	3.1	73		288
機	4.8	24		230	引	2.8	25	209	197
機	2.8	21	61	203	汽	3.8	31		255
機	3.2	25	108	263	汽	4.1	26	395	221
機	4.4	17		324	交	3.5	12	171	231
汽	3.9	43	60	261	機	3.7	23	3	197
機	2.8	27	366	296	機	3.7	23	32	209
機	2.8	25	195	261	汽	4.2	43		315
機	3.5	16	485	230	交	2.9	19	35	215
汽	4.0	18	70	233	交	4.0	14		198
機	2.7	23		213	汽	4.2	32	463	156
機	2.8	24	196	243	交	2.9	17	56	236
汽	3.6	29	14	324	交	2.4	6		183
機	3.2	30	162	315	汽	4.3	36	23	236
交	3.9	13		450	交	3.8	18	108	258
汽	3.7	30	11	261	機	3.2	22	189	300
交	2.7	14	70	158	機	3.4	22	109	330
機	3.2	26	170	263	機	3.0	24	78	240
機	3.0	20	147	296	機	2.7	24	194	262
					引	1.7	120	270	107

船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)
汽	3.8	32	180	315	汽	4.0	30	169	324
機	2.6	25	366	431	交	3.1	7	145	218
機	4.2	26	175	285	交	3.8	15	322	192
汽	4.4	28	77	314	機	3.8	28	208	302
汽	4.9	30		314	汽	4.0	32		321
機	3.6	22	45	221	機	2.8	20	132	198
機	3.5	20		177	汽	6.4	56		306
機	3.8	22	413	295	交	3.9	12	290	390
汽	3.8	32	345	309	汽	5.0	40	188	312
交	4.1	14	430	295	交	4.0	17	177	281
汽	4.1	40	401	194	交	3.5	17	128	269
交	3.3	12	234	384	機	3.5	29	13	255
交	4.0	15	87	236	機	3.2	29		188
交	4.6	20	95	241	汽	3.5	39	322	183
汽	4.7	31	495	377	機	3.0	21	257	140
交	3.9	15		447	汽	5.0	36		432
汽	3.2	51	85	339	汽	3.9	48	145	271
機	4.1	31	358	234	汽	4.3	35	92	164
機	3.0	27	298	330	汽	3.9	31	127	183
引	2.4	86	392	315	交	4.2	21	262	266
交	5.1	16	83	342	交	4.9	21	314	195
交	3.5	12	57	233	引	3.3	44	363	363
機	3.5	22	92	294	交	3.9	16	195	150
機	3.2	27		291	雑	2.6	8	224	291
汽	4.7	36	201	254	機	3.4	23		288
交	4.6	22	180	308	交	3.8	14	9	238
交	2.3	30	364	194	汽	5.6	30		279
汽	5.5	56	85	501	機	2.8	24	101	212
機	4.1	19	42	206	交	4.7	22	106	444
機	3.6	21	350	285	機	3.6	28	73	201
機	2.8	9	135	306	汽	5.2	28	117	344
機	3.8	25	109	320	機	3.3	19	185	290
機	3.0	20	9	218	機	4.2	24		291
汽	3.9	65	263	239	交	4.0	14	50	290
交	3.0	21		155	汽	5.4	34	184	312
機	2.5	24	17	39	汽	5.3	33	249	353
機	3.5	22		282	交	1.8	11	144	160
機	4.4	50	67	326	機	2.9	28		249
機	3.4	18		309	交	1.2	8	61	146
引	1.7	108	41	206	機	3.5	20		236
機	2.7	21	199	264	交	2.6	12	24	177
汽	3.9	24		339	交	3.5	11		236

船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)
交	4.1	20	445	264	機	3.5	29	178	249
機	3.5	24		237	汽	6.5	53	107	460
交	4.1	16	251	206	交	4.6	21		184
機	2.6	27	50	280	汽	4.9	27	472	312
汽	2.8	64	204	221	汽	4.1	146	237	257
機	3.5	23	54	296	機	1.8	13	9	98
交	3.6	9		293	機	3.4	21	296	237
汽	3.6	34	41	218	汽	3.6	34	72	196
汽	4.5	31		291	汽	4.6	57	178	199
交	2.3	18	373	217	機	2.8	21	268	187
交	2.5	18	145	201	機	3.3	25		202
機	3.8	21	130	347	汽	4.9	33	103	127
機	3.3	24	106	380	汽	4.6	36	347	239
機	3.5	24	6	287	汽	1.4	11	107	185
交	3.3	23	180	366	雜	3.1	25	246	308
機	3.6	28		224	機	4.2	24	256	108
機	4.2	29	169	315	汽	5.7	35	291	299
汽	5.4	29	48	266	交	4.2	15	127	312
交	4.2	15	239	324	機	3.3	27	165	382
汽	5.2	31	189	264	汽	4.5	29		228
交	5.3	20	421	237	汽	4.8	49	147	352
機	3.9	29		257	汽	5.5	33	361	258
交	3.2	13	260	97	汽	4.3	113	88	276
汽	4.9	39	221	269	機	3.6	21	186	208
機	2.4	21	149	305	汽	5.2	36	20	152
交	3.6	16		153	機	4.9	27		269
交	3.1	11	117	359	交	2.8	13	82	181
機	3.1	27	288	360	汽	3.9	86		240
交	4.3	11	188	548	機	2.7	26	104	293
引	2.3	63	123	233	汽	3.4	51	291	276
汽	6.4	44	27	101	汽	2.3	42	147	281
汽	4.1	30		134	引	2.1	66	20	257
引	2.4	101	160	240	機	2.3	27	82	140
交	4.0	15	156	250	汽	4.7	24		281
交	5.2	25	98	314	汽	5.8	38	285	291
機	5.2	29	131	388	交	3.0	18	283	190
交	3.0	10		200	交	4.1	22	310	333
機	3.9	21	155	274	交	4.4	13	96	289
機	3.1	24	43	278	交	3.7	17	22	174
交	4.1	12		390	機	4.1	20		200
汽	3.6	34	66	293	機	3.4	18	365	279
汽	3.2	32		294	汽	4.6	30		345

