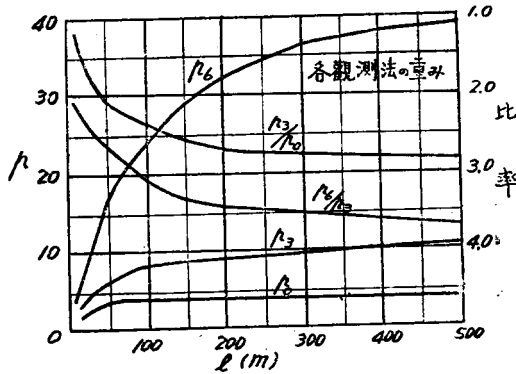


図-3



る。重みの比のあまり増大しない 150 m 附近における三倍角法の重みは単測法 3 回平均の重みの 2.6 倍で、単測法 8 回平均の重みに相当する。同様に 200 m 附近における六倍角法の重みは三倍角法の 3.4 倍で、単測法 30 回平均の重みに相当する。しかしながら、倍角法は上下螺旋の clamp, 望遠鏡の回転等その操作

複雑で、このために生ずる誤差を考慮せねばならないので実際においては、重みはこれらの値より小さくなるものと考えられる<sup>2),3)</sup>。

5. むすび

実験的に視準誤差を求めるのであるから、できるだけ最小目盛を有する経緯儀を用うべきであつたが、在品の 20 秒読トランシットを用いたため、相関係数がかなり低くなつた。従つて視準誤差の大略の傾向を知る程度であるので、後日この値を相当小さい最小目盛を有する経緯儀で確かめんと考えている。

参考文献

- 1) 第 8 回年次学術講演会にて講演せるものをまとめたものである。
- 2) 君嶋八郎：君嶋大測量学下巻 p. 85
- 3) 大前憲三郎外三氏：陸地測量学 p. 450
- 4) 北郷 繁：土木学会誌第 36 巻第 4 号 測角の精度に関する実験的研究
- 5) 君嶋八郎：君嶋大測量学下巻 p. 660

(昭.28.6.14)

フロートによる沿岸流測定法について

正員 真嶋 恭 雄\*

ON THE METHOD OF ANALYSIS OF COASTAL CURRENTS BY FLOAT OBSERVATION

(JSDE Oct. 1953)

Yasuo Mashima, C.E. Member

**Synopsis** In the design of harbour works and shore protections, the knowledges of coastal currents are essential factors. When the coastal currents are observed by rod-floats, we can find the steady current, tidal current and drift from the float velocities and their directions using the author's method of analysis, which is described in this paper. He discussed that float observations were very useful in the coastal current determination.

**要旨** 港湾及び海岸の構造物設計上重要な沿岸流をフロート観測によつて測定した場合、その要素である定常流、潮流及び風による流れの解析法を述べ、この実例を示した。さらに沿岸流観測にはフロートは流速計に比してきわめて適切であることを述べた。

(I) 概 説

港湾及び海岸防護工設計上海岸における波浪及び沿岸流を詳細に知らなければならない。しかるにこれ等の調査には現在主として風向及び風速とその継続時間、Fetch 等により推定しているが、その海岸の特性を確認するためには波高及び沿岸流の実測を行う必要

がある。このため最も簡易な棒フロートによる沿岸流の測定及び解析法もまた重要である。すなわち流速計またはフロートによつて測定せる流向及び流速を定常流、潮流及び風による沿岸流の 3 つに分解し、それぞれの特性を知らなければならない。流速計の場合一点において少なくとも一昼夜の連続観測により無風ならば定常流及び潮流は調和解りによつて計算できる。もし風のある時は風のために生ずる沿岸流を分離するためにさらに長期間の観測を行うかまたは風による沿岸流を計算によつて推定しなければならない。この推定には海岸特性を示す係数を知らなければならない。この推定を知るにとどまることになる。ここに棒フロートによ

\* 北海道大学助教授，工学部土木教室

る流向と流速から定常流、潮流及び風による沿岸流の解析法と、沿岸流推定の際の海岸特性を示す常数の決定法を述べる。

### (II) フロートによる沿岸流の測定法

フロートは測定せんとする水深に抵抗板が達するように製作し、水面上の陸上より目標となる部分は風をなるべく受けないように小さくする。このため海岸より400~500m以上離れる時は海面と空の色及び太陽の位置が種々変化すると識別がきわめて困難となる。これを避けるため赤黒白黄等に配色して背景と明瞭に区別できるようにする。黄と白は注意してしないと判別が困難となる。著者がこれまで使用したフロートは

