

# 港湾技研資料

TECHNICAL NOTE OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 784      Sep. 1994

沿岸域の飛沫に関する現地調査  
—津田における現地調査結果とアンケート調査結果—

村 上 和 男  
山 田 邦 明  
西 守 男 雄

運輸省港湾技術研究所



# 目 次

要 旨 .....	3
1. はじめに .....	3
2. 沿岸域の環境と飛沫の発生 .....	4
2. 1 沿岸域の環境 .....	4
2. 2 飛沫の発生 .....	4
3. 津田における飛沫の現地調査 .....	5
3. 1 現地調査の方法 .....	5
3. 2 現地調査結果 .....	8
4. 現地データの解析と考察 .....	13
4. 1 飛沫による塩分付着量の分布 .....	13
4. 2 重回帰分析による飛沫の飛散量の算定 .....	14
4. 3 現地調査結果に関する考察 .....	19
5. 飛沫に関するアンケート調査 .....	21
5. 1 アンケート調査内容 .....	21
5. 2 アンケート調査結果 .....	21
5. 3 アンケート調査結果のまとめ .....	25
6. まとめ .....	26
参考文献 .....	26
付録 .....	27

# Field Studies on a Spray of Salt Water in Coastal Regions - Observation Results at Tsuda Coast -

Kazuo MURAKAMI \*

Kuniaki YAMADA \*\*

Danwo NISHIMORI \*\*\*

## Synopsis

This paper describes field observation results of a spray of salt water and questionnaire results for its damages, which are carried out at Tsuda Coast in Kagawa Prefecture. A spray is splashed up from seawater by wind and wave actions, and transported to inland area by wind. A spray causes several damages to electric goods and agricultural products, because the spray contains salinity.

In this study, the authors collected and analyzed the field observation results of spray distributions, which are observed every month for three years, and natural condition data such as winds, waves, tides, etc. And they carried out a questionnaire investigation to regional persons in order to make clear the relationship between the amount of spray and the damage suffered by spray.

From these analyses, following results are concluded. The amount of spray in Tsuda Coast region can be estimated by wind speed and wind direction by using multi-regression analysis. The amount of spray can be reduced by marine structures like a detached breakwater or trees planted in coastal region. When the amount of spray is large, the spray contains large and small size salt water particles. On the other hand, when the amount of spray is small, the spray contains only small size salt water particles.

---

\* Chief of Environmental Hydraulics Laboratory, Marine Hydrodynamics Division

\*\* Ex-Member of Environmental Hydraulics Laboratory, Marine Hydrodynamics Division

\*\*\* Member of Environmental Hydraulics Laboratory, Marine Hydrodynamics Division

# 沿岸域の飛沫に関する現地調査

## —津田における現地調査結果とアンケート調査結果—

村上 和 男\*  
山田 邦 明\*\*  
西 守 男 雄\*\*\*

### 要 旨

本報告は、沿岸域の飛沫の実態を把握するために、香川県の津田港において実施した飛沫量分布の現地調査、およびアンケート調査結果について述べたものである。飛沫は、波と風によって海面から飛び出した非常に細かい海水滴である。これが、風による輸送によって内陸部にもたらされる。この飛沫の中に含まれる塩分によって、電気製品の錆や農作物の枯れ等の塩害被害を発生させる。

本研究において、飛沫の発生に関係すると思われる波・風・潮位等の自然条件を測定するとともに、沿岸域の飛沫分布の測定を月1回の頻度で約3年にわたって行い、飛沫分布と自然条件との関連を把握した。また、飛沫の平面分布から、どのような対策が飛沫軽減に有効かの検討を行った。さらに、アンケート調査結果から、飛沫量分布と沿岸域に住む住民の被害意識との相関を求めた。

以上の結果から、沿岸域の飛沫量は、重回帰分析により風速と風向によって算定できることが示された。また、離岸堤等の海岸性状、海岸での植栽により飛沫量は軽減可能であることが示された。さらに、飛沫量の多いときは大きな粒径の海水滴が多く、少ないときは細かい粒径の海水滴によることが示された。また、地域住民のアンケート調査結果から、住民の被害意識の程度と年間の塩分付着量との関係が示された。

### 1. はじめに

近年、より豊かな生活空間として、さらに水際線への触れ合い空間として等、沿岸域の利用が盛んになっている。この中で、海とのふれ合いの場としての安全で豊かな海岸空間の創造、憩いの場としての良好な景観の創出が海岸整備に要請されている。

海からの飛沫は、海岸付近に住む人々にとって、塩害という災害をもたらす原因物質であり、あまり望ましいものではない。飛沫は、周辺の民家における電気製品等の金属の錆、庭木や樹木および農作物等に影響を及ぼすばかりでなく、コンクリート構造物や、電柱の碍子等にも悪影響を与えており、何らかの軽減対策が望まれる。

飛沫による塩害を軽減する方策として、飛沫の発生量を減らす方法と発生した飛沫の民家等への輸送を減らす

方法とが考えられる。このような飛沫被害の軽減のための方策を検討するに際し、実際の飛沫の発生メカニズム、およびその輸送メカニズムを把握する必要がある。

以上のような観点から、飛沫に関する実態調査を香川県の津田港において約3年にわたって行った。飛沫の発生・輸送のメカニズムを把握するためには、飛沫発生量と飛沫発生要因としての対象海域の波、および沿岸域の風等の自然条件との関係を求める必要がある。したがって、波・風・潮位等の連続観測もあわせ実施した。

本研究においては、上記のような現地調査を実施するとともに、観測された飛沫量の分布が沿岸域に住む人々にどのような被害を与え、かつどのように認識しているのかを調査する目的で、アンケート調査を実施している。これらの調査結果を通して、飛沫の発生・輸送と自然条件との関連を把握するとともに、どのような海岸性状が

\* 海洋水理部 海域環境研究室長

\*\* 前海洋水理部 海域環境研究室（現第一港湾建設局 金沢港工事事務所）

\*\*\* 海洋水理部 海域環境研究室

飛沫の発生が少ないか、どのような対策が被害の軽減に有効かを把握した。また、アンケート調査結果より、飛沫量をどの程度減少させれば、沿岸域に住む人々にとっての被害がなくなるかの数値目標が得られた。

## 2. 沿岸域の環境と飛沫の発生

### 2.1 沿岸域の環境

図-1に最近の典型的な沿岸域の環境整備における海岸性状と飛沫の飛散の概観を示す。海岸は、人々に多くの恵みと憩いと安らぎの場を与える一方で、そこに住む人々に様々な被害を与えてきた場所である。海からの飛沫の飛散もその被害の一つである。飛沫による被害は一般的には塩害と呼ばれている。

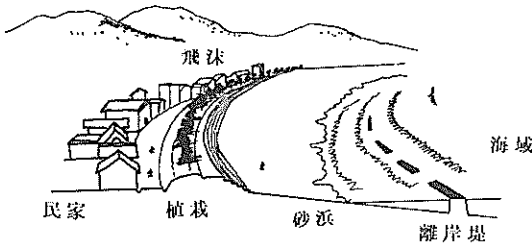


図-1 海岸環境整備と飛沫の飛散

飛沫の飛散は、海塩粒子の付着や塩分の長期の蓄積により、洗濯物や自動車・電気製品等の一般家庭製品、コンクリートの腐食等の建設構造物、送電線の碍子の錆等の電力施設、あるいは草木が枯れるという農作物への被害を与えている。

ある日本海側の小都市でのアンケート調査結果（第四港湾建設局，1988）によると、その地方の海岸部に住む一般家庭のうち36%の家庭では越波や飛沫による被害が生じていると回答し、97%の人が飛沫による被害を意識していると回答している。飛沫の被害内容は多岐にわたっているが、もっとも多いものとしては金属類の錆による腐食があげられる。特に、テレビのアンテナ、雨樋、自動車等の錆が多く被害例として報告されており、その他塀や家屋の金属類の錆等の被害がある。また、農作物や庭木等の植物への被害も多く、海岸付近に住む住民にとって、塩害は大きな問題の一つである。

その他の被害としては、塩害によるコンクリート構造物の鉄筋の腐食、特に橋梁の腐蝕の被害がある。海岸から500m以内のコンクリート橋を対象にした建設省の塩害実態調査（建設省，1986）によると、約20%の橋梁に塩害の被害が認められ、特に冬季の季節風の強い北陸や

鳥島である沖縄での被害が多いところから、長期間にわたる潮風や海水の波しぶき等を受けることに原因があると報告している。

図-2に、大気中のNaClの量と鉄の腐食量の関係を示す。金属の腐食は、金属が酸素と化合して電子を奪われ陽イオンになることであり、海水に含まれている塩素イオン（Cl<sup>-</sup>）は腐食を促進するイオンとして知られている。したがって、海岸付近に飛来するしぶきや飛沫によって、多くの金属製品が錆等の腐食の被害を被ることになる。

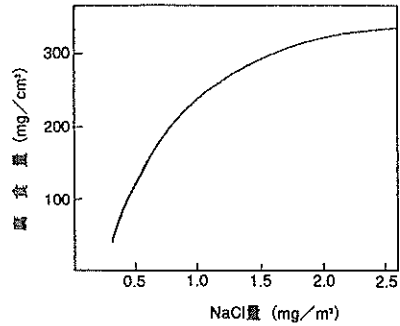


図-2 大気中のNaClの量と鉄の腐食量との関係

このように、海岸部にすむ人々にとって、しぶきや飛沫の被害は非常に大きく、これらの飛散量を軽減することは、生活環境上重要なことである。

### 2.2 飛沫の発生

塩害は、飛沫による海塩粒子の波と風との作用による空気中への飛び出し、および風による移流と拡散によって陸上に輸送され、いろいろな物質に付着して発生する。図-3に海水滴の大きさと飛沫の現象についての関係を示す。海水滴の大きさは数ミクロンから数百ミクロンまであり、細かい霧のような状態から、比較的大きいしぶきの状態までとなっている。これらは、海面からの海塩粒子の飛び出しの機構、風による輸送形態も異なるものと思われる。

鳥羽（1966）によると、海塩粒子の発生は海面での気

	(λ)		(μ)				(mm)		(cm)
	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>0</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	
固 体	Fume							Bust	
液 体		Mist						Spray	
気 象			霧						雨
現 象			海塩粒子 (じんあい)						雨
			海塩球	飛沫 (飛沫)					波から飛沫

図-3 海水滴の大きさと飛沫の現象

泡の破裂による水滴の飛び出しであるとしている。ここで鳥羽が考えている海塩粒子は数ミクロン以下の非常に粒径が細かいもので、海岸から内陸部に数十km以上も輸送されるものを対象としている。

本研究では飛沫による沿岸域の生活環境への影響を考えているので、細かいものから大きいものまですべて対象にする必要があると思われる。しかし、飛沫量の軽減対策として考えている植栽や海岸性状による対策からは、海面での気泡の破裂により発生し、数十kmも輸送されるような非常に細かい海塩粒子については防ぐことは難しいものと思われる。したがって、本研究においては波頭のちぎれや砕波による波しぶき等の時に生じる比較的大きな海水滴の飛沫を主として取り扱うものとする。筆者らの波崎海洋研究施設における観測結果によれば(村上他, 1992)、飛沫の発生量は海岸に打ち寄せる波の波速と風速との相対速度に関係していた。特に、写真-1からみられるように、砕波寸前の波頭から風によって引きちぎられる波しぶき、および砕波時の海水滴の空中への飛び出しが飛沫の主因と思われる。このように、飛沫の発生には波と風が大きな要因となっている。



写真-1 飛沫の発生状況 (茨城県波崎海岸)

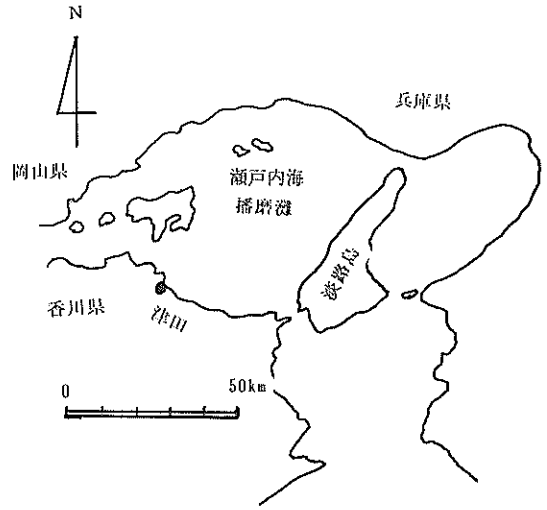


図-4 津田海岸の位置図

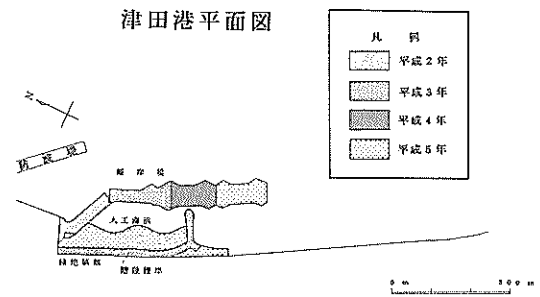


図-5 津田海岸の整備計画図

### 3. 津田における飛沫の現地調査

#### 3.1 現地調査の方法

飛沫の現地調査は、香川県によって津田海岸において実施された。津田海岸とは、図-4に示すように瀬戸内海の播磨灘西部に位置する風光明媚な海岸で、有名な津田の松原が隣接する。

香川県は、この津田の松原の北側の琴林地区の海岸が波により侵食され、背後の民家に越波や飛沫の被害が及んでいることから、平成元年度より「ふるさと海岸」整備モデル事業としての海岸整備を実施している。

図-5に津田港の海岸整備の実施計画を示す。人々か

ら海の景観を損ねていた従来の海岸護岸を撤去して、その前面に階段護岸を建設し、またその前面に人工海浜を、また約150m沖合いに離岸堤を建設して海浜を防護しようとするものである。また岸側は、背後の民家への越波、飛沫を軽減するとともに、住民の憩いの場としての緑地として、津田の松原と同様に松林による植栽を計画している。このように、海岸をより水に親しめる空間として、また周辺に対してもより高質な沿岸域の生活環境を目指して整備を実施している。

飛沫の調査対象区域の位置を図-6に示す。沿岸域の飛沫量は、波、風、潮位等の自然条件に左右されることから、図-6の白丸で示す地点においてそれらの観測を実施した。波の周期と波高の観測に関しては、沖合い約300m、水深7mの地点に超音波式波高計を設置し、2時間毎に20分間の連続観測を、風速・風向に関しては地上10mに設置された超音波式風向風速計により2時間毎の観測を実施した。また潮位に関しては、以前から津田



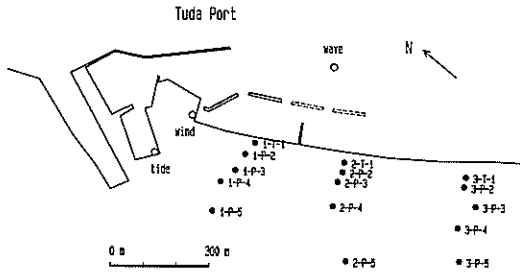


図-6 調査対象区域と飛沫調査地点

港に設置されているフース型潮位計による連続観測のデータを利用した。その他、降雨量に関しても津田町の町役場で観測したデータを収集した。

飛沫の付着量に関しては、図-6の黒丸で示すように海岸線に垂直に3測線、各測線にはそれぞれ海岸線から約300mまでの間に5測点を配置し、合計15測点での観測が実施された。海岸汀線寄りの3測点では観測タワーを建設し、内陸側の12測点では観測ポールを建設した。写真-2、3にその観測タワーおよび観測ポールの一例を示す。各測点のタワーあるいはポールにおいて、地上から2m間隔で高さ10mまでの5カ所に飛沫付着量測定のためのガーゼを設置した。図-7にタワーとポールの概観図を示す。

大気中の塩分の測定方法にはいくつかの方法が提案されているが(寺部, 1987), ここでは比較的粒径の大きな飛沫を対象としているので、ガーゼ法によった。ガー



写真-2 観測タワー (測点1-T-1)



写真-3 観測ポール (測点1-P-5)

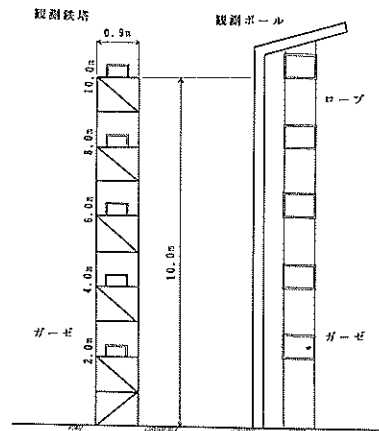


図-7 観測タワーと観測ポールの概観図

ゼ法には、乾式ガーゼ法と湿式ガーゼ法がある。図-8の左が乾式で右が湿式である。図-8(a)の乾式ガーゼ法は本調査で主として用いた方法であり、10cm×10cmの正方形の枠内にガーゼをとりつけたものである。この方法で重要なことは、空気中の塩分をガーゼに付着させることであるので、測定点において空気の流れを阻害しないことである。そういう意味では、ここで用いたガーゼ法はどちらも若干問題はある。しかし他の方法に比べて比較的空気の流れを阻害することの少ない乾式ガーゼ法は大気中の塩分量を簡易に測る方法として、また大気

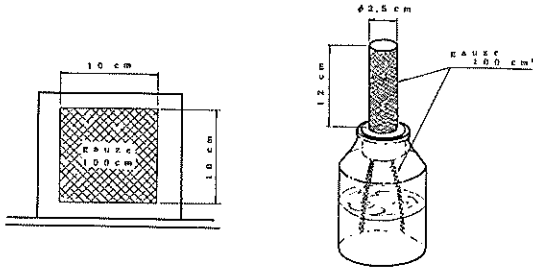


図-8 ガーゼの取り付け図  
(左：(a)乾式ガーゼ法，右：(b)湿式ガーゼ法)