船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)
汽	2.6	46	95	233	汽	4.0	25		309
汽	4.3	225	162	311	汽	4.1	47	197	303
汽	4.6	30	143	273	引	1.9	67	168	211
機	3.6	29	269	245	汽	3.7	33	46	268
機	3.1	25	158	239	汽	4.8	31		350
汽	4.7	60	221	281	汽	3.5	35	153	343
機	2.5	25	44	195	機	3.0	19	112	246
交	3.7	22	88	156	汽	4.3	37		314
機	2.3	26	257	203	汽	4.1	37	299	249
機	3.5	26		228	汽	4.7	52		305
汽	6.5	122	347	342	交	3.8	16	352	243
機	3.3	26	80	164	交	4.0	10	360	560
機	3.1	23	147	266	機	4.3	43	278	108
交	3.1	7		350	機	3.1	23	277	221
汽	4.0	26	197	275	機	3.2	25		187
機	3.0	28	212	301	交	3.4	9	182	354
引	2.5	80	26	261	汽	3.9	60	0	280
交	3.9	13	50	155	交	4.0	25	326	200
交	4.0	13	80	248	交	3.7	10		253
交	2.9	19		275	機	3.4	29	209	232
汽	3.4	31	13	287	交	4.0	10	72	296
交	3.9	19	109	204	汽	3.0	23	43	220
交	3.6	20		366	汽	3.5	31	390	261
汽	4.9	171	192	381	交	3.5	11		238
交	3.8	13	20	240	汽	3.6	34	61	384
汽	5.0	32	219	372	交	2.2	10	185	207
機	1.4	25	223	230	交	2.0	14	62	189
交	4.5	20		290	機	2.9	21		359
機	3.3	22	44	266	機	3.7	28	98	218
交	3.5	27		275	機	3.6	28		124
汽	4.3	41	230	253	機	2.9	23	174	217
機	4.4	32		325	機	3.2	24		314
機	1.4	13	88	135	交	3.1	13	290	235
機	3.3	28	442	212	引	2.3	131	284	275
交	3.8	19		239	交	4.2	16	191	369
機	3.8	25	256	367	交	3.6	16		171
交	3.8	15		326	交	3.1	13	280	146
交	3.8	18	227	455	機	4.9	19	55	239
交	4.1	20		250	汽	3.6	38	401	176
機	2.9	24	158	205	交	4.6	11		281
汽	4.7	37	12	181	交	3.2	15	287	323

船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)	船種	速さ (m/sec)	船の長さ (m)	前後距離 (m)	距岸距離 (m)
汽引機	3.0	24		212	引機	6.3	125	16	271
	2.7	63	330	303		3.8	28	177	279
交機	3.6	17	332	253	汽汽	4.3	26		313
	3.1	12	58	135		4.1	44	64	355
汽汽	3.3	27	307	142	汽汽交	4.1	24		300
	4.6	40	371	392		7.0	49	254	570
汽交機	5.3	28	342	267	汽交	3.5	12	122	287
	4.1	13	104	201		汽機	4.3	26	
汽汽	3.1	16	220	261	汽引機		3.8	27	338
	4.2	27	439	157		4.5	31	26	310
汽機	4.8	38	174	261	引汽機	3.3	100	480	239
	3.5	26	62	189		4.3	28	27	308
引交	3.0	51	54	216	機	2.4	20	171	262
	2.9	25	295	231		交交	3.2	13	
機	3.2	23		165	交	3.7	14	376	240
	3.1	24	71	274		交汽	2.5	23	
交汽	4.0	15	177	146	交汽		3.8	96	95
	3.7	45	417	142		4.3	17	379	237
汽汽	4.7	27	209	252	汽機	3.7	54	197	260
	4.2	34	101	258		3.3	25	24	173
機交	3.8	26		286	汽汽	4.4	39	345	273
	4.1	15	330	313		3.2	39	378	296
交機	3.2	20	259	263	交汽	2.6	16	86	171
	3.4	50	302	190		4.5	35	244	306
汽機	3.6	20	189	195	機	3.2	21		140
	機	1.6	19				165	4.1	30
汽機		5.8	47	0	386	汽機	4.4	34	402
	2.9	24	470	203	4.0		29	71	204
機汽	3.1	28		224	汽機	4.1	30		290
	3.2	26	127	295		3.5	25	177	209
汽交	3.9	29		188	引汽	2.7	92	216	392
	3.8	13	352	266		4.1	27	72	209
交交	5.2	24	388	230	汽機	4.2	32		284
	汽機	1.7	19	226		171	1.7	19	226
汽汽		3.0	59		364	汽汽	3.0	59	
	4.6	37	222	335	4.6		37	222	335
交機	4.3	18		199	交機	4.3	18		199
	3.0	25	258	298		3.0	25	258	298
交汽	4.9	22		228	交汽	4.9	22		228
	3.0	64	128	193		3.0	64	128	193
交交	4.3	10	328	219	交交	4.3	10	328	219