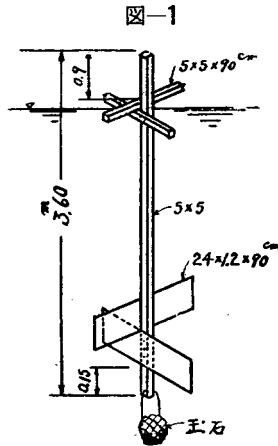


図-1

図-1のごとく垂

木と4分板を使用し、水面上は着色した。重錘は4kg程度の玉石を12番針金で取りつける。木板は乾燥していると水中に入れてから水を吸収して次第に沈下し判別できなくなることがあるため水面にくる部分に十字に垂木を取りつけた。沿岸

流測定の海面を一様に覆うようになるべく多数のフロートを同時に投入するので1本ごとに異なる配色とする。前記の色以外では区別がきわめて困難のようである。またフロートは自由に廻るので左右対称とする。このフロートを船によつて測定海面の流れの上流側に投入する。風向、海潮流を考え、あるいは適当位置に1個のフロートを投入して流れの傾向を知つてから、陸上観測点より観測し得る位置に投入しその位置、時刻、水深、着色及び投入順序を記録しておく。

陸上ではフロート投入前より潮位、風向、風速を少なくとも1時間ごとに観測する。またフロート観測は各季節ごとに、時刻は落潮時及び漲潮時に、風向も海岸に対し種々の風向の時に実施すべきである。無風の時は定常流及び潮流の観測に最も都合であるが風による沿岸流の特性を知るためには適当なる風のある場合に実施するようにする。

海面上のフロートの位置は時刻に対して正確に種々の方法で測定する。その方法として、(1)陸上からの写真測量、(2)陸上2基点からの同時測角、(3)陸上1地点からの測角と測距離による距離測定、(4)フロートの数が少なければ船にて追尾してセキスタントに

て位置測定、(5)夜間はフロートに乾電池による豆電球を附し2地点にて同時測角を行うかまたは写真機を一定点に据え開放したままにして流路を撮影しときレンズを閉めて切断しその時刻を記録する<sup>1)</sup>。著者が(2)の方法による時は2基点間を400m前後にとり有線電話を仮設してトランシットにて同時測角を行い時刻、水平角、垂直角を記録する。垂直角は次回に同一フロートの位置を探す時の便宜のためである。写真測量ではなるべく測定海面を一望に見下せる高所にて撮影すべきである。広大な海面の沿岸流観測にはヘリコプター、アドバルーン等による空中写真測量が利用できるものと思う。

基点位置及び基線の方向角は最寄りの三角点を使用して決定し、その標高は水準点より求め、潮位観測の量水標または自記験潮機の基準面の高さも水準点と連絡してその関係を求めておくようにする。観測は各季節ごと、または数年間にわたり行う場合があるので基点は強固に設置して準備作業が簡単になるようにする。

フロートは再三使用すべきであるがその拾集はかなり困難な作業で多くは流失してしまう。ことにフロートはなるべく安価な有りあわせのものを使用した方がよい。なお観測の支障を生じないように水上保安庁、漁業組合等を通じて衆知させるようにする。沖合の海流に乗つて遠く流れ去つたフロートの位置、時刻を漁船その他が発見した場合通報するように連絡できれば海流標と同様の効果をあげることができる。

しかしフロートは波浪により破損しやすいためか著者は未だ通報に接したことがない。

### (III) 測定値より沿岸流の計算

沿岸流 (Coastal Current) は一般的に外洋における海流による通常の流れ (Steady current)、潮汐による潮流 (Tidal current) 及び風により生ずる波浪にともなう沿岸流 (Drift current, 狭義の沿岸流) の三者よりなる。定常流は沖を流れる海流の一部で短期間ではほぼ一定の流速、流向であると考えられるが季節的にまたは長年の間には相当の変化がある。

フロートの形状、大きさにより流速に多少の変化があるはずであるが、抵抗板が充分大きく水面上に在る部分が小さければフロートの流速はほぼ沿岸流の流速を示すものとしてさしつかえない。精密に流速を求めするためには実験によつて係数を決定すればよいが實際上あまり必要がなく、かかる場合は流速計にて適当な箇所と同時に観測してフロートの流速と比較して係数を決定するようにする。

前節の方法により各時刻におけるフロートの位置を

新

刊

詳細内容  
見本進呈

経営者・技術者

並に学徒必携の

完璧なデータブック!