中の塩分量の相対値を測る方法としては適切であると考  
えられる。また図-8 (b)には、湿式のウェットキャン  
ドル法のガーゼの取り付け法を示す。φ = 25mm, L

=120mm の筒に湿らせたガーゼを巻き付けたものであ  
る。湿式の場合、飛沫に含まれる塩分はガーゼに付着し  
やすいと思われるが、周囲の空気の流れを阻害する欠点  
を持っているものと考えられる。

表-1 に飛沫の付着量の観測実施日を示す。観測はほ  
ぼ月1回の割合で実施された。雨が降ると、ガーゼに付  
着した塩分が流されてしまうので、比較的天気の良い日  
を選んで実施されている。飛沫量の算定は、図-6 の15  
地点（各地点、高度2m~10mの5測点で合計45測点）  
においては大気中に約24時間放置したガーゼに付着した  
塩分量より求めた。また、長期的な傾向を知る目的で、  
ガーゼの放置期間を1カ月間にした場合の調査も海岸線  
よりの観測タワーの測点で並行して行われた。本調査で  
は、短期の24時間の飛沫量に対しては乾式ガーゼ法によ

表-1 飛沫付着量の観測実施日とその気象条件

調査回数	調査日	平均風速	平均風向	平均波高	最高潮位	雨量
1回目	1991-08-23	3.2m/s	E	15cm	2.14m	0.0mm
2回目	1991-09-25	5.6	E	28	1.64	0.0
3回目	1991-10-08	2.3	NNE→WSW	19	1.64	0.0
4回目	1991-10-23	3.2	ENE	23	1.83	0.0
5回目	1991-11-01	2.1	WSW	12	1.75	0.0
6回目	1991-11-15	1.9	W	10	1.67	0.0
7回目	1991-11-21	2.0	WSW	8	1.88	0.0
8回目	1991-11-29	1.7	WSW	12	1.78	0.0
9回目	1991-12-26	4.8	E	30	1.74	13.0
10回目	1992-03-24	1.8	NNW	8	1.53	0.0
11回目	1992-05-22	1.9	*	11	1.62	0.0
12回目	1992-06-24	2.7	W→E	(12)	1.19	0.0
13回目	1992-07-21	1.6	*	(11)	1.11	0.0
14回目	1992-08-27	4.2	ESE	(20)	1.24	0.0
15回目	1992-09-28	3.6	SE	(18)	1.45	20.5
16回目	1992-10-21	2.9	W	(12)	1.37	0.0
17回目	1992-11-24	1.8	W	(10)	1.55	0.0
18回目	1992-12-24	3.9	W	(8)	1.59	0.0
19回目	1993-01-25	2.7	W	8	1.39	0.0
20回目	1993-02-25	2.4	E→WSW	8	1.05	0.0
21回目	1993-03-25	1.5	*	8	1.26	0.0
22回目	1993-04-22	1.4	*	10	1.21	4.5
23回目	1993-05-27	1.4	*	9	1.26	0.0
24回目	1993-06-24	1.6	*	10	0.94	0.0
25回目	1993-07-22	2.2	NE	12	1.08	0.0
26回目	1993-08-24	1.7	SW→NE	10	1.11	0.0
27回目	1993-09-24	1.8	SW	8	1.10	0.0
28回目	1993-10-20	2.0	SW	8	0.95	0.0
29回目	1993-11-24	2.0	W	6	0.75	0.0
30回目	1993-12-24	2.4	W	7	0.94	0.0
31回目	1994-01-24	2.0	WSW	6	1.14	0.0

注) \*は風向が定まらない。→は風向が変化した。( )は波高の推定値。



り、また長期の1カ月間の飛沫量に対しては乾式と湿式の両方の方法で行った。

図-9にガーゼに付着した塩分の測定法を示す。まず、24時間あるいは1カ月間空气中に放置されたガーゼを50mlの蒸留水の中に入れ、20分煮沸して、ガーゼに付着した塩分を溶かし込む。次に、蒸留水に溶けた塩分濃度を測定して飛沫の付着量を算定した。塩分濃度の測定はガスクロマトグラフィーによる方法を用いた。この方法による塩分の検出限界は0.1mg/lである。

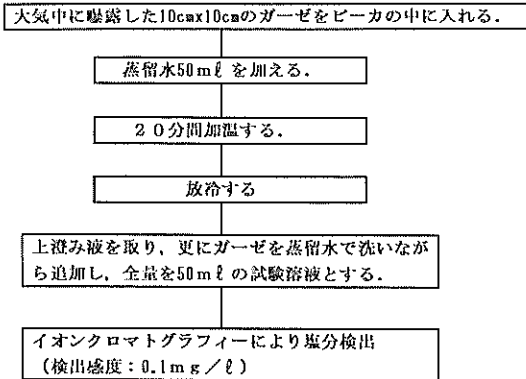


図-9 塩分の測定法

### 3. 2 現地調査結果

#### (1) 津田海岸の自然条件

津田海岸は北北西から南南東に延びた海岸で、北に小豆島を控えている。津田海岸に吹き寄せる風の吹送距離を図-10に示す。北北東から東にかけての方向の吹送距離が長い。

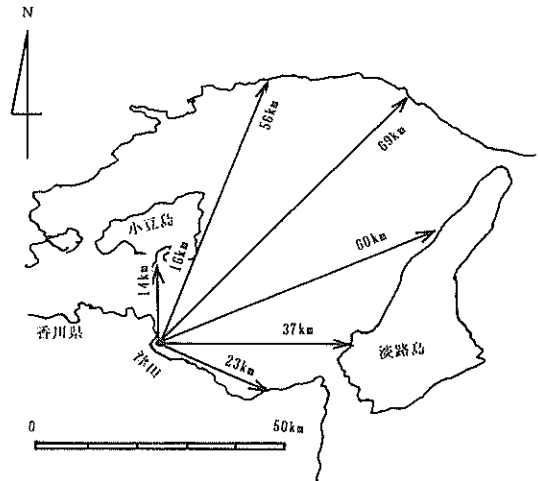


図-10 観測地点の地形と吹送距離

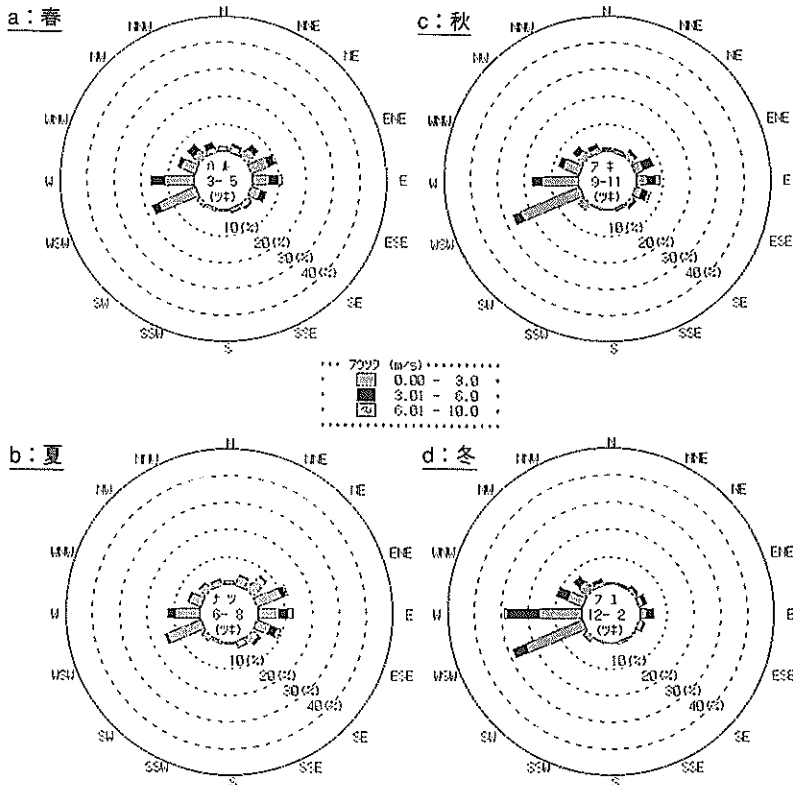


図-11(a) 津田海岸の風向の頻度分布 (a: 春, b: 夏, c: 秋, d: 冬)

図-6に示す地点において、波、風、潮汐の連続観測を平成3年から開始した。図-11に平成3年から2年間の風向別の風速の頻度分布図を示す。春期から夏期にかけては東の風と西の風がほぼ半々であるが、秋期から冬期にかけては西から西南西の風が多いことがわかる。また地形性の要因からか、南北成分の風が非常に少ない。風速は冬期の西風が比較的強く、これは冬期の季節風の影響が強くてしている結果である。

また同時期に測定された波の波高別・周期別頻度分布を表-2に示す。津田海岸は、瀬戸内海の播磨灘に面しているために吹送距離も短く、余り大きな波は来襲しない。平均波高は時化時で60~70cm程度、平常時は高々5~15cm程度である。

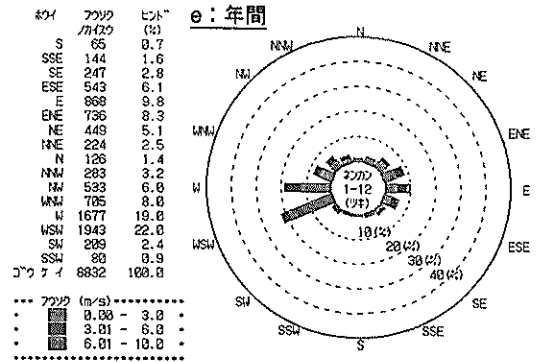


図-11(b) 津田海岸の風向の頻度分布 (e:年間)

表-2 波の周期別波高頻度分布 (平成3年~平成5年の2年間)

	3.0s 以下	3.0 ~ 3.3	3.3 ~ 3.6	3.6 ~ 3.9	3.9 ~ 4.2	4.2 ~ 4.5	4.5 ~ 4.8	4.8 ~ 5.1	5.1 以上	Total (%)
5cm以下	0	19	115	119	74	39	6	6	2	380 (5.7)
5~10cm	18	434	1110	1069	569	290	126	71	32	3719 (56.0)
10~15cm	26	349	361	220	151	115	60	27	11	1320 (19.9)
15~20cm	30	179	172	56	18	11	5	0	5	476 (7.2)
20~25cm	15	70	103	25	4	3	0	0	0	220 (3.3)
25~30cm	4	60	71	31	2	2	0	1	0	171 (2.6)
30~35cm	1	34	59	26	4	0	0	0	0	124 (1.9)
35~40cm	0	7	36	35	6	0	0	0	0	84 (1.3)
40~45cm	0	0	19	29	8	0	0	0	0	56 (0.8)
45~50cm	0	0	1	13	26	2	2	0	1	45 (0.7)
50cm以上	0	0	2	25	11	1	1	1	0	41 (0.6)
Total (%)	94 1.4	1152 17.4	2049 30.9	1648 24.8	873 13.2	463 7.0	200 3.0	106 1.6	51 0.8	6636 (100%)

次に潮汐の結果を示す。表-3に津田港の潮汐の調和定数を示す。この結果から、潮汐は比較的大きく、調和定数は半日周潮のM<sub>2</sub>潮で50.2cm、S<sub>2</sub>潮で14.2cmであった。また潮型指数  $(= (K_1 + O_1) / (M_2 + S_2))$  は0.86で半日周潮が卓越していることがわかる。

以上みたように津田海岸の平均的な自然条件は、潮汐は比較的大きく、波は穏やかで、風は冬期に西風が強くと、夏期は東風と西風が半々で比較的穏やかである。

(2) 飛沫量の調査結果

図-12に乾式ガーゼ法による24時間放置の測点2-T-1における塩分の付着量の結果を示す(他の測点に関しては付図-1(1)~(15)に示す)。横軸は調査期日(例えば、910824は平成3年8月24日を意味する)、縦軸は24時間にガーゼ100cm<sup>2</sup>に付着した塩分量を示す。この図において、高度2m~10mの飛沫量をそれぞれ記号を変えて示

表-3 津田港の潮汐の調和定数

No.	分潮	振幅	遅角
1	Q <sub>1</sub>	4.4cm	222.8°
2	O <sub>1</sub>	22.5	202.7
3	P <sub>1</sub>	10.8	228.6
4	K <sub>1</sub>	32.6	227.8
5	μ <sub>2</sub>	9.7	158.5
6	N <sub>2</sub>	7.3	326.4
7	ν <sub>2</sub>	1.4	325.7
8	M <sub>2</sub>	50.2	332.4
9	L <sub>2</sub>	2.2	332.9
10	S <sub>2</sub>	14.2	346.4
11	K <sub>2</sub>	3.9	345.7
12	M <sub>4</sub>	1.2	77.9
13	M <sub>S<sub>1</sub></sub>	1.1	87.8

しており、高さ方向5測点のの平均値を二重丸(◎)によって示している。約24時間にガーゼ100cm<sup>2</sup>に付着する飛沫量は、測点2-T-1に関していえば、多い時は28mg、少ない時は1mg以下となっている。図-12及び付図-1から比較的飛沫量の多かった観測日は、2回目、3回目、4回目、9回目、18回目、25回目であることがわかる。また、比較的飛沫量の多い測点は1-T-1、2-T-1、2-P-2、3-T-1であり、特に海岸線に近い2-T-1、3-T-1での飛沫量が多い。

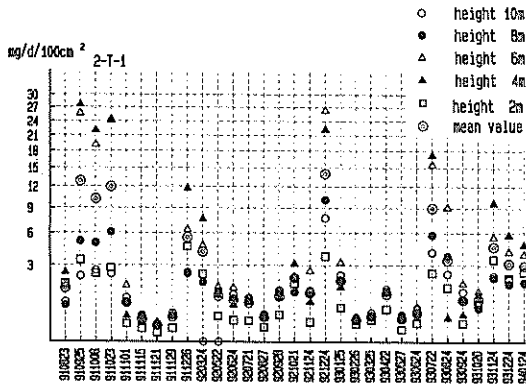


図-12 乾式ガーゼ法による24時間曝露の付着塩分量の結果(測点2-T-1, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))

次に、ガーゼを1カ月間放置した場合の塩分の付着量の結果を乾式ガーゼ法について図-13(他の測点に関しては付図-2(1)~(3))に示す。なお、1991年12月以前の結果は、空気中に放置されたガーゼの上部をカバーによって保護していないために、ガーゼに付着した塩分が降雨により流されてしまっており、非常に小さい塩分付着量となっている場合もある。したがって、ここではガ

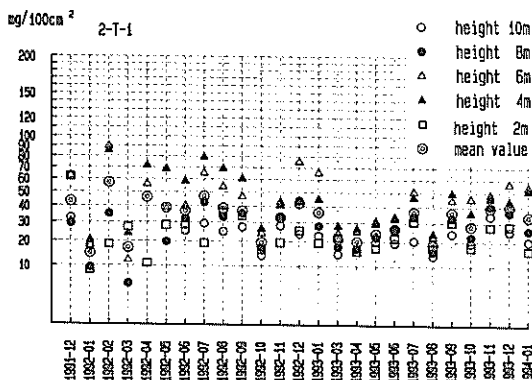


図-13 乾式ガーゼ法による1カ月間曝露の付着塩分量の結果(測点2-T-1, 単位mg/(month・100cm<sup>2</sup>))

ーゼの上部をカバーによって降雨の影響を取り除いたものについて示す。24時間放置の場合と同様であるが、測点2-T-1での飛沫量他の測点に比べて多く、続いて測点3-T-1が多い。測点1-T-1は、他の測点に比べると約半分の飛沫量となっている。しかし、観測月によっては、3つの測点での飛沫量に差がない場合もある。また、1カ月間放置の付着塩分量と24時間放置の付着塩分量を各測定時の平均値と比較すると、単位時間当たりの付着塩分量は、それぞれ1カ月の場合が0.59, 1.12, 0.86(単位はmg/d/100cm<sup>2</sup>)、24時間の場合が1.32, 3.29, 2.59(mg/d/100cm<sup>2</sup>)であり、1カ月放置の場合の方が小さい。これは、観測期間が異なっていることからガーゼ放置期間の自然条件も異なっており、単純には比較はできないが、1カ月放置の方が小さいのはガーゼに付着した塩分が乾燥して再び浮遊するような場合もあるためと考えられる。

次に、湿式のウェットキャンドル方式による1カ月間放置の飛沫量の結果を図-14(他の測点に関しては付図-3(1)~(3))に示す。ウェットキャンドル方式の場合、ガーゼと空気との接触面積は約100cm<sup>2</sup>で同じであるが、ガーゼの一方方向への投影面積は約30cm<sup>2</sup>であり、ここでは、単位をあわせるために縦軸の飛沫量はガーゼへの付着量の10/3倍にしている。全般的な傾向は乾式法の場合と同じである。平均的には、0.67, 1.13, 0.74(mg/d/100cm<sup>2</sup>)であった。この値は、乾式法に比べると若干大きい。この理由は湿式法は、ガーゼが常に湿った状態にしているため乾燥した塩分もガーゼに付着しやすいためと考えられる。しかし、空気の流れから考えると乾式法よりも流れを阻害しており、空気中の塩分量の測定法には一長一短があるものと思われる。

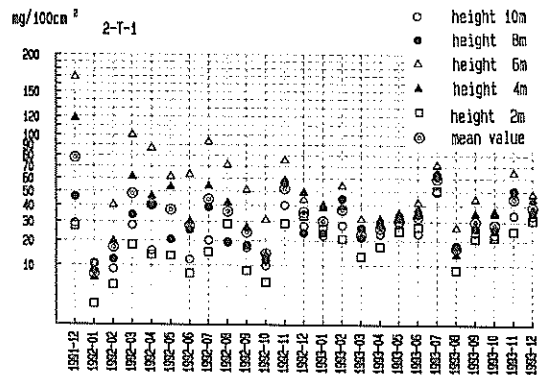


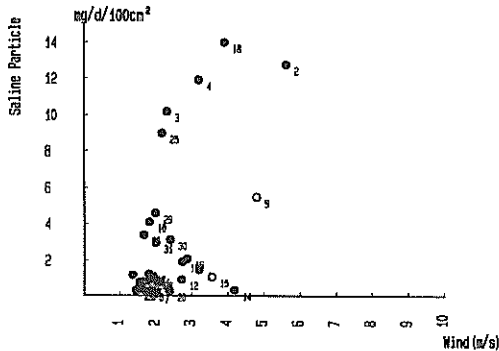
図-14 湿式ガーゼ法(ウェットキャンドル)による1カ月間曝露の付着塩分量の結果(測点2-T-1, 単位mg/(month・100cm<sup>2</sup>))

### (3) 飛沫調査時の自然条件

飛沫調査期間中の風速，風向，平均波高，最高潮位，降雨量を表一に示す。ガーゼの放置時間は，各測点へのガーゼの取り付け作業が午後2時から開始し，翌日の午後2時から回収作業を開始しているので約24時間である。風，波の観測は2時間毎に実施しているので，合計13回の観測結果を平均値を求めている。ここで示した平均値は，波の波高に関してはスカラー平均値を，風速に関しては各風速に絶対値のスカラー平均値を，また風向に関しては24時間観測内の最も頻度の多い方向を示す。なお，13回目から18回目の波の観測は計器の故障により欠測であった。括弧内に示した波高は，後に述べる方法で波高を算定したものである。

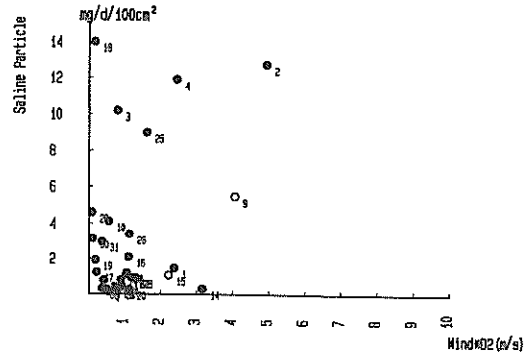
この表によると，波の大きい時は波高30cm程度，風の強い時は5m/s程度であった。瀬戸内海に面した津田海岸であるので，波は非常に小さいことがわかる。

以下に，ここで得られた飛沫量と同時に観測された自然条件結果との関連を検討する。まず，飛沫量と風速との関係を求める。図一15に，測点2-T-1の飛沫量の鉛直分布の平均値と風速の絶対値の相関を示す。大まかにみ

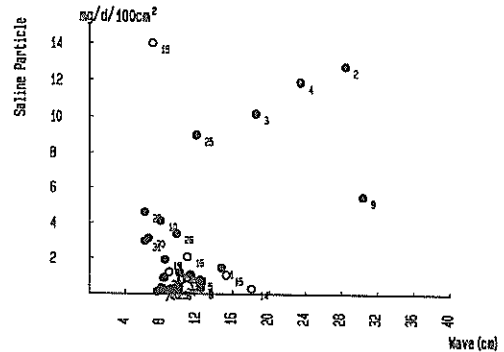


図一15 測点2-T-1における飛沫量と風速の絶対値との関係

れば，風が強いときに飛沫量が多いという関係はみられる。しかし，14，15回目の結果にみられるように風が強くても飛沫量は小さい場合もあり，観測日によっては必ずしも相関関係に適合しない。これは，9回目，15回目の観測時に降雨があり，ガーゼに付着した飛沫が洗い流されてしまった可能性，および海上で発生したしぶきが風によって運ばれることを考えると，波および風向にも関係するためと思われる。そこで，風の陸向き成分と飛沫量との関係を求めたものが図一16である。また，飛沫量と波高の関係を図一17に示す。なお，図中の白丸は欠測期間の波高の推算値をプロットしたものである。どちらも，大まかには正の相関関係にあるが，18回目の結果のように大きく外れる場合もあって，一つの自然条件に



図一16 測点2-T-1における飛沫量と風速の陸岸成分との関係



図一17 測点2-T-1における飛沫量と波高との関係

よって飛沫量を表すには若干無理があるものと思われる。そこで，波と風の2つの自然条件によって飛沫量との相関を求める必要があるものと思われる。

ここで，相関関係の悪い調査日（14回目，15回目，および18回目）の波高データは欠測であった。そこで，波高と飛沫量の相関を精度よく求めるために，波の欠測期間の波高を算定した。内湾域の波は沖波の影響がないので，海上の風速と吹送距離によって推定可能である。ここでは，風向別に風速と波高の関係から欠測期間の波高を推定する。図一18(1)，(2)に示すのは東北東の風，および西南西の風の時の風速の自乗と波高との関係である（他の風向に関しては付図一4）。東北東の風の場合，風速が大きくなるにつれて波高が増大している様子がわかる。しかし，西南西の風の場合，風速の大きい場合には波高は小さいが，風速が比較的小さい場合には波高が大きい場合と小さい場合があり，風速と波高の関係が明確ではない。これらの関係を最小自乗法により一次式で近似したものが図中の直線である。

$$Y(\text{波高}) = A \times (\text{風速})^2 + B \quad \dots\dots (1)$$

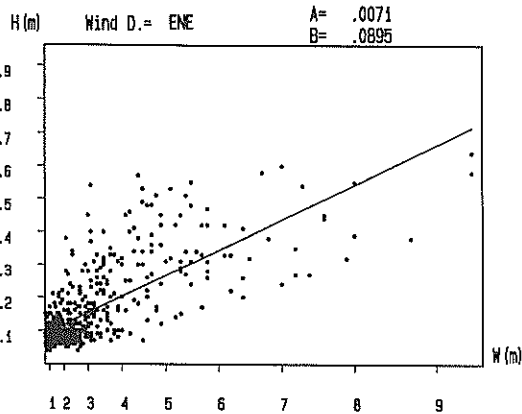


図-18(1) 風速と波高の関係  
(東北東の風, A=0.0071, B=0.0895)

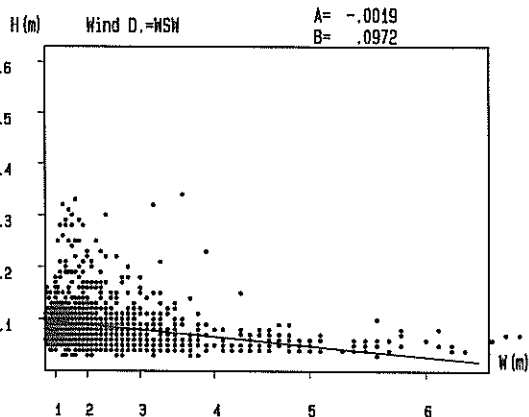


図-18(2) 風速と波高の関係  
(西南西の風, A=-0.0019, B=0.0972)

表-4 風向別の波高と風速の関係  
(波高 (m) = A (風速 (m/s))<sup>2</sup> + B)

風向	A	B
北	0.0096	0.0916
北北東	0.0085	0.0969
北東	0.0093	0.0819
東北東	0.0071	0.0895
東	0.0041	0.0979
東南東	0.0033	0.0963
南東	0.0024	0.1141
南南東	0.0038	0.0991
南	0.0027	0.1001
南南西	0.0102	0.0834
南西	-0.0029	0.1040
西南西	-0.0019	0.0972
西	-0.0011	0.0839
西北西	-0.0010	0.0910
北西	-0.0001	0.0853
北北西	0.0010	0.1017

このようにして求めた波高と風速の近似式の結果を風向別に表-4に示す。また風向別に求めた係数AとBの値を代入し、風速5 m/sの時の波高を求めたものを図-19に示す。北北東から東北東の風の時の波高が高く、南西から北西にかけての陸側からの風の場合には波高が小さいことがわかる。なお、図-19において破線で示されている北風および南南西の風の時の波高値が大きいという結果は、付図-4(1)、(10)に示されるように、大きな風速のデータがないために推定値の精度が悪かったためと思われる。

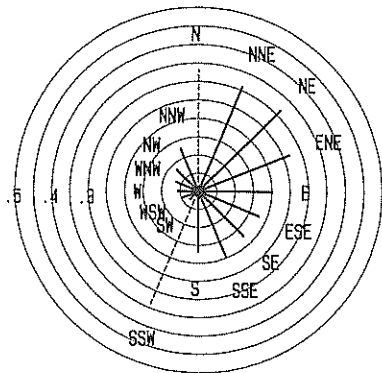


図-19 風速5 m/sの時の風向別の波高の推定値

表-4の結果に風速の実測結果を用いて推定した波高を図-20(1)、(2)に示す。この図において、矢印は風速・風向の実測値を、白丸は波高の実測値を、また黒丸は波高の推定値を示す。(1)は平成3年10月23日の結果で、推定値の方が若干小さいが傾向はよく合っているも

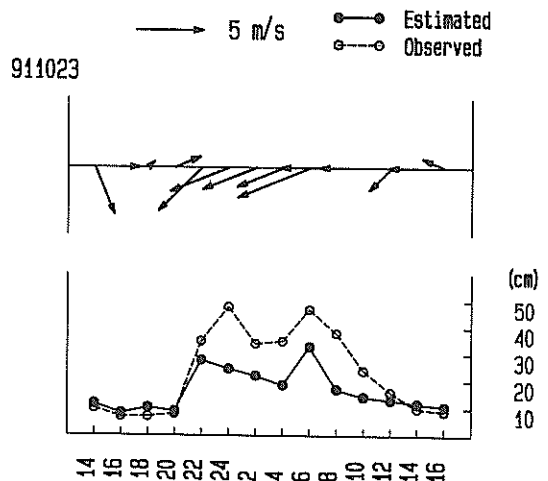


図-20(1) 飛沫調査時の風速と波高 (1991年10月23日)  
(○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)

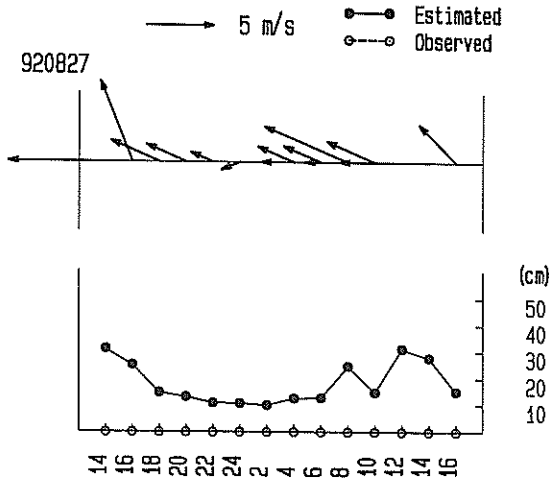


図-20(2) 飛沫調査時の風速と波高 (1992年8月27日)  
 (○: 波高の実測値 (欠測),  
 ●: 波高の推算値)

のと思われる。また(2)の結果は、波の観測が欠測であったときの推定値である。他の調査期間の結果については付図-5に示す。

#### 4. 現地データの解析と考察

##### 4.1 飛沫による塩分付着量の分布

合計31回実施された調査の飛沫量の各測点での平均値の平面分布を図-21 (各々の調査日に関しては付図-6)に示す。これらの飛沫の平面分布から、全般的には海岸線に近い測点での飛沫量が多く、汀線から離れるにつれて減少すること、横方向には測線2にそっての飛沫量が多いこと、測線1にそっての飛沫量は余り多くないこと等がわかる。また、測線3では、海岸線から約100m離れた3-P-4の測点の方が約150m離れた3-P-3の測点よりも飛沫量が多いことがわかる。

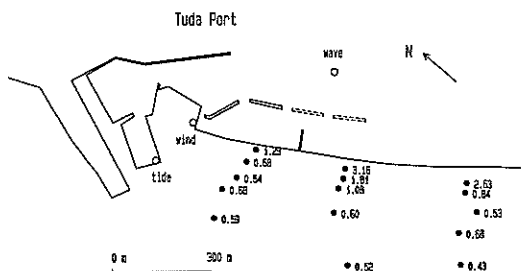


図-21 付着飛沫量の平面分布  
 (31回の平均値, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))

この原因について考察すると、まず測線1の方が測線2, 3よりも飛沫量が小さいのは、測線1の前面の海域が図-5に示すように防波堤と離岸堤によって囲まれており、前面の波高が他の測線に比べて小さいためと思われる。また、3-P-3の地点での飛沫量が小さいのは、写真-4に示されるように、この測点の前面に背の高い樹木が存在し、これが障壁となって飛沫量を減少させたものと考えられる。これらの結果から、沿岸域の飛沫量を減少させる方法として、離岸堤のような海岸構造物による海塩粒子の発生量の減少方法と植栽による飛沫の輸送量の減少方法等が考えられる。



写真-4 測点3-P-3と海岸方向に見える樹木

次に飛沫量の鉛直分布について述べる。図-22(1)~(3)に示すのは、各測点の31回の測定の前平均値の鉛直分布である。測線1の飛沫量の鉛直分布は、どの測点も上が高く下に低い分布となっている。この分布形状を保ったままで海岸線から遠ざかるにつれて飛沫量が徐々に減少している。これに対して測線2は、海岸線に1番近い測点で地上から4mと6mの高度での飛沫量が高く、海岸線から遠ざかるにつれて全体的には飛沫量は減少するが極大値は上に移っている。また測線3に関しては、海岸線に1番近い測点では下に高い飛沫分布を示しているが、海岸線から遠ざかると上に高い分布になっている。

これらの鉛直分布から解釈されることは、測線1に関しては離岸堤と防波堤の影響により飛沫の発生地点が他の測線に比べて沖側にあり、砕波等によって空気中に飛

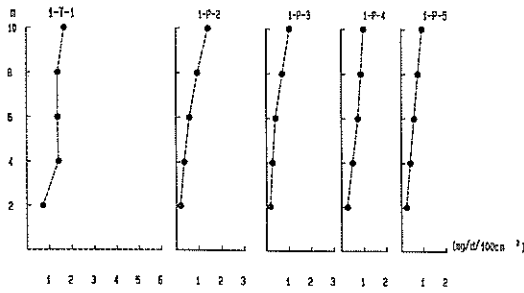


図-22(1) 測線1の飛沫量の鉛直分布  
(平均値, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))

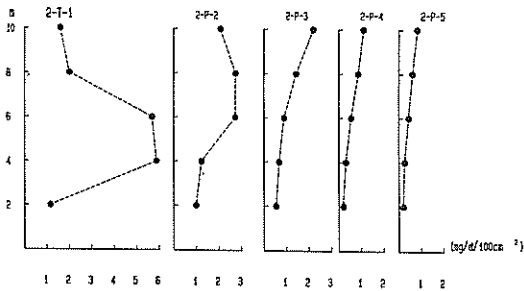


図-22(2) 測線2の飛沫量の鉛直分布  
(平均値, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))

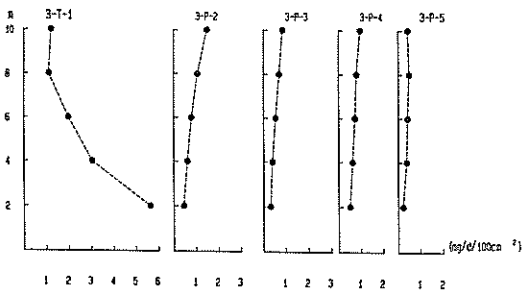


図-22(3) 測線3の飛沫量の鉛直分布  
(平均値, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))

び出した比較的大きな飛沫は落下してしまい、測定点には比較的小さい飛沫が到達しているものと考えられる。また測線2に関しては、海岸護岸に打ちつける波によって発生した飛沫が測点2-T-1に到達している。これが海岸線から遠ざかるにつれて、小さな飛沫は風によって上昇するが、大きな飛沫は重力によって落下するために、全体としては減少しながら上に高い鉛直分布になるものと考えられる。なお、海岸線近傍の測点の高度2mにおいて飛沫量が小さいのは、写真-2に見られるように測点前面に高さ1.5mの海岸堤防があり、この海岸堤

防の影響により飛沫量が減少した結果である。測線3に関しては、海岸線近傍の下に高い分布は、この測点近傍には海岸堤防がなく砂浜海岸となっているので、海面から発生した飛沫がそのまま測点3-T-1に到達しているためである。この分布は、筆者らが波崎において観測した海面上の飛沫の鉛直分布を測定した結果(村上他, 1992)と一致している。しかし、内陸部に進むにしたがって大きな飛沫は落下し、小さな飛沫は風によって上昇するために上に高い鉛直分布へと移行するものと考えられる。

以上、飛沫量の平面分布と鉛直分布から判断して、飛沫量を軽減させるためには海岸構造物によって飛沫の発生地点を沖側に移動すること、植栽等の樹木を前面に置くこと等が効果あるものと思われる。しかし、これらの効果は比較的大きな飛沫に対してであり、小さな飛沫は風によって遠くまで運ばれるので、対策が難しいものと考えられる。ただし、農作物等に与える塩害被害を考えた場合には比較的大きな飛沫が重要であると考えられるので、海岸構造物及び植栽による対策は有効であると考えられる。

#### 4.2 重回帰分析による飛沫の飛散量の算定

図-15~図-17からわかるように飛沫の飛散量は風や波等の自然条件に左右される。しかし、波高や風速などの一つの変数によって飛沫量を算定するのは無理であった。また、31回実施された飛沫量調査は、比較的天気のよい時の24時間での結果であり、天候の悪いときの飛沫量はあまり明確でない。そこで、これらのデータを用いて重回帰分析を実施し、波高、風速、風向による各測定点の飛沫量の算定を試み、それぞれの自然条件の各測定点での飛沫量に及ぼす影響を調べた。