東京工業大学統計工学研究会編

編集委員長 東京工業大学教授  
理学博士 河田龍夫

# 統計工学ハンドブック

☆ 統計理論の解説と実務応用の最高便覧 ☆

統計は社会・経済との関連において重要な役割を果たしてきた。確率論の進歩と数理統計学の発達はただに経済的現象や社会的現象の解明に役立つのみでなく、広く工学全般にも適用され、これが導入は各種産業部門における生産の質的向上や経営の合理化等に顕著な成果を発揮し、大量生産に革命的な方式をもたらした。

- 第 I 編……数理編
- 第 II 編……共通編
- 第 III 編……工業編
- 第 IV 編……関連編
- 第 V 編……資料編

本ハンドブックは斯学の専門家・現場技術者の参加協力を得て、確率・数理統計学の理論とその工学的応用を詳細・体系的に集大成した我国唯一の書。豊富な数表・図表・内外の諸文献は各種産業別に記載した具体的応用例と共に学者・工場技術者の貴重なデータブックであり、又経営担当者・学徒の好参考書である。

## 本書の特色

- 最新のデータブック!
- 豪華な最高執筆陣!
- ユニークな協同編集!
- 厳正・豊富な内容!
- 詳細な文献目録!
- 懇切・周到な索引!
- 優れた実用性!
- 鮮明な印刷・堅牢な製本!
- そして何よりも  
使いよい便利な便覧!

## 短期特価提供

特価 ¥1,700円

切 昭和28年11月30日

定価 ¥1,900円 千50円  
 地方定価 ¥1,950円 千50円  
 A5判・8P 横1段組・1300頁  
 特製函入・特漉上質紙・クロース装

株式 会社



# 技報堂

東京都港区赤坂溜池5番地  
振替東京10番 電話赤坂 3834-5



# 推薦のこ と ば



法政大学 統計学 博士 大内 兵衛

統計ならびに統計的方法が経営管理の各部門で活発に用いられるようになった。わが国においては、統計工学が統計体系のなかで重要な部分を占めるようになったのは近年のことであるが、これは当然のことである。そのとき、河田教授を中心として多くの専門家が、三年協力をつとめられ、その結果を『統計工学ハンドブック』として出版されるようになったのは、この上もなくよろこばしいことである。

私は、この本が多くの人々に利用されて、日本の産業が統計にたいする愛情を以つてつちかわれ、それが健全に発達することを希望する。

日本経済団体連合会会長 石川 一郎  
日本科学技術連盟会々々長

政治、経済、生活の全般に涉り密接な関係をもつ統計が、我国では従来あまり関心をもちたれなかつたので、先進諸外国に比らべて其の普及が極めて遅れていた。

戦後、科学思潮が高まり、合理性が強調されるにつれ数字で示されたデータ、即ち正確な統計の重要性が認識され、各般に亘つて応用されてきたことは喜ばしい傾向である。

『統計工学ハンドブック』は新しい統計学の上に立つて、企業経営の全般にわたる統計の認識と実際について述べられているものであるが、執筆者中には、本連盟の統計的品質管理、市場調査、オペレーション・リサーチ等のグループの諸君も多数参加している。

経営者並に技術者の必携に値するものと確信するので敢て推薦して已まない次第である。

## 目 次

### 数 理 編

統計工学に必要な基礎理論の解説

1. 総 説 (確率・統計)
2. 確率論 (組合せ確率論, 確率変数, 分布論, 極限定理, Recurrent-event, Renewal theory, 確率過程, 彷徨運動, 確率微分方程式, エルゴード論漸近分布 他)
3. 統計 (数理統計概説, 標本論, 統計的推定, 統計的検定, 時系列解析, 調和解析, 標本調査法 他)

### 共 通 編

各工業分野に共通な統計的方法の詳解

1. 観測整理 (測定誤差, 機器の精度と感度, 補間法, 最小2乗法, データのまとめ, 曲線のあてはめ方法カード・サンプリング, 推計紙)
2. 統計的品質管理 (管理図法, 工場実験法, 標準化)
3. 統計の実験計画法 (変量分析法, 配置法)
4. 統計的抜取検査 (抜取検査, 計量検査, 抽出検査)
5. 物理・化学における統計 (ゆらぎ, 計数器, 統計力学, 統計熱力学, 量子論における統計, 統計的物性論, 結晶統計, 反応速度, 応用物理 他)
6. 統計用機器 (統計機械・器具用品, 電子計算機他)
7. O.R. (オペレーションズ・リサーチ)

### 工 業 編

各工業別に關係ある總ての統計事項の解説

1. 機械工業 (機械加工, 仕上組立, プレス, 鋳物工場)

### 関 連 編

工業以外の関連分野における統計技法の実用例

1. 工業経営 (生産管理, 労務管理, 給与管理, 購入販売, 原価管理, 予算統制, 監査)
2. 市場調査 (資料収集, 市場分析, 市場予測)
3. 世論調査 (調査法, サンプリング, 質問票, 製表)
4. 関連産業 (農業, 林業, 水産業, 畜産業 他)
5. 運輸業 (輸送, 運転, 保線, 經理 他)
6. 保健 7. 気象

### 資 料 編

統計工学に必要な各種資料の集録とその解説

1. 数学公式 (代数, 幾何, 微積分, 函数方程式 他)
2. 定数 3. 数表 4. 図表 5. 参考書

### 索 引 編

用語便宜を兼ね検索に便利を図つた便利索引

- 索引 (1. 事項別索引 2. 人名別索引)



さらに風による沿岸流の海岸に平行な流速は次式で表わすことができることを先に著者が発表してある<sup>2)</sup>。

$$v = K \left( \frac{V \sin 2\alpha}{1 + \frac{10}{t}} \right)^{\frac{1}{2}} \eta \dots \dots \dots (7)$$

ただし

$$\eta = \left( 1 + b \frac{V}{F} \right)^{-\frac{2}{3}}$$

V: 風速 (m/sec) F: Fetch (km)

t: 同じ風向の継続時間 (時)

K 及び b: その海岸特有の常数

v: 風による沿岸流の海岸に平行なる流速 (cm/sec)

(2) に (6) より求めた  $\gamma'$  及び観測せる  $v_1, \gamma_1$  及び  $\gamma$  を入れて風による沿岸流の流速  $v_0$  を計算できる。従つて

$$v = v_0 \cos \alpha \dots \dots \dots (8)$$

であるから風による沿岸流の海岸に平行なる流速  $v$  を

図-3 羽幌港調査図 (II) (Float 1952.8.2)

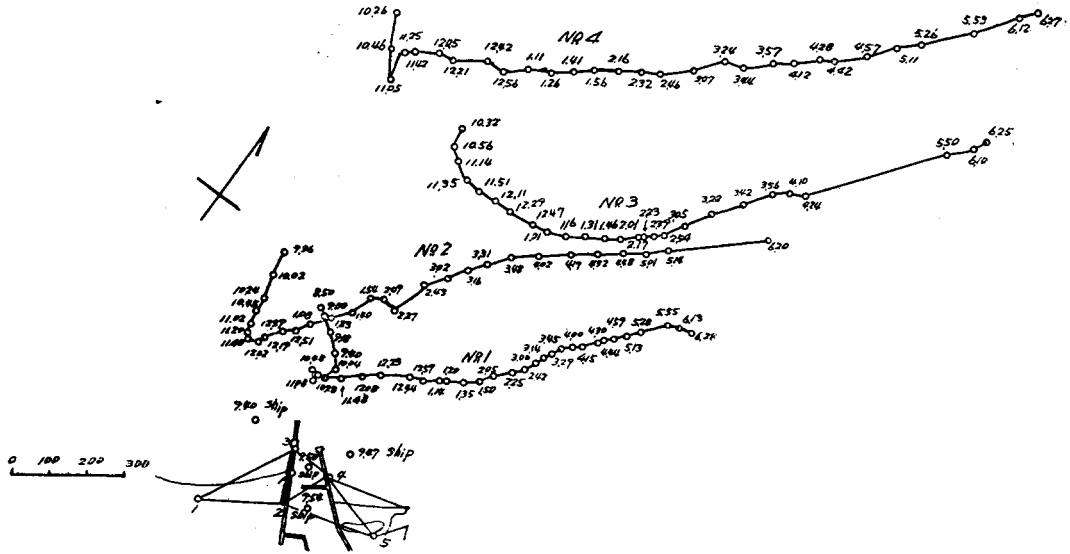


表-2 沿岸流 (II)