いま各測点の飛沫量を目的関数にし、また波高、風速、風向を説明変数にして次式により飛沫量を表す。

$$y_i = a_0 + a_1x_{1i} + a_2x_{2i} + \dots + a_nx_{ni} \quad \dots \dots (1)$$

- ここに、 $y$  : 目的関数 (ここでは各測点の飛沫量)
- $x_1 \sim x_n$  : 説明変数 (ここでは波高や風速等の自然条件)
- $a_1 \sim a_n$  : 偏回帰係数 (各説明変数の係数)
- $a_0$  : 定数項

である。重回帰分析とは、各測点の飛沫量 $y_i$ を説明変数の $x_1 \sim x_n$ により最も精度よく表すように偏回帰係数を求めて、その特性を解析する方法である。重回帰分析における説明変数の選択法は重要である。変数の数を多くす



ると目的関数の変動を精度よく追従する回帰曲線が得られるが、得られた偏回帰係数の物理的意味が不明となり、無意味な結果となる可能性がある。また、お互いに相関の非常に高い変数を説明変数に用いると各々が干渉して、逆の特性を持った偏回帰係数の得られる可能性がある。したがってここでは、相関の高い風速と波高は説明変数としては同時には用いないで、風向と風速、風向と波高とに分けて重回帰分析を実施した。

図-23に、風速の絶対値と風速の岸沖方向成分と汀線方向成分を説明変数にした場合の測点2-T-1の実測値と重回帰分析より得られた回帰曲線の算定値との比較を示す(他の測点に関しては付図-7に示す)。この図において、白丸は測点2-T-1の24時間放置による飛沫の付着量の鉛直分布の平均値を、黒丸は重回帰曲線による算定値を示す。2, 3, 4, 9, 及び18回目に付着量が多いという傾向は示しており、ここで用いた説明変数により飛沫の飛散量の説明が可能であることを示している。ただし、25回目の観測結果については、風速が比較的小さいのに大きな飛沫量が得られていることから、実測値と算定値が大きく異なっている。

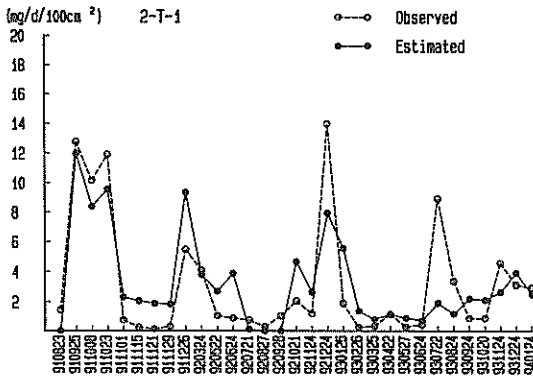


図-23 重回帰分析による測定点(2-T-1)の飛沫量の測定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖方向成分、海岸線方向成分による算定)

次に同様な比較を、説明変数を風速の絶対値の代わりに波高を用いた場合を図-24および付図-8に示す。全体的な傾向は図-23の場合と同じであるが、18回目(1992年12月24日の調査)の結果が大きく異なっている。これは、この時の風が西風で比較的风速が大きかったのに対し、波のデータは欠測で、表-4の結果から求めた波高が小さかったためによるものと思われる。

以上の重回帰分析による検討結果から、各々の説明変数の偏回帰係数を求めた結果を表-5(1), (2), および

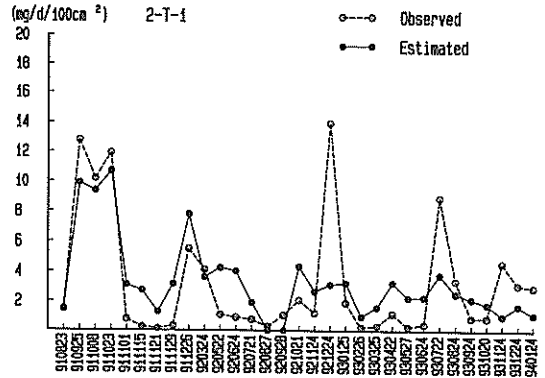


図-24 重回帰分析による測定点(2-T-1)の飛沫量の測定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖方向成分、海岸線方向成分による算定)

図-25に示す。風速の絶対値の偏回帰係数の分布を図-25(1)に、平均波高の偏回帰係数の分布を図-25(2)に、また、風速の北北西成分の偏回帰係数の分布を図-25(3)に示す。これらの偏回帰係数の値は、全体的には図-21に示した飛沫量の分布と類似のパターンを示している。特徴的な値として、測点2-T-1, 2-P-2, および3-T-1での波の寄与が大きいこと、これに対して測点1-T-1の波の寄与が他に比較して小さいことが挙げられる。これは、防波堤および離岸堤により飛沫の発生地点が遠ざかった結果、風による寄与が大きくなったものと判断される。これが、測線2では海岸護岸に直接波が到達するので、波の寄与率が大きくなっている。また、測線3の3-P-3と3-P-4の飛沫量が、海岸線に近い方が小さい結果となっているのは、風の北北西成分の寄与率が測点3-P-4の方が大きかったことによるものと思われる、このことより、測点3-P-3の前方に樹木が存在していたことによる飛沫軽減の効果が風向の寄与度によって表されたものと判断される。

なお、図-23と図-24の実測値と算定値の比較、および重回帰分析によるF検定の結果から判断すると、波高による回帰曲線の算定よりも風速の絶対値による算定の方が若干精度が高い。

次に、図-23および付図-7に示された重回帰分析の偏回帰係数の結果を用いて、長期的な飛沫量の算定を行った。図-26に示すのは、約1カ月間空气中に放置した結果と重回帰分析による同期間の飛沫量の算定結果を比較したものである。図-13の1カ月間放置の飛沫量にあまり季節変動がみられないことから、重回帰分析による算定値からも明確な季節変動は得られないが、1991年の12月、1992年の8月、1993年の12月等に大きな飛沫量と

表-5(1) 重回帰分析による偏回帰係数の結果  
(風速の絶対値と、風の岸沖方向成分、海岸線方向成分による算定)

測点	説明変数	偏回帰係数	F 値	測点	説明変数	偏回帰係数	F 値
1-T-1	W	0.469	17.61	2-P-4	W	0.208	17.84
	W <sub>x</sub>	0.011	0.01		W <sub>x</sub>	-0.030	0.42
	W <sub>y</sub>	0.640	18.45		W <sub>y</sub>	0.252	14.73
	C	-0.173			C	-0.026	
1-P-2	W	0.174	10.88	2-P-5	W	0.215	25.63
	W <sub>x</sub>	0.030	0.38		W <sub>x</sub>	-0.075	3.51
	W <sub>y</sub>	0.281	15.97		W <sub>y</sub>	0.184	10.48
	C	0.120			C	-0.102	
1-P-3	W	0.148	21.72	3-T-1	W	1.469	21.97
	W <sub>x</sub>	-0.036	1.52		W <sub>x</sub>	-0.171	0.34
	W <sub>y</sub>	0.127	9.12		W <sub>y</sub>	1.704	16.66
	C	0.098			C	-1.821	
1-P-4	W	0.219	29.87	3-P-2	W	0.460	14.90
	W <sub>x</sub>	-0.060	2.54		W <sub>x</sub>	-0.185	2.75
	W <sub>y</sub>	0.186	12.10		W <sub>y</sub>	0.418	6.92
	C	0.030			C	-0.461	
1-P-5	W	0.150	19.83	3-P-3	W	0.299	16.00
	W <sub>x</sub>	-0.030	0.92		W <sub>x</sub>	-0.159	5.19
	W <sub>y</sub>	0.140	9.73		W <sub>y</sub>	0.198	3.96
	C	0.139			C	-0.289	
2-T-1	W	1.467	14.69	3-P-4	W	0.219	5.90
	W <sub>x</sub>	0.003	0.00		W <sub>x</sub>	0.103	1.49
	W <sub>y</sub>	2.316	20.65		W <sub>y</sub>	0.579	23.17
	C	-1.324			C	-0.042	
2-P-2	W	0.773	12.36	3-P-5	W	0.132	9.82
	W <sub>x</sub>	0.163	0.63		W <sub>x</sub>	0.060	2.37
	W <sub>y</sub>	1.486	25.77		W <sub>y</sub>	0.267	22.64
	C	-0.655			C	-0.012	
2-P-3	W	0.487	17.68				
	W <sub>x</sub>	-0.024	0.05				
	W <sub>y</sub>	0.699	20.54				
	C	-0.400					

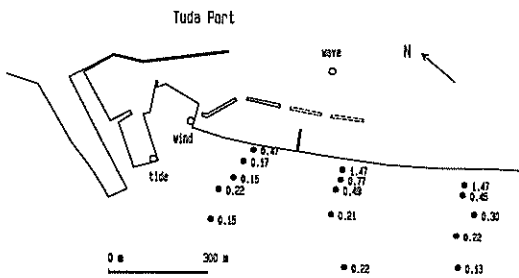
なっており、大まかな変動傾向は示しているものと考えられる。しかし、全般的に24時間放置の結果を用いての重回帰分析による予測値の方が大きい値を示している。これは、1カ月間放置の場合、期間が長いので一度ガゼに付着した塩分が再び浮遊する可能性、および降雨等による塩分の洗い流しの可能性等が原因として考えられ

る。

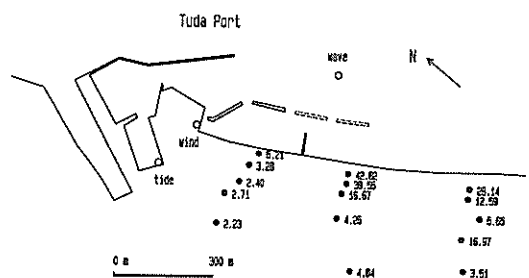
同様に、重回帰分析の偏回帰係数を用いて平成3、4年の2年間の飛沫の付着量の算定結果の平面分布を図-27に示す。1年間の飛沫量に換算した場合、多い地点で約910mg/year/100cm<sup>2</sup>、少ない地点で120mg/year/100cm<sup>2</sup>であった。

表一5(2) 重回帰分析による偏回帰係数の結果  
(平均波高と、風の岸沖方向成分、海岸線方向成分による算定)

測点	説明変数	偏回帰係数	F 値	測点	説明変数	偏回帰係数	F 値
1-T-1	H	5.205	0.40	2-P-4	H	4.261	1.44
	W <sub>x</sub>	0.282	3.06		W <sub>x</sub>	0.056	0.65
	W <sub>y</sub>	0.625	10.43		W <sub>y</sub>	0.236	7.93
	C	0.530			C	0.081	
1-P-2	H	3.280	0.86	2-P-5	H	4.839	2.15
	W <sub>x</sub>	0.107	2.39		W <sub>x</sub>	0.008	0.01
	W <sub>y</sub>	0.269	10.40		W <sub>y</sub>	0.166	4.56
	C	0.239			C	-0.035	
1-P-3	H	2.404	1.00	3-T-1	H	28.140	1.41
	W <sub>x</sub>	0.035	0.56		W <sub>x</sub>	0.471	1.03
	W <sub>y</sub>	0.119	4.43		W <sub>y</sub>	1.604	8.25
	C	0.238			C	-0.862	
1-P-4	H	2.709	0.67	3-P-2	H	12.592	2.36
	W <sub>x</sub>	0.062	0.91		W <sub>x</sub>	-0.049	0.09
	W <sub>y</sub>	0.178	5.19		W <sub>y</sub>	0.369	3.65
	C	0.329			C	-0.555	
1-P-5	H	2.231	0.78	3-P-3	H	5.653	1.13
	W <sub>x</sub>	0.047	0.89		W <sub>x</sub>	-0.027	0.09
	W <sub>y</sub>	0.133	5.00		W <sub>y</sub>	0.178	2.02
	C	0.305			C	-0.086	
2-T-1	H	42.817	2.69	3-P-4	H	16.971	12.94
	W <sub>x</sub>	0.390	0.58		W <sub>x</sub>	-0.022	0.06
	W <sub>y</sub>	2.150	12.20		W <sub>y</sub>	0.506	20.66
	C	-1.907			C	-1.236	
2-P-2	H	38.558	8.34	3-P-5	H	3.514	1.64
	W <sub>x</sub>	0.089	0.12		W <sub>x</sub>	0.101	3.51
	W <sub>y</sub>	1.325	17.71		W <sub>y</sub>	0.253	15.28
	C	-2.638			C	-0.030	
2-P-3	H	16.665	4.40				
	W <sub>x</sub>	0.062	0.16				
	W <sub>y</sub>	0.633	11.38				
	C	-0.851					



図一25(1) 重回帰分析による風速の絶対値の偏回帰係数



図一25(2) 重回帰分析による平均波高の偏回帰係数

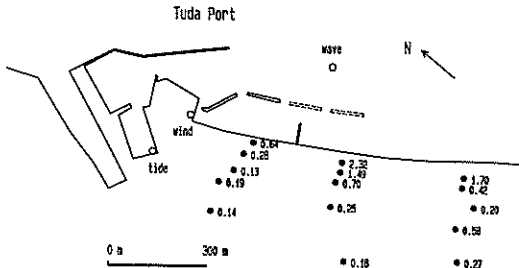


図-25(3) 重回帰分析による風速の海岸線方向成分の偏回帰係数

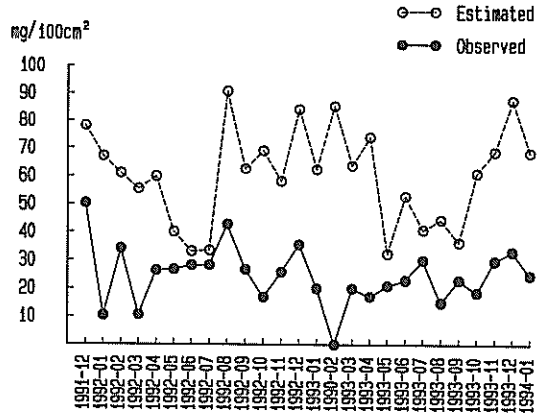


図-26(3) 重回帰分析による測定点(3-T-1)の飛沫量の測定値と実測値との比較(風速の絶対値と、風の岸沖方向成分、海岸線方向成分による算定)

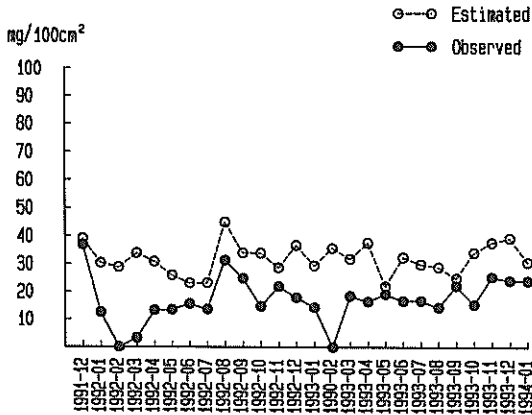


図-26(1) 重回帰分析による測定点(1-T-1)の飛沫量の測定値と実測値との比較(風速の絶対値と、風の岸沖方向成分、海岸線方向成分による算定)

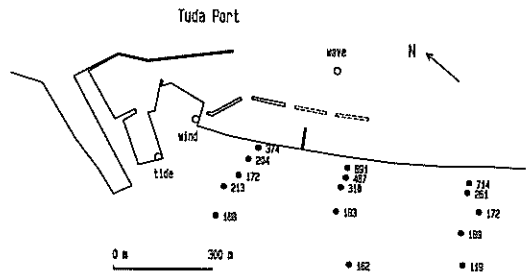


図-27(1) 重回帰分析による年間飛沫量の算定結果(1992年, 単位: mg/year/100cm²)

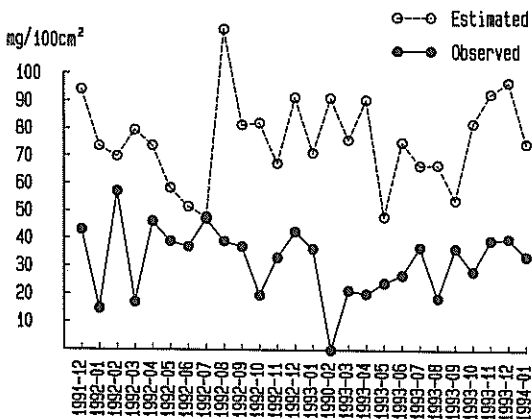


図-26(2) 重回帰分析による測定点(2-T-1)の飛沫量の測定値と実測値との比較(風速の絶対値と、風の岸沖方向成分、海岸線方向成分による算定)

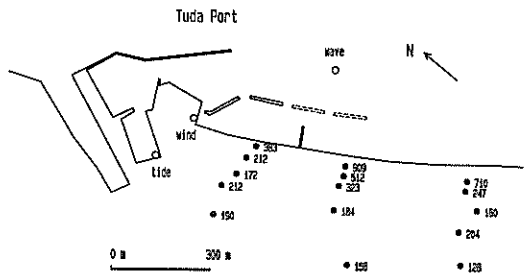


図-27(2) 重回帰分析による年間飛沫量の算定結果(1993年, 単位: mg/year/100cm²)

#### 4.3 現地調査結果に関する考察

以上、香川県の津田海岸において長期間にわたる飛沫調査を実施した。これらの結果より、飛沫の平面分布、鉛直分布を求めた。また、波・風等の自然条件調査も同時に実施して、それらのデータを用いて重回帰分析による各測定点の飛沫量分布を算定した。

ここに、それらの結果の考察を行う。表-6に各測定点の特徴を記す。測定地点の選定には、建物や樹木の陰にならないようにガレージ脇や空き地を選定しているが、住宅地周辺での調査であるので、周囲を見渡すと民家等があり、高度2m~4mの測点では建物の影響が大きいものと思われる。特に測点3-P-3の地点は比較的広い公園の空き地で、周囲にはなにも障害物はないが、写

真-4に示したように海岸方向にかなり背の高い樹木があり、これがかなりの影響を及ぼしたものと考えられる。逆に考えれば、樹木は飛沫量の軽減に大きな役割を果たすことを示している。