NO	日	時	風速	風向	流速	観測	計算	NO	日	時	風速	風向	流速	観測	計算	NO	日	時	風速	風向	流速	観測	計算	
1	10	10	1.82	117.2	612			1	10	10	1.98	116.24	771			1	10	10	1.75	117.2	612			
2	10	11	1.71	126.75	711			2	10	11	1.52	15.77	387			2	10	11	1.75	117.2	612			
3	10	12	1.62	136.59	711			3	10	12	1.51	16.8	302.5	771			3	10	12	1.62	136.59	711		
4	10	13	1.68	149.81	702			4	10	13	1.74	32.71	629			4	10	13	1.68	149.81	702			
5	10	14	1.59	160.51	627			5	10	14	1.59	30.51	627			5	10	14	1.59	160.51	627			
6	10	15	1.37	170.21	580			6	10	15	1.42	32.72	682			6	10	15	1.37	170.21	580			
7	10	16	1.22	174.41	582			7	10	16	1.22	33.01	682			7	10	16	1.22	174.41	582			
8	10	17	1.09	171.51	578			8	10	17	1.09	32.01	689			8	10	17	1.09	171.51	578			
9	10	18	1.06	164.7	576			9	10	18	1.06	32.01	689			9	10	18	1.06	164.7	576			
10	10	19	0.92	151.7	578			10	10	19	0.92	32.01	689			10	10	19	0.92	151.7	578			
11	10	20	0.82	137.7	578			11	10	20	0.82	32.01	689			11	10	20	0.82	137.7	578			
12	10	21	0.72	124.7	578			12	10	21	0.72	32.01	689			12	10	21	0.72	124.7	578			
13	10	22	0.62	112.7	578			13	10	22	0.62	32.01	689			13	10	22	0.62	112.7	578			
14	10	23	0.52	101.7	578			14	10	23	0.52	32.01	689			14	10	23	0.52	101.7	578			
15	10	24	0.42	91.7	578			15	10	24	0.42	32.01	689			15	10	24	0.42	91.7	578			
16	10	25	0.32	81.7	578			16	10	25	0.32	32.01	689			16	10	25	0.32	81.7	578			
17	10	26	0.22	71.7	578			17	10	26	0.22	32.01	689			17	10	26	0.22	71.7	578			
18	10	27	0.12	61.7	578			18	10	27	0.12	32.01	689			18	10	27	0.12	61.7	578			
19	10	28	0.02	51.7	578			19	10	28	0.02	32.01	689			19	10	28	0.02	51.7	578			
20	10	29	0.02	41.7	578			20	10	29	0.02	32.01	689			20	10	29	0.02	41.7	578			
21	10	30	0.02	31.7	578			21	10	30	0.02	32.01	689			21	10	30	0.02	31.7	578			
22	10	31	0.02	21.7	578			22	10	31	0.02	32.01	689			22	10	31	0.02	21.7	578			
23	10	32	0.02	11.7	578			23	10	32	0.02	32.01	689			23	10	32	0.02	11.7	578			
24	10	33	0.02	1.7	578			24	10	33	0.02	32.01	689			24	10	33	0.02	1.7	578			

各時刻各点について求めることができることになる。この  $v$  と (7) 式の  $v$  とを比較することによつて観測海面特有の常数  $K$  及び  $b$  を決定できる。常数が決定されると測候所の記録より既往の最大風速、方向、継続時間を求めて (7) より最大の  $v$  を、また (8) より最大の  $v_0$  を計算できることになる。この最大の沿岸流速と定常流及び潮流が港湾施設または海岸防護工の設計に用いられるものである。

なお前に潮流と定常流を含めて潮流が一樣と考えられる時間について  $v'$  を計算したが、各時刻についての  $v'$  が同様にして求められた時はこれを普通の調和分解の方法によつて定常流と潮流とに分解すればよい。

(IV) 実測例

前節の方法を北海道北西海岸の羽幌港について実施したが、その時のフロートは図-1 のもので流路は2基点間電話連絡によりトランシットによつて観測した。その流路は図-3 のとおりで結果は表-1 及び表-2 である。