次に、地形の影響について調べる。前述したように、測線1の飛沫量が測線2, 3に比べて小さいのは、前面の海域に建設した離岸堤の影響によるものと判断される。離岸堤の設置により、海岸堤防に打ちつける波の波高は他の測線前面に比べて極端に小さくなっているはずである。同様の傾向を測線2と測線3の結果からもわかる。図-28に示すのは、測線2の2-T-1と測線3の3-T-1での飛沫量の平均値の時系列変化を示したものである。図-5に示した測線2の前面の海域での離岸堤は、概形

表-6 各測定点の特徴

測点	列	海岸からの距離	特徴
T 1-1	1	20m	一番北よりの列で、海岸寄り、海岸堤防の背後にある。
P 1-2	1	38m	民家の軒先、近くに低い民家がある。
P 1-3	1	65m	民家の軒先、近くに二階層の家がある。
P 1-4	1	130m	空地、周辺は何もないが、少し離れると民家がある。
P 1-5	1	248m	低い駐車場の脇、4m以上では建物の影響は少ない。
T 2-1	2	15m	中央の海岸寄り、前面に海岸堤防 (h=2.0m) がある。
P 2-2	2	35m	倉庫脇、6m以上では建物の影響はない。
P 2-3	2	65m	空地、ガレージの脇、少し離れると平屋の民家がある。
P 2-4	2	150m	ガレージ脇、前面に二階建ての家がある。
P 2-5	2	245m	空地、ただし周囲には平屋の民家がある。
T 3-1	3	27m	一番南側の列の海岸寄り、海岸堤防はない。
P 3-2	3	45m	倉庫脇の空地、前面に背の低い樹木、背後に高い建物がある。
P 3-3	3	90m	公園の空地、周辺は何もないが海よりに大きな樹木がある。
P 3-4	3	140m	道路脇の電柱、前面に障害物は少ない。
P 3-5	3	250m	消防署の檜脇、二階層程の建物の脇。

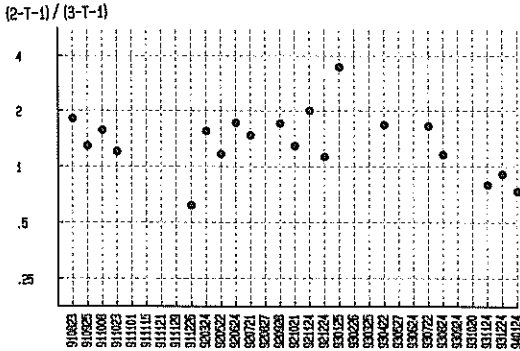


図-28 測点2-T-1と測点3-T-1の飛沫量の比較

は平成5年10月にほとんど完成している。図-28によると、測点2-T-1の飛沫量は、測点3-T-1に比べて、平成5年の10月以前はほとんど大きい値を示していたのに、11月以降は小さい値を示している。この結果は、測線1の飛沫量が小さいこととあわせて考えると、前面に設置された離岸堤による飛沫量軽減の効果が表れているものと見なせる。

平成5年10月以降の測点2-T-1での飛沫量の大きさが測点3-T-1に比べて小さくなった結果が有意であるかの検定を行った。まず図-28に、測点2-T-1の飛沫量と測点3-T-1に飛沫量に対する比率を求めている。その比率の値から、平成5年10月までの平均値と標準偏差を求めると、平均値=1.53、標準偏差=0.56が得られる。この結果から、11月以降の比率の大きさが逆転した結果の有意さをF検定を用いて検定する。いま、正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ をもつ母集団において、平均値 $\mu$ がある定められた値 $\mu_0$ に等しいことを検定する。すなわち、帰無仮説 $H_0: \mu = \mu_0$ 、対立仮説 $H_1: \mu \neq \mu_0$ を検定する場合、有意水準を $\alpha$ とすると、

$$\left| \frac{\bar{x}_n - \mu_0}{\sqrt{\sigma^2/n}} \right| > k(\alpha) \quad \dots \quad (2)$$

ならば、 $H_0$ を棄却し、そうでなければ $H_1$ を棄却する。ここで、 $k(\alpha)$ は標準正規分布の両側の $\alpha$ %限界値である。たとえば、有意水準5%と1%に相当する値は $k(0.05)=1.96$ 、 $k(0.01)=2.58$ である。つぎに、1993年の11月以降の比率から、平均値の差を検定すると、

$$\left| \frac{\bar{x}_n - \mu_0}{\sqrt{\sigma^2/n}} \right| = \frac{1.53 - 0.82}{\sqrt{5.6^2/3}} = 2.2 \quad \dots \quad (3)$$

となる。この結果は、有意水準5%では仮説 $H_0$ は棄却されることを意味し、1993年11月以降の測点2-T-1と測点

3-T-1の飛沫量の比率はそれ以前とは差があることが示された。このことより、離岸堤設置による飛沫量の減少は有意であることが示された。これは、離岸堤設置による飛沫量軽減の対策の有効性を示している。

次に、内陸部に輸送された飛沫の減衰特性について示す。図-29に海岸線からの距離に対する飛沫量の減少曲線を示す。この図は、横軸を海岸線からの距離をとり、

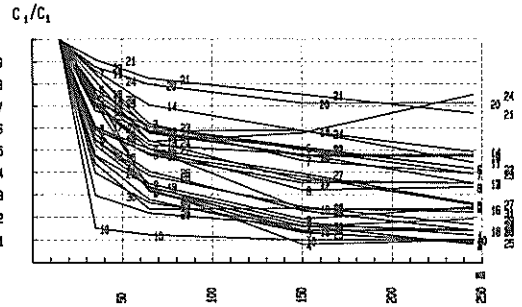


図-29 測線2における海岸線寄りの測点と内陸側の測点との飛沫量の比(図中の数字は調査回数番号)

縦軸は測線2の飛沫量を海岸線が一番近い測点2-T-1での飛沫量との比で表したものである。この図から、測点2-T-1の飛沫量が比較的大きいときに内陸部での減衰比が大きいことがわかる。このことは、海から飛来する飛沫は種々の粒径の水滴から構成されており、飛沫量が大いときは比較的大きな粒径の水滴を多く含んでいることを意味しているものと思われる。図-30に示すのは、海岸線寄りの測点(例えば測点2-T-1)の飛沫量を横軸にした場合の一番内陸側の測点(例えば測点P-2-5)での飛沫の減衰比をプロットしたものである。どの測線に関しても明らかに右下がりの傾向がみられる。いま、飛

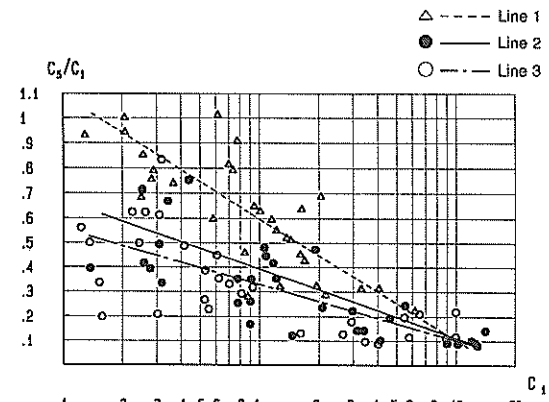


図-30 一番内陸側の飛沫量の比率と海岸線寄りの測点の飛沫量 $C_1$ との関係

沫量を海岸線寄りの測点からの距離の関数として、

$$\frac{c(x)}{c_0} = e x^{\beta} (-\alpha \frac{x}{L_0}) \quad \dots (4)$$

と表すものとする。ここに、

- $x$  : 海岸線寄りの測点からの距離 (m),
- $c(x)$  : 距離  $x$  における飛沫量,
- $c_0$  : 海岸線寄りの測点での飛沫量,
- $L_0$  : 代表距離 (250m),
- $\alpha$  : 飛沫の沈降速度に相当する減衰係数

である。図-30から、この  $\alpha$  の値を  $c_0$  の関数として表すと図-31のように両対数ではほぼ直線となる。 $\alpha$  の値は  $c_0$  の値が大きくなるにつれて増大している。すなわち、飛沫量が多いほど沈降速度も大きくなることを示している。このことより、飛沫量が多いときは粒径の大きな水滴が多く含まれ、飛沫量が少ない時は、小さな粒径の水滴による飛沫になっていることを示している。図-31には、測線1および測線3についても同様の関係を示してある。この図より、測線1においては粒径の大きな水滴は少なく、したがって沈降速度が小さいこと、測線3においては、測点3-T-1の高度2mでの飛沫量が多いことから、高度が低い測点に粒径の大きな飛沫があることが示されている。

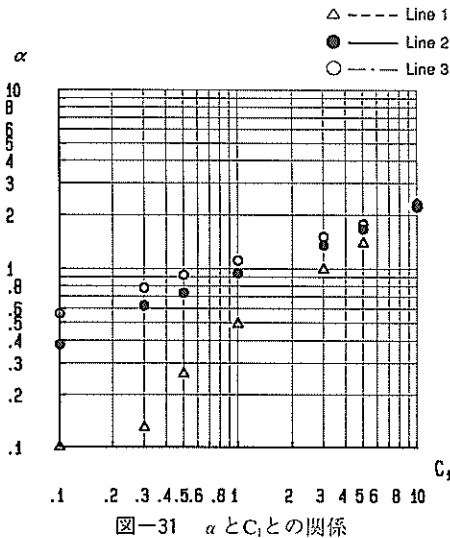


図-31  $\alpha$  と  $C_1$  との関係

## 5. 飛沫に関するアンケート調査結果

### 5.1 アンケート調査内容

前章において、飛沫によるガーゼへの塩分の付着量について調べ、調査結果に基づいて1年間の塩分付着量を算定した。この塩分付着量が、沿岸域に住む住民にとつ

てどう感じているか、また飛沫対策を考える場合、飛沫量をどの程度軽減したらよいかの基礎資料として住民に対する飛沫被害のアンケート調査を実施した。

アンケート調査の質問内容は付録-1に示す。アンケート調査は、先に述べた飛沫調査の範囲を含む津田町のほとんどの住戸に配布され、合計481の回答が寄せられた。表-7に回答を寄せた人々の年齢構成、性別等を示す。男性が363人、女性が117人、不明(銀行の支店名)1人であった。圧倒的に男性からの回答が多かった。年齢構成は60代が最も多く、40代~70代の方からの回答が多かった。ただし、このアンケート調査は、一般に行われている無作為抽出のアンケートでなく、1戸に1質問表として配布したので、回答欄に記載された名前(性別・年齢構成)と実際の意見とは異なる可能性も考えられる。

表-7 アンケート回答者の年齢別・性別構成

Age	Man	Woman	Other	Total
20-29	4	1		5
30-39	24	8		32
40-49	63	13		76
50-59	75	23		98
60-69	129	33		162
70-79	51	26		77
80-89	12	11		23
Others	5	2	1	8
Total	363	117	1	481

### 5.2 アンケート調査結果

問-4の飛沫の被害に関する集計結果から年代別に示した結果を表-8に示す。ここで、Ans-1は海岸からの飛沫の被害をよく感じる、Ans-2は被害を時々感じる、Ans-3は被害をほとんど感じない、Ans-4はその他回答無しである。全体的には、15%の人がよく被害を感じており、25%の人が時々被害を感じると答えており、津田町全体では約40%の人が飛沫による被害を感じていることがわかる。この数字は、日本海側の沿岸に住む人々の97%が被害を感じているという結果から比較すると小さく、瀬戸内海の波の小さいことによる結果と思われる。しかし、半数近くの人は何等かの飛沫の被害を感じているという結果となった。年齢別の被害意識に関しては、年齢層の高い人の方が被害意識が高いことがわかる。

次に、飛沫の被害意識と住居の位置との関係を図-32に示す。当然のことではあるが、Ans-1の黒丸が海岸線付近に分布しており、海岸線に近い住民の被害意識が高



表-8 年齢別による飛沫の被害意識

(Ans-1:被害を感じる, Ans-2:被害を時々感じる, Ans-3:被害を殆ど感じていない, Ans-4:無回答)

Age	Ans-1	Ans-2	Ans-3	Ans-4	Total
20-29	0	0	4	1	5
	0 %	0 %	80 %	20 %	100 %
30-39	2	8	21	1	32
	6 %	25 %	66 %	3 %	100 %
40-49	7	10	55	4	76
	9 %	13 %	72 %	5 %	100 %
50-59	16	24	52	6	98
	16 %	24 %	53 %	6 %	100 %
60-69	35	40	71	16	162
	22 %	25 %	44 %	10 %	100 %
70-79	6	27	29	15	77
	8 %	35 %	38 %	19 %	100 %
80-89	6	6	9	2	23
	26 %	26 %	39 %	9 %	100 %
Others	1	4	2	1	8
	13 %	50 %	25 %	13 %	100 %
Total	73	119	243	46	481
	15 %	25 %	51 %	10 %	100 %

く、海岸から離れるにしたがって被害意識は低くなる傾向が示されている。しかし、距離的には海岸線から近い人でも被害をほとんど感じていない人もある。これは、前面に大きな樹木や建物がある、その背後には飛沫はあまり飛んでこないことに起因するものと思われる。図-33には、海岸線からの距離を100m以下、100~200m、200m以上の3つのランクに分けて問-4の回答を整理したものを示す。海岸から100m以内では70%以上の人が飛沫の被害を感じているが、海岸から200m以上となるとほとんどの人が飛沫の被害を感じていないという結果となっている。このことより、飛沫の被害に関しては海岸からの距離が重要な要因となっていることがわかる。

次に、飛沫被害をどんな時に受けますかの問いに対しては、図-34に示すように、海岸からの距離が100mの人からの場合、台風などの強風の時が35%、波や風が比較的強いときが30%、普段からが10%の人が被害を感じている。これが、海岸からの距離が大きくなるにつれて減少していく傾向がみられる。しかし、台風時には200m以上離れた人でも10%以上の人が飛沫被害を感じていることがわかる。

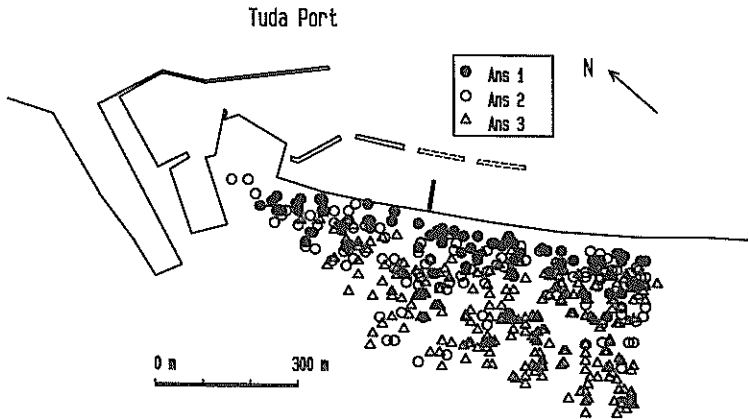


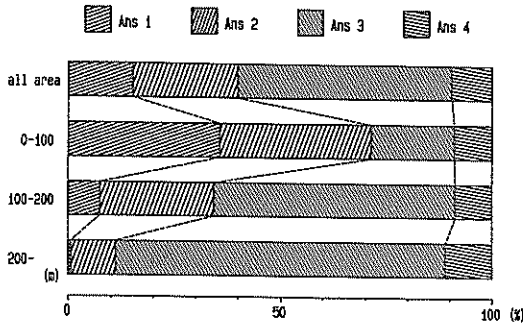
図-32 アンケート調査結果

(●:被害をよく感じる, ○:被害を時々感じる, △:被害を殆ど感じない)

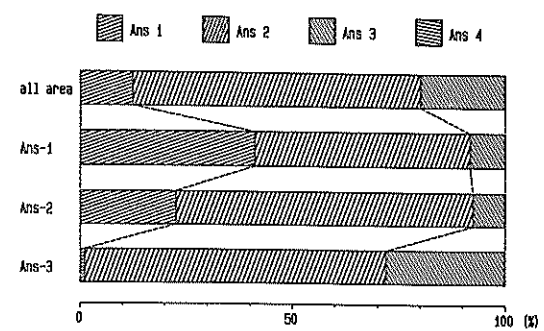
これらの飛沫に対して何等かの対策を採っていますかの問いに対しては、図-35に示すように、海岸からの距離が100m以内では25%の人が、100~200mの範囲では10%の人が対策を採っている。また図-36に示すように、被害をよく感じると答えた人の42%が、時々感じると答えた人の23%が何等かの対策を採っており、被害を感じている人は何等かの対策を講じている人が多いことがわかる。しかし、その対策が有効ですかという問いに対し

ては、図-37に示すように被害をよく感じると答えた人の場合、非常に有効であると答えた人は10%以下であり、少し有効であると答えた人を含めても高々30%程度であり、個人的な飛沫対策の難しさを示している。

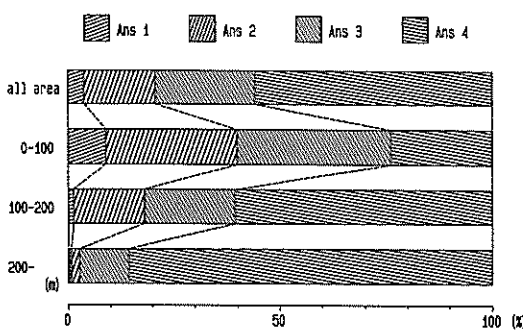
さらに、国や地方自治体はこの飛沫に対して対策を採っていますかの問いに対しては、図-38に示すように、十分に対策を採っていると答えた人は10%以下である。特に被害をよく感じている人の場合は、僅か2~3%の人



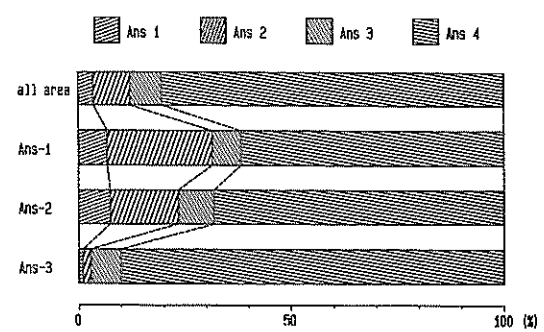
図一33 海岸線からの距離による飛沫の被害意識  
 (Ans-1:被害をよく感じる, Ans-2:被害を時々感じる, Ans-3:被害を殆ど感じない, Ans-4:回答無し)



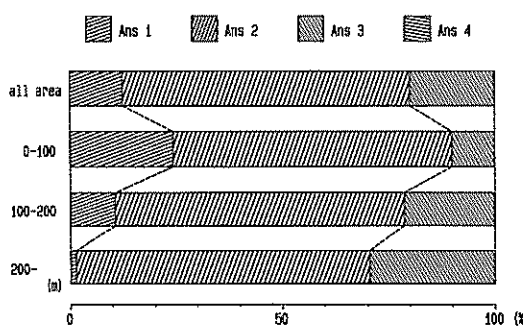
図一36 飛沫の被害意識と飛沫対策  
 (Ans-1:飛沫対策をしている, Ans-2:飛沫対策をしていない, Ans-3:回答無し)



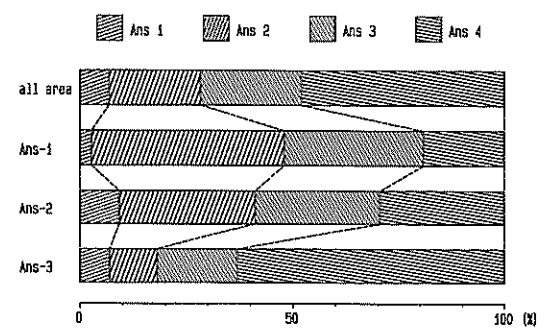
図一34 海岸からの距離と被害の起こる場合  
 (Ans-1:普段から被害がある, Ans-2:波や風が比較的強いとき被害がある, Ans-3:台風などの強風の時被害がある, Ans-4:回答無し)



図一37 飛沫の被害意識と飛沫対策の有効度  
 (Ans-1:非常に有効である, Ans-2:少し有効である, Ans-3:殆ど有効でない, Ans-4:回答無し)



図一35 海岸からの距離に対する飛沫対策  
 (Ans-1:飛沫対策をしている, Ans-2:飛沫対策をしていない, Ans-3:回答無し)



図一38 飛沫の被害意識と国・自治体の飛沫対策  
 (Ans-1:十分に対策をとっている, Ans-2:対策はしてあるが有効でない, Ans-3:ほとんど対策をしていない, Ans-4:回答無し)

が対策は十分であると答えたにすぎず、45%の人は、対策はしているが不十分である、50%以上の人は対策をしていない、あるいは無回答の結果となった。このことより、国や自治体に対して飛沫軽減の何等かの対策を要望していることがわかる。ただし、この結果から判断すると、被害を感じている人の場合、国や自治体が飛沫対策を行っていることを認識しているが、被害を感じていない人の場合は飛沫対策に関して無関心であることがわかる。

以上のアンケート調査結果に対して、性別および年齢別での整理を行った。図-39に示すのは、男性と女性とに分けた飛沫の被害に対する意識の結果である。この図からは、男性と女性とでの飛沫に対する意識の相違はみられない。これは、他の質問事項に対しても同様であった。

次に年齢別に整理した飛沫の被害意識の結果を図-40に示す。前述したように、比較的年齢の高い層の人の方が飛沫の被害を認識している。これらの人々が個人的に何等かの対策をしていますかの質問に対しては、図-41に示すように、年齢の高い人の方が対策を講じており、若い人は無対策である。したがって、図-42に示すように、年齢の高い人の方が国や自治体に対する要望も大きいことがわかる。このことは、年齢の高い人は古くから津田町に住んでおり、地元で農業を営んでいる人が多いことから、地元の環境に関心が高いことの結果であると思われる。また、図-43からわかるように、比較的年齢の高い層が海岸からの距離が少ないところに住んでおり、津田町の発展が海岸線から内陸の方向に進んでいった結果であり、年齢の高い層は海岸付近に住居を持っているためと思われる。

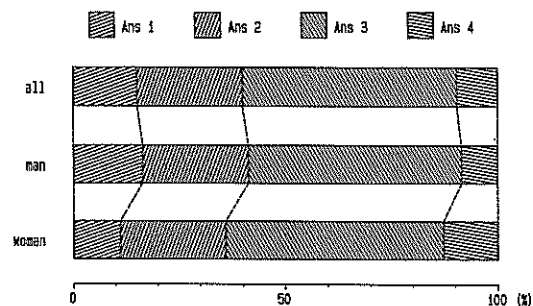


図-39 男性と女性の飛沫の被害意識  
(Ans-1:被害をよく感じる, Ans-2:被害を時々感じる, Ans-3:被害を殆ど感じない, Ans-4:回答無し)

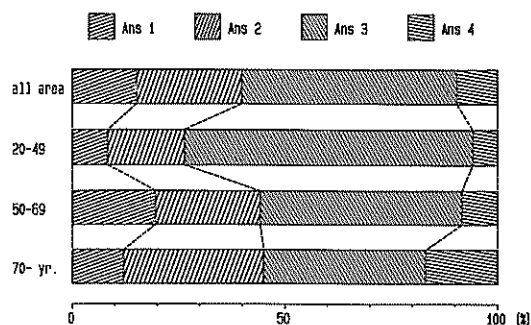


図-40 年齢別の飛沫の被害意識  
(Ans-1:被害をよく感じる, Ans-2:被害を時々感じる, Ans-3:被害を殆ど感じない, Ans-4:回答無し)

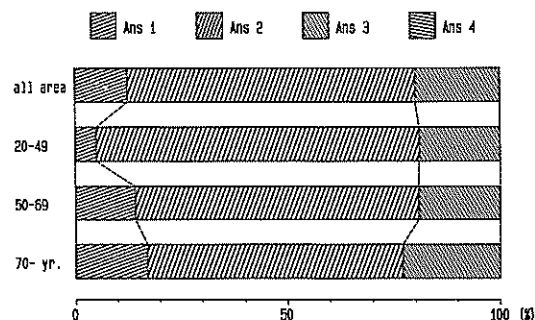


図-41 年齢別に分類した飛沫対策  
(Ans-1:飛沫対策をしている, Ans-2:飛沫対策をしていない, Ans-3:回答無し)

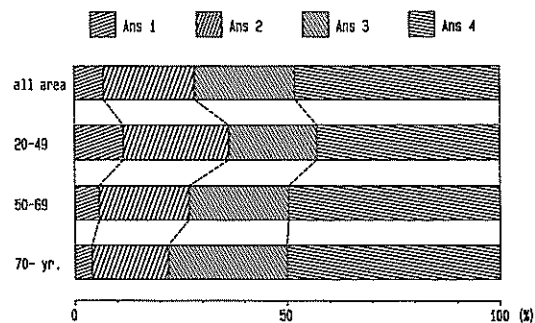


図-42 年齢別に分類した国・自治体の飛沫対策  
(Ans-1:十分に対策をとっている, Ans-2:対策はしてあるが有効でない, Ans-3:ほとんど対策をしていない, Ans-4:回答無し)

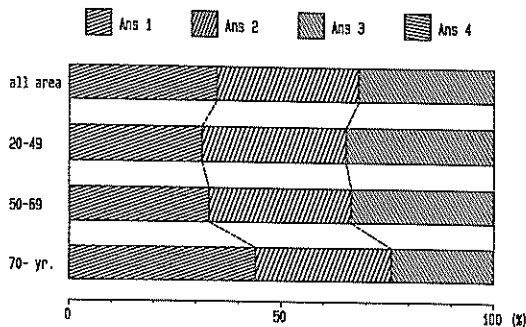


図-43 海岸線からの距離と年齢構成  
(Ans-1: 100m以下, Ans-2: 100~200m, Ans-3: 200m以上)

最後に、どんな飛沫被害があるのかという質問に対する結果を表-9(a)~(d)に示す。年齢別、男女別、被害意識別、海岸からの距離別に整理した。被害の内容としては、雨樋の錆、屋根や塀の錆、自動車や電気製品の傷みといった塩分による腐食の被害が最も多くアンケート調査回答者の30~40%の人が被害を訴えている。これに対して、庭木や農作物等への被害は少ないことがわかる。これらの分布で特徴的なことを列挙すると、高齢者が庭木に対する被害を指摘していることと、比較的飛沫量が少ない人から自動車や電気製品の被害を上げていることがわかる。これは、金属や電気製品の腐食等の被害は少ない飛沫量によっても塩分が蓄積すると起こるが、庭木

表-9(a) 年齢別の飛沫の被害

年代	20~49	50~69	70以上	合計
雨樋の錆び	21	81	38	140
屋根・塀等の錆び	30	107	47	184
洗濯物の汚れ	3	22	3	28
自動車の錆び	30	66	12	108
電気製品の傷み	19	89	23	131
庭木への被害	6	32	11	49
農作物への被害	0	3	1	4

表-9(b) 海岸からの距離別の飛沫の被害

海岸からの距離	100m以内	100-200m	200m以上	合計
雨樋の錆び	81	53	6	140
屋根・塀等の錆び	106	57	21	184
洗濯物の汚れ	23	4	1	28
自動車の錆び	67	32	9	108
電気製品の傷み	75	36	20	131
庭木への被害	40	6	3	49
農作物への被害	1	2	1	4

表-9(c) 飛沫の被害意識別の飛沫の被害

問-4の回答	よく感じる	時々感じる	殆ど感じない	合計
雨樋の錆び	47	60	33	140
屋根・塀等の錆び	57	79	48	184
洗濯物の汚れ	19	6	3	28
自動車の錆び	44	35	29	108
電気製品の傷み	47	54	30	131
庭木への被害	26	19	4	49
農作物への被害	1	3	0	4

表-9(d) 男女別の飛沫の被害

性別	男	女	合計
雨樋の錆び	109	31	140
屋根・塀等の錆び	141	42	183
洗濯物の汚れ	24	4	28
自動車の錆び	89	19	108
電気製品の傷み	104	27	131
庭木への被害	37	12	49
農作物への被害	4	0	4

等の被害は飛沫量が比較的大きいところで発生しているためであると思われる。また、女性の被害意識はあまり大きくない。特に、洗濯物の汚れ等に女性からの被害意識がでるものと予測してその設問を設定したが、意外と少なかった。この原因としては、前述のように、このアンケートは一戸に一つであるのでその家族での総意の回答である可能性があること、また、屋根や塀等の錆の修理に関してはかなり経済的な負担があるために、記憶として強く印象に残っているものと判断される。

### 5. 3 アンケート調査結果のまとめ

アンケート調査結果による飛沫の被害は、金属の腐食によるものが多かった。このことより、一時的な飛沫の付着よりも長期的な付着による影響の方が大きいものと考えられる。図-27(1), (2)に示した、重回帰分析による1年間の塩分付着量の分布と図-32に示したアンケートによる被害に意識との関連より、以下のことが結論付けられる。まず、飛沫の被害をよく感じると答えた人々の範囲は、1年間の飛沫による塩分付着量は400~500mg/year/100cm<sup>2</sup>に相当すること、また、時々被害を感じる答えた人々の範囲は200~300mg/year/100cm<sup>2</sup>に相当する。しかしこの程度では、庭の草花には若干の影響を与えるが、農作物には影響を与えないことがわかった。

また、飛沫による塩害の意識は、飛沫による被害を感

じている人の方が関心が高く、現在工事を実施している離岸堤等による海岸整備、植栽による環境整備に対して理解を示している。

付録-2に、沿岸域に住む人々の飛沫に対して実際にとっている対策について列挙する。代表的なものとして、錆びにくい素材のものを用いる、頻繁に塗装を行う、台風後に、水洗い・洗車等を行う、ビニールカバーをしておく、海側には塀を建てる等の対策が挙げられる。

付録-3に、国や自治体に対する要望についての意見を求めた結果を示す。これらの中から代表的なものを示すと、現在実施している海岸整備による飛沫の減少を期待している、暴風林等の植栽による飛沫の減少を期待している等、現在工事を行っている海岸整備を積極的に評価している意見がかなりある。しかし、開発後の風紀等の環境悪化を懸念する意見がいくつかあった。また、海岸堤防の高さを低くすることから、台風時の災害を懸念している意見が幾つかみられた。植栽に関しては、塩に強い木を植えてほしい、落ち葉が環境を悪化させるので、落葉樹は植えないでほしいという意見があった。最後に、国や自治体が行っている内容が全然わからない、PR不足であるという意見があった。

今回のアンケート調査には、設問の内容に不備があり、海岸線から比較的近い距離の人でも被害が少ないと答えた人、あるいは逆に比較的遠いのに被害を感じると答えた人に対する分析が不十分であった。この点に関しては、今後の検討課題としたい。

## 6. まとめ

香川県の津田港において、飛沫に関する現地調査とアンケート調査を実施した。これらの調査から、得られた結果を以下に示す。

- (1) 沿岸域の飛沫は、風の強いとき、波の大きいときに多く発生する。
- (2) 飛沫量の大きさは、重回帰分析により、風速と風向を説明変数にして精度よく説明できる。
- (3) 前面の海域に離岸堤を設置すると背後の飛沫量は減少する。また、樹木の背後の領域の飛沫量は少ない。これより、海岸性状による飛沫発生量の軽減、植栽による飛沫輸送量の軽減が対策として可能である。
- (4) 飛沫には、粒径の大きな海水滴と小さな海水滴が含まれており、大きな海水滴は早く沈降し、小さな海水滴は沈降せずに内陸まで輸送される。飛沫量が大きい場合は大きな海水滴が多く含まれる。
- (5) アンケート調査結果から、飛沫の被害をよく感じる

と答えた人は1年間の塩分付着量が400~500mg/year/100cm<sup>2</sup>の範囲、ときどき感じると答えた人は200~300mg/year/100cm<sup>2</sup>の範囲であった。

なお、今回の調査の対象区域は瀬戸内海に面した津田海岸であり、比較的波が小さい、すなわち比較的飛沫の少ない領域での調査であった。それにも係らず海岸付近に住む人々は、海からの飛沫による塩害被害を少なからず感じていた。これが、日本海沿岸や沖縄に住む人々にとっての飛沫被害とは多少は異なるものと思われる。この点に関しては、今後調査の範囲を広げていきたいと思っている。

最後に、本調査は、港湾局海岸防災課の指導のもとに、ふるさと海岸モデル地区における飛沫の調査を香川県が実施し、当研究室がそのデータを解析したものである。ここに、長期間の現地調査を実施していただいた香川県土木部港湾課の関係者の皆様、および港湾局海岸防災課の皆様へ深く感謝いたします。また、本調査計画の立案において当研究所水工部の加藤一正漂砂研究室長に多くの助言を得た。さらに、本論文をまとめるにあたって、堀江 毅海洋水理部長から貴重な助言を得た。ここに、これらの人々に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 運輸省第四港湾建設局海域整備課(1989)：昭和63年度飛沫防止対策調査委託報告書，平成元年3月，103p.
- 大即信明・樫野紀元・片脇清士・小林昭夫・宮川豊章(1986)：塩害(1)，コンクリート構造物の耐久性シリーズ，技報堂出版，p.4.
- 建設省(1986)：コンクリートの耐久性向上技術の開発報告書<第一報>，pp.76-87.
- 寺部本次(1987)：海塩粒子の測定法-J I S及びI S Oを中心として-，P. P. M. Vol.18, pp.25-29.
- 鳥羽良明(1966)：海塩粒子-大気と海洋の相互作用の一要素として-，海と空，第41巻，第3，4合併号，pp.71-118.
- 村上和男・加藤一正・清水勝義・福田真人・宮崎啓司(1992)：砕波帯内における海塩粒子の発生に関する現地調査，海岸工学論文集，第39巻，pp.1046-1050.