またこの海岸の風向関係及び観測当時の風速、風向は表-3.4 に示す、この海岸は潮差約 30 cm で観測当時は1日1回潮の落潮時であつたので潮流は小さく

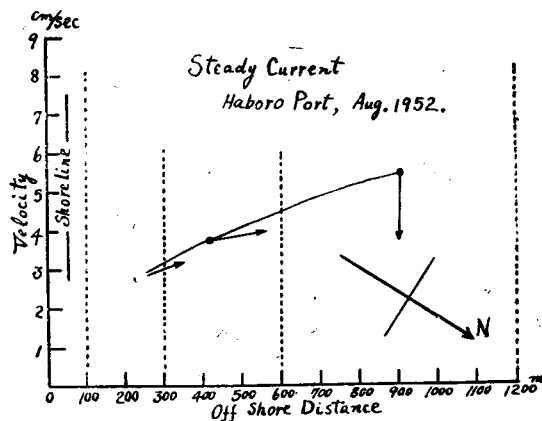
表-3 (羽幌港)

風向	N	NNE	NE	E	ESE	SE	SES	S	SSW	SW	SWW	W	WNW	NW	NNW
観測風速	28	22.5	22.5	24.5	27.0	29.5	31.5	33.75	0	22.5	45	67.5	90	112.5	135
流路	123	143.5	160	176.5	193	213	233.5	250	266.5	283	303.5	320	333	355.5	379
流路	0	0.007142857	0.014285714	0.021428571	0.028571429	0.035714286	0.042857143	0.050000000	0	0.057142857	0.114285714	0.171428571	0.228571429	0.285714286	0.342857143
cos $\theta$	1.0	0.999999999	0.999999999	0.999999999	0.999999999	0.999999999	0.999999999	0.999999999	0	0.999999999	0.999999999	0.999999999	0.999999999	0.999999999	0.999999999
種別	南下海風	南下海風	南下海風	南下海風	南下海風	南下海風	南下海風	南下海風	北陸風	北陸風	北陸風	北陸風	北陸風	北陸風	北陸風

表-4 (羽幌港, 1952)

時刻	$\theta^{\circ}$	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7:30	風向	N	N	NNW	N	N	N				
7:30	風速	2.8	4.6	5.0	5.5	6.3	6.5				
8:2	風向	NNW	NW	W	SWW	NNW	W	NW	W	NNW	W
8:2	風速	4.2	2.4	2.4	3.4	3.6	3.6	1.7	1.1	2.2	1.3

図-4



一樣であるとして全観測について区域を海岸より 100 ~ 300 m, 300 ~ 600 m, 600 ~ 1200 m, の3つに分けて計算した。その結果は表-5 となり、その状態は図-4 のようになった。

これより距岸 600 ~ 1200 m の定常流

表-5 (Aug. 1952)

距岸	$v'$	$\theta'$
100~300 m	2.77 cm/sec	304°54'
300~600 m	3.72	316°40'
600~1200 m	5.46	59°25'

はほぼ海岸に平行に北上しており 600 m

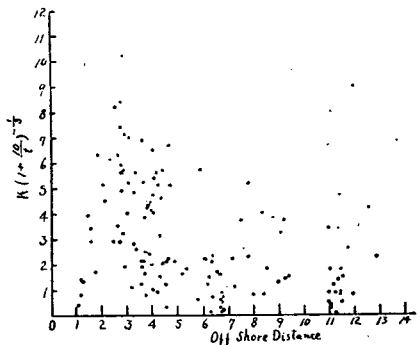
以内の海面ではこの反流としての微弱な南下流が羽幌港を中心とする浅い湾内に存在することがわかつた。また 600 m 以内の定常流が沖に向つていることは落潮の潮流の影響と考えられる。なお羽幌港と焼尻島間の横断観測を行つた際に約 20~30 cm/sec の北上海流を観測したがこの一部が羽幌港沖の定常流となつているものであろう。

表-5 を用い (2) 式及び (8) 式より  $v$  を計算する。また (7) 式において観測当時の風向は海風であつたので下が大きいから  $\eta=1$  と測定して  $\{V \sin 2\alpha\}^{\frac{1}{3}}$  を計算し

$$\frac{v}{\{V \sin 2\alpha\}^{\frac{1}{3}}} = K \left(1 + \frac{10}{t}\right)^{-\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (9)$$

の左辺に入れて各観測値に対して  $K \left(1 + \frac{10}{t}\right)^{-\frac{1}{3}}$  を求めた。これを海岸よりの距離に対して図示すると図-5 のようになった。

図-5



これに風の継続時間の平均  $t$  を表-4 より求め、図-5 の区域別の平均値に入れると大体次のようになる。

- 距岸 100~300 m  $K=8.8$
- 300~600 m  $K=6.9$
- 600~1200 m  $K=5.8$

すなわち海岸に近いほど流速が大きいことになった。しかし風速は陸上にて観測し観測海面上に一樣である