## 付録-1 アンケートの内容

- 問-1 住所、氏名、年齢、性別、海岸からの距離。
- 問-2 現在の住所に何年住んでいるか。  
1. 10年以上, 2. 5~10年, 3. 5年以下。
- 問-3 以前のお住まいは海岸から近いですか。  
1. 非常に近い, 2. 少し離れている, 3. 非常に遠い。
- 問-4 あなたのお住まいでしぶきや飛沫の被害を感じますか。  
1. 被害をよく感じる, 2. 被害を時々感じる, 3. 被害を殆ど感じない。
- 問-5 どんなときにしぶきや飛沫の被害がありますか。  
1. 普段から被害がある, 2. 波や風が比較的強い時に被害がある, 3. 台風などの強風の時に被害がある。
- 問-6 あなたがよく受けるしぶきや飛沫の被害に○をつけて下さい。  
1. 雨樋の錆, 2. 屋根や塀等の錆, 3. 洗濯物の汚れ, 4. 自動車の錆, 5. 電気製品の傷み, 6. 庭木への被害, 7. 農作物への被害
- 問-7 あなたはしぶきや飛沫の対策をなにかしていますか。  
1. はい, 2. いいえ  
(具体的な対策を教えてください)
- 問-8 あなたのとっている対策はしぶきや飛沫に有効ですか。  
1. 非常に有効である, 2. 少し有効である, 3. 殆ど有効でない
- 問-9 国や自治体のしぶきや飛沫に対する対策についてどう思われますか。  
1. 充分に対策をとっている, 2. 対策はあるがあまり有効でない, 3. ほとんど対策していない
- 問-10 国や自治体への要望, とるべき有効な対策など自由に意見を書いて下さい。
- 問-11 その他意見がございましたら自由に書いて下さい。

## 付録-2

### 問-7の具体的な対策例

- ・台風時になるといろいろ手を加える。
- ・アルミ, ステンレスを使い, 鉄は使わない。
- ・塗装を行う。

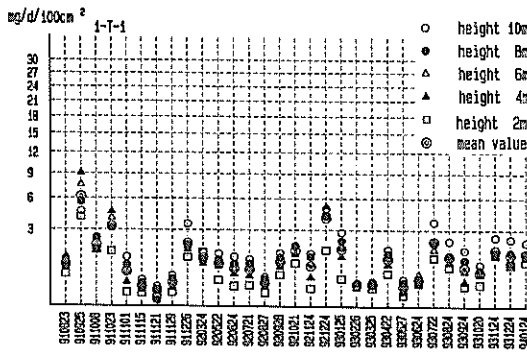
- ・台風後は窓やシャッターは水道水で洗う。
- ・トタンで覆いをしている。
- ・ときどき錆落としとペンキ塗りを行う。
- ・洗車。
- ・屋根や雨樋は銅板で, 車庫は岡側につくる。
- ・電気製品にカバーをかける。
- ・海に面した窓のコーティング。
- ・庭木への添木。
- ・庭木を水道水で洗う。
- ・ブロック塀を作る。
- ・ビニールカバーをつける。
- ・家のまわりに木を植える。
- ・海岸に面した方に柵をたてる。

## 付録-3

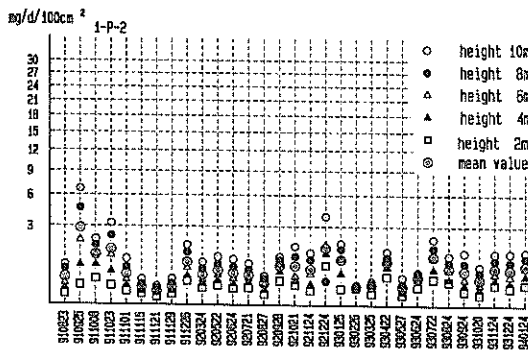
### 問-10, 問-11の国や自治体への要望その他の意見

- ・現在工事をしている離岸堤に期待する。
- ・自然相手に根本的な解決は難しい。
- ・海水浴シーズン, 駐車場が不足する。
- ・堤防を作る。
- ・自然が一番良い (あまり海岸に手を入れないでほしい)。
- ・美観を考えてほしい。
- ・潮風に強い木を植えてほしい。
- ・ふるさと海岸になってよかった。
- ・洗濯物が乾かない。
- ・現在の海岸整備で長年の悩みも解決される。
- ・松食い虫の被害がひどいので, 松ばかりでなく紅葉などを植えたらどうか。
- ・葉の落ちない木を植えてほしい。
- ・松は枯葉が飛んで困る。
- ・防波堤を高くする。
- ・防波堤の延長。
- ・青い海にふさわしいフェニックス, ヤシ, ショロ等の木を植える。
- ・海水浴シーズンの風紀の乱れを防止する。
- ・高潮による排水対策をしてほしい。
- ・海岸整備で町を発展させてほしい。
- ・PR不足 (海岸での工事はなにをやっているのかわからない)。
- ・植栽による飛沫防止。
- ・海岸地方に住む人にとってしぶきや飛沫は友達である。
- ・今の堤防は海が見えない。今度の堤防は海が見えてよい。

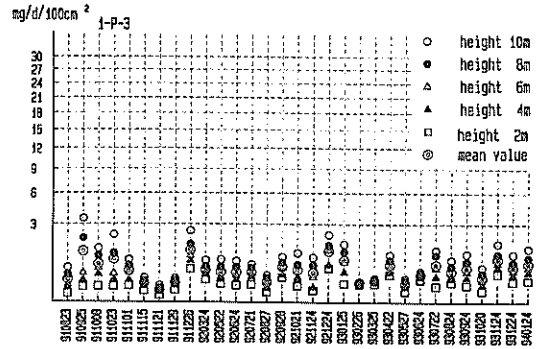
- ・堤防は少しは飛沫防止になっている。
- ・観光のために自然を壊してほしくない。
- ・台風時には、飛沫は防ぎようがない。
- ・木を植えると、台風時に枝が飛んでくる。
- ・コンクリート壁よりも砂浜の方が飛沫は少ない。
- ・海岸がきれいになる。今後も続けてほしい。
- ・堤防を低くして、台風時は大丈夫か。
- ・美しい海岸に手を入れないで、個々の家庭に援助をしたらいい。
- ・昔に比べると浜がない。台風時の浸水に対する対策を十分してほしい。
- ・浜をキャンプ場にしないでほしい。暴走族が来ないようにしてほしい。
- ・道路整備、海岸美化、休憩所、トイレの設置を望む。



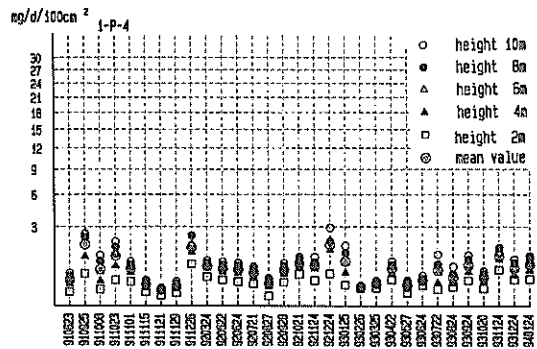
付図一 (1) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点1-T-1, 単位mg / (day · 100cm<sup>2</sup>))



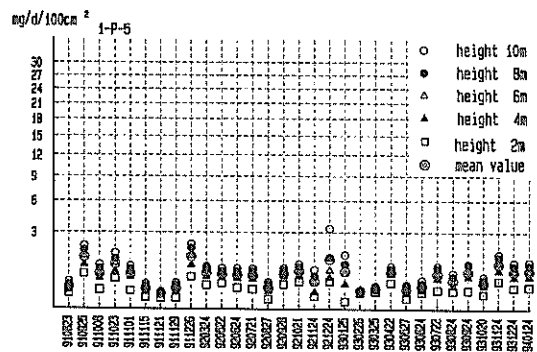
付図一 (2) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点1-P-2, 単位mg / (day · 100cm<sup>2</sup>))



付図一 (3) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点1-P-3, 単位mg / (day · 100cm<sup>2</sup>))

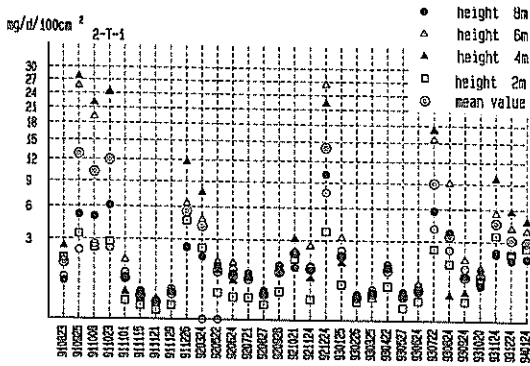


付図一 (4) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点1-P-4, 単位mg / (day · 100cm<sup>2</sup>))

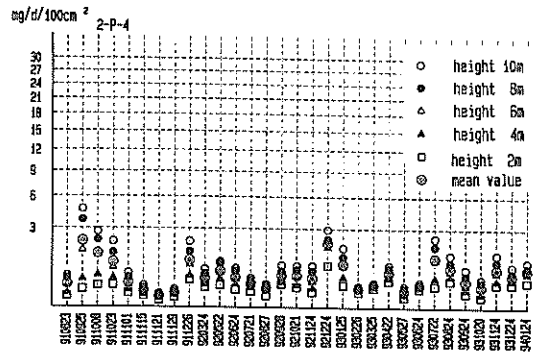


付図一 (5) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点1-P-5, 単位mg / (day · 100cm<sup>2</sup>))

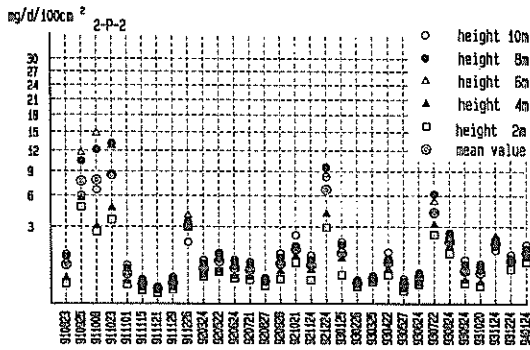




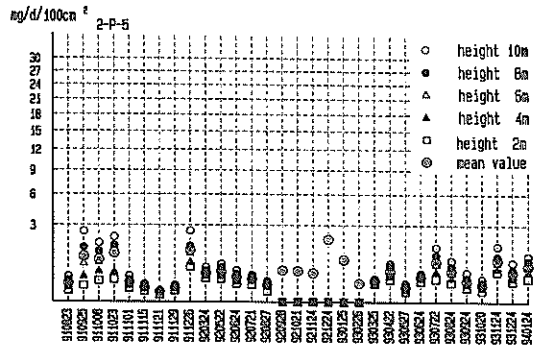
付図一(6) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点2-T-1, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



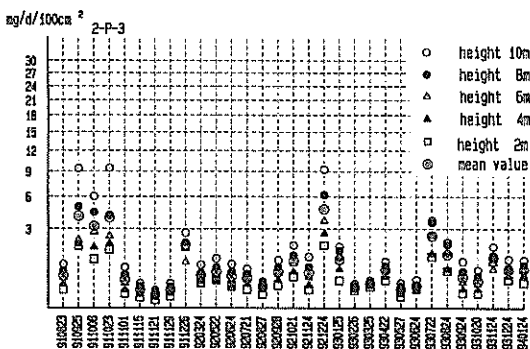
付図一(9) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点2-P-4, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



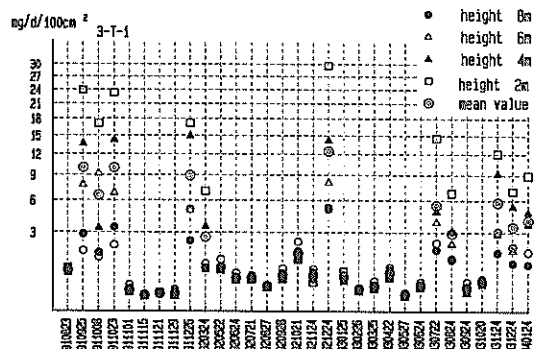
付図一(7) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点2-P-2, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



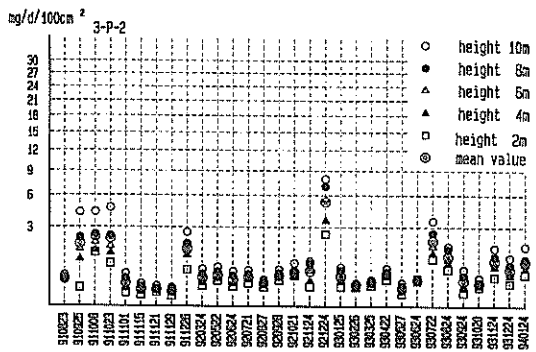
付図一(10) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点2-P-5, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



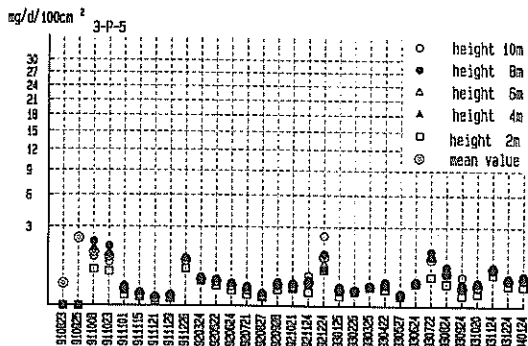
付図一(8) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点2-P-3, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



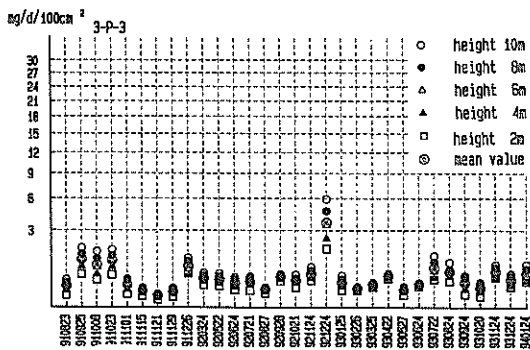
付図一(11) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点3-T-1, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



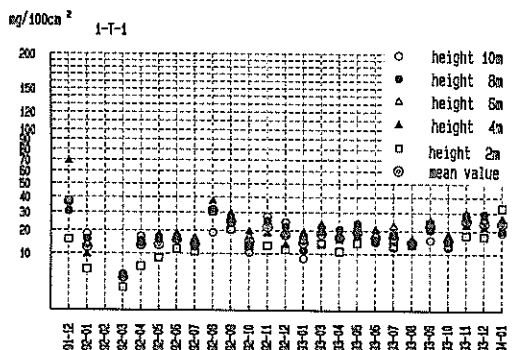
付図一 (12) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点3-P-2, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



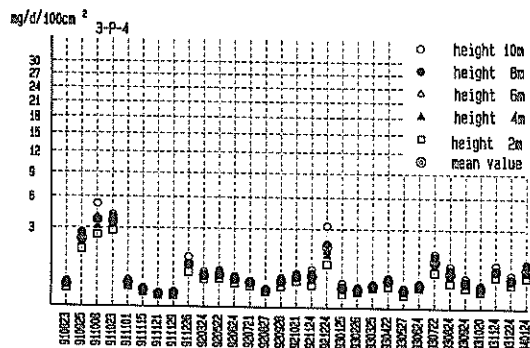
付図一 (15) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点3-P-5, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



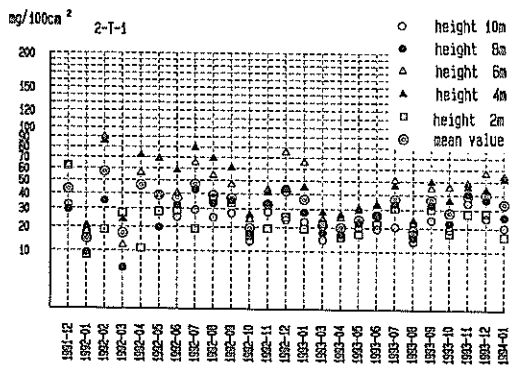
付図一 (13) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点3-P-3, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



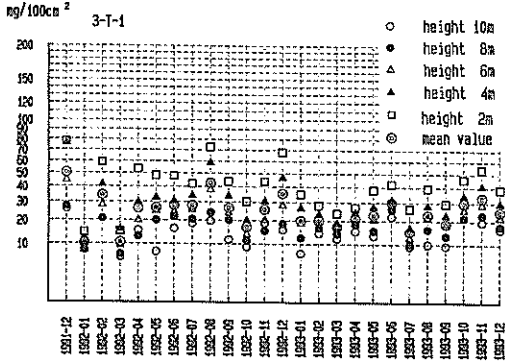
付図二 (1) 乾式ガーゼ法による1カ月間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点1-T-1, 単位mg/(month・100cm<sup>2</sup>))



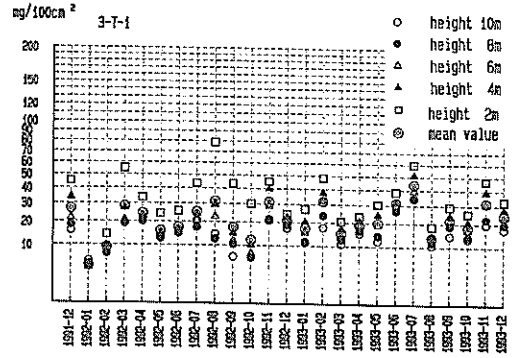
付図一 (14) 乾式ガーゼ法による24時間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点3-P-4, 単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



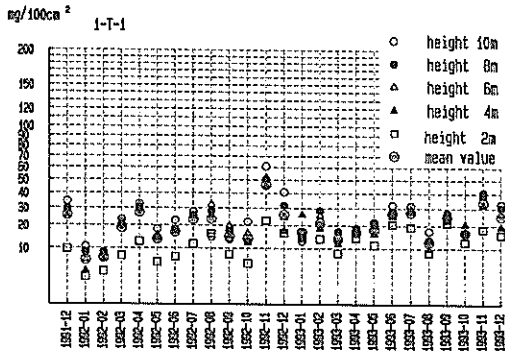
付図二 (2) 乾式ガーゼ法による1カ月間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点2-T-1, 単位mg/(month・100cm<sup>2</sup>))



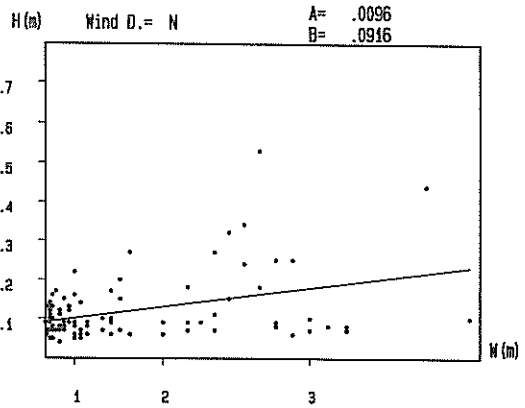
付図一 2 (3) 乾式ガーゼ法による1カ月間曝露の  
付着塩分量の結果  
(測点3-T-1, 単位mg / (month · 100cm<sup>2</sup>))



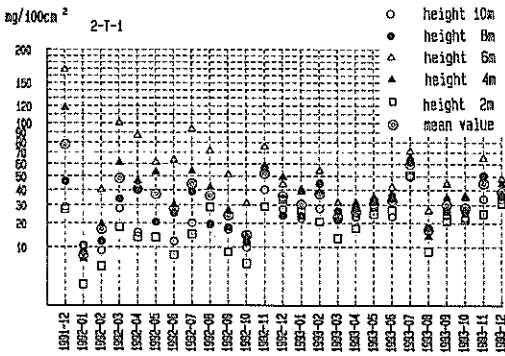
付図一 3(3) 湿式ガーゼ法(ウェットキャンドル)による  
1カ月間曝露の付着塩分量の結果  
(測点3-T-1, 単位mg / (month · 100cm<sup>2</sup>))



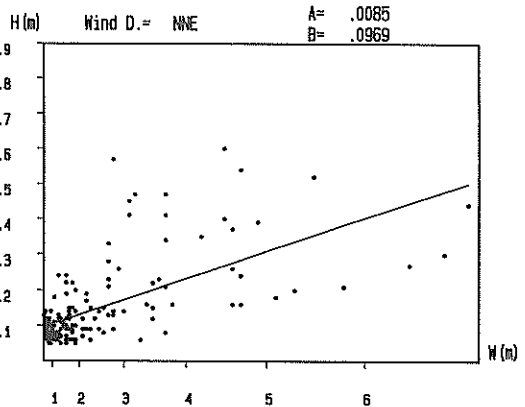
付図一 3(1) 湿式ガーゼ法(ウェットキャンドル)による  
1カ月間曝露の付着塩分量の結果  
(測点1-T-1, 単位mg / (month · 100cm<sup>2</sup>))



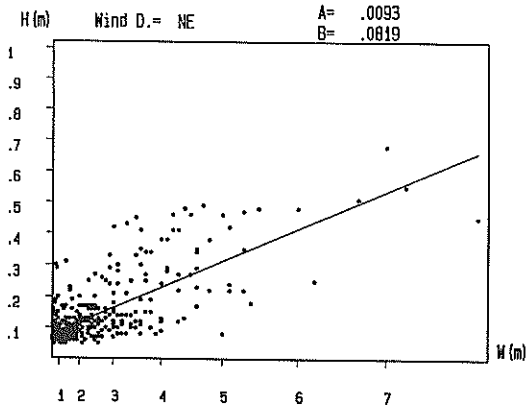
付図一 4 (1) 風速と波高の関係  
(北の風, A=0.0096, B=0.0916)



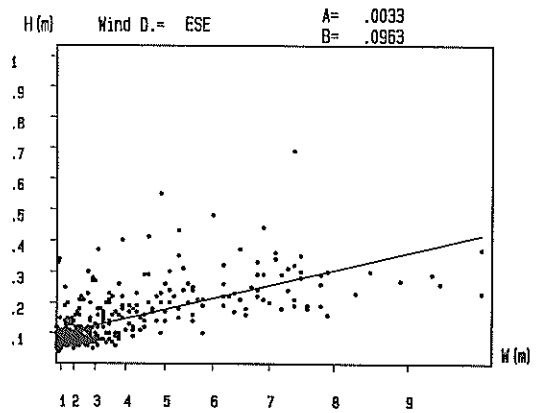
付図一 3(2) 湿式ガーゼ法(ウェットキャンドル)による  
1カ月間曝露の付着塩分量の結果  
(測点2-T-1, 単位mg / (month · 100cm<sup>2</sup>))



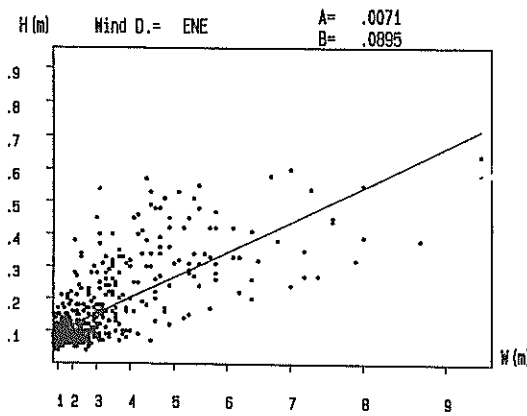
付図一 4 (2) 風速と波高の関係  
(北北東の風, A=0.0085, B=0.0969)



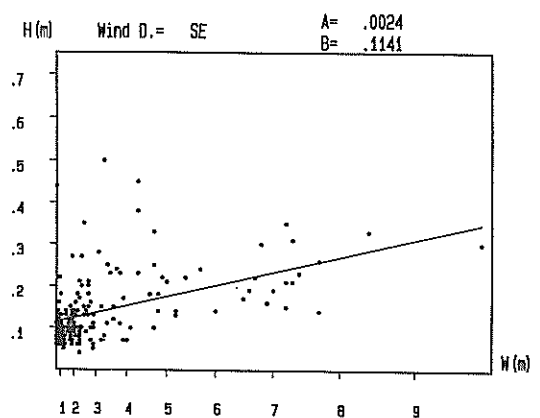
付図一 4 (3) 風速と波高の関係  
(北東の風,  $A=0.0093, B=0.0819$ )



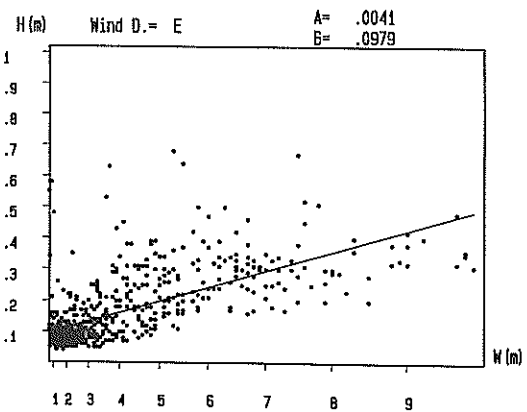
付図一 4 (6) 風速と波高の関係  
(東南東の風,  $A=0.0033, B=0.0963$ )



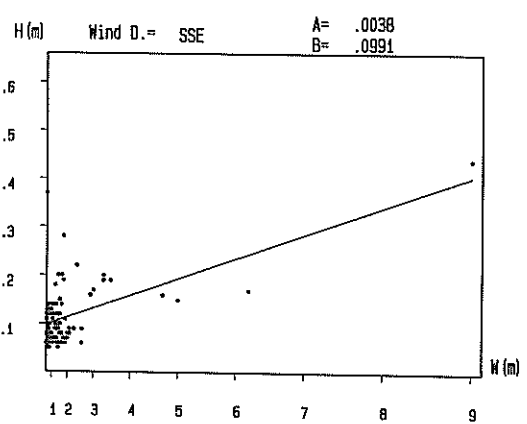
付図一 4 (4) 風速と波高の関係  
(東北東の風,  $A=0.0071, B=0.0895$ )



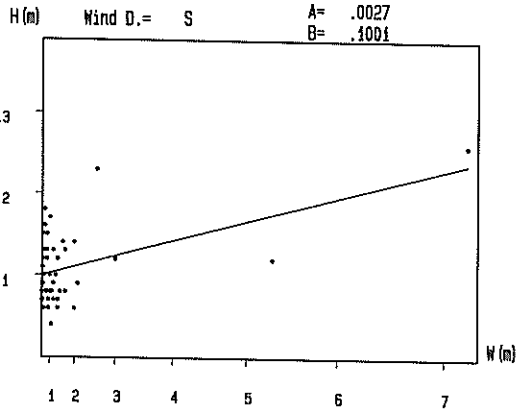
付図一 4 (7) 風速と波高の関係  
(南東の風,  $A=0.0024, B=0.1141$ )



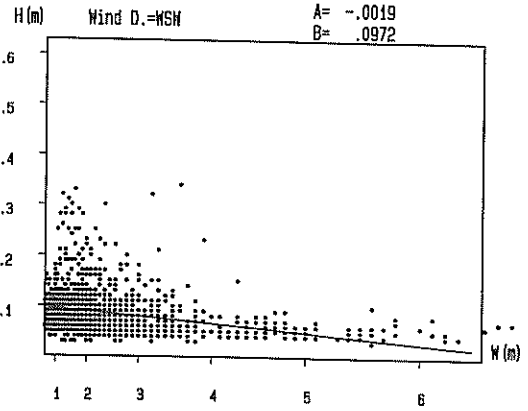
付図一 4 (5) 風速と波高の関係  
(東の風,  $A=0.0041, B=0.0979$ )



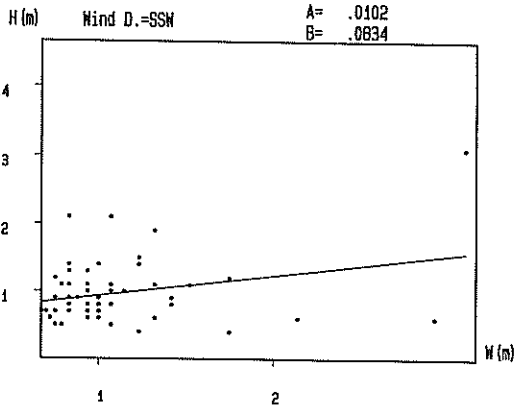
付図一 4 (8) 風速と波高の関係  
(南南東の風,  $A=0.0038, B=0.0991$ )



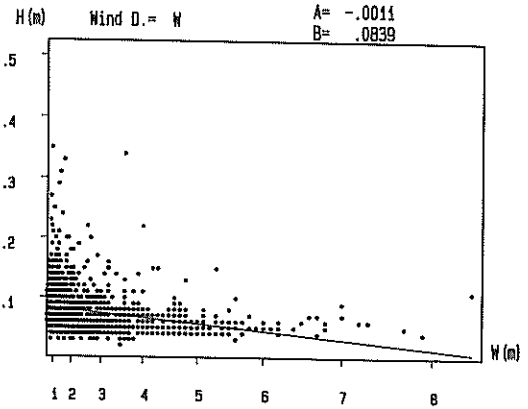
付図一 4 (9) 風速と波高の関係  
(南,  $A=0.0027, B=0.1001$ )



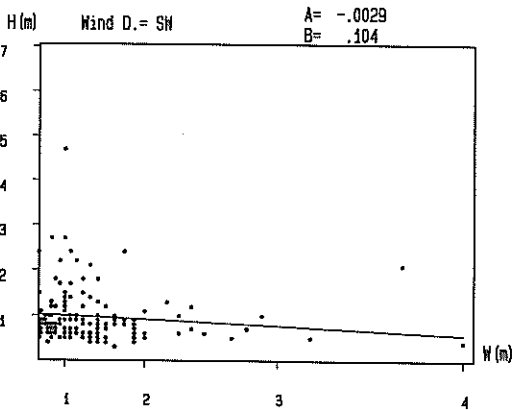
付図一 4 (12) 風速と波高の関係  
(西南西の風,  $A=-0.0019, B=0.0972$ )



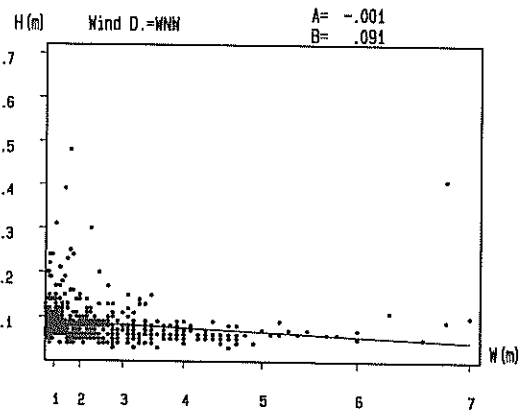
付図一 4 (10) 風速と波高の関係  
(南南西の風,  $A=0.0102, B=0.0834$ )



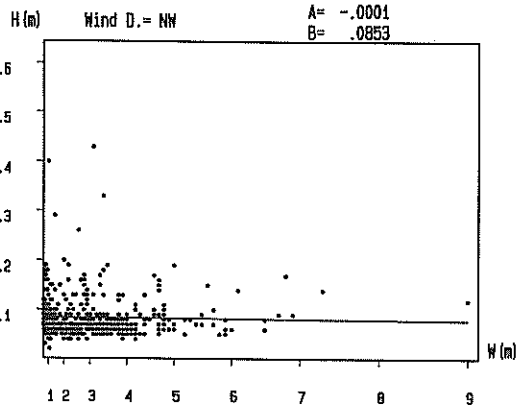
付図一 4 (13) 風速と波高の関係  
(西の風,  $A=-0.0011, B=0.0839$ )



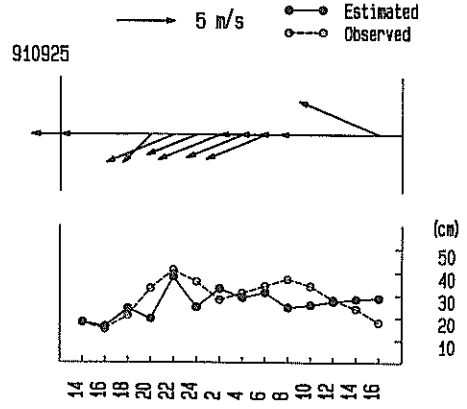
付図一 4 (11) 風速と波高の関係  
(南西の風,  $A=-0.0029, B=0.1040$ )



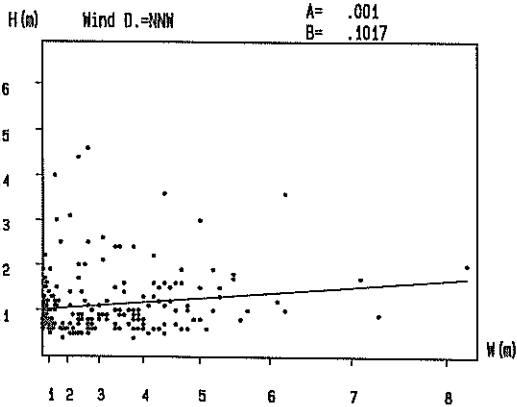
付図一 4 (14) 風速と波高の関係  
(西北西の風,  $A=-0.0010, B=0.0910$ )



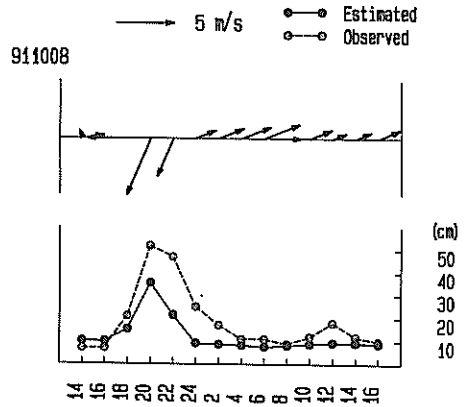
付図-4 (15) 風速と波高の関係  
(北西の風,  $A = -0.0001, B = 0.0853$ )



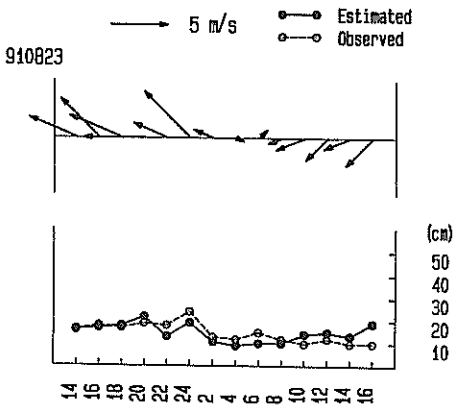
付図-5 (2) 飛沫調査時の風速と波高  
(2回目: 1991年9月25日)  
(○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



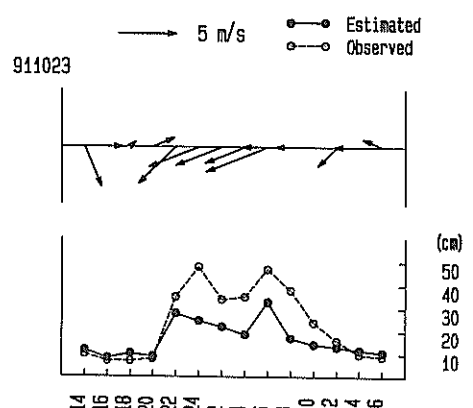
付図-4 (16) 風速と波高の関係  
(北北西の風,  $A = 0.0010, B = 0.1017$ )



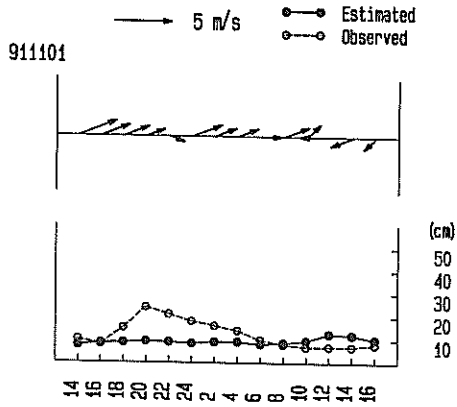
付図-5 (3) 飛沫調査時の風速と波高  
(3回目: 1991年10月8日)  
(○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



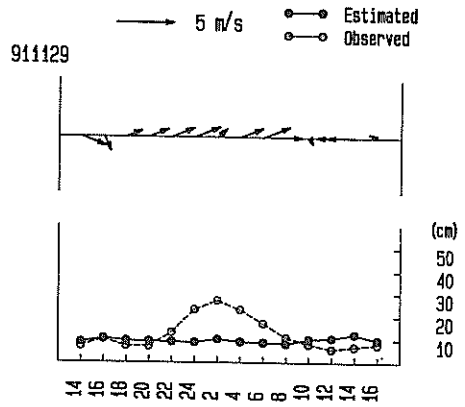
付図-5 (1) 飛沫調査時の風速と波高  
(1回目: 1991年8月23日)  
(○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



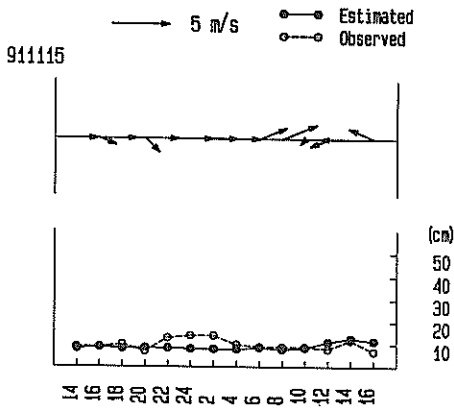
付図-5 (4) 飛沫調査時の風速と波高  
(4回目: 1991年10月23日)  
(○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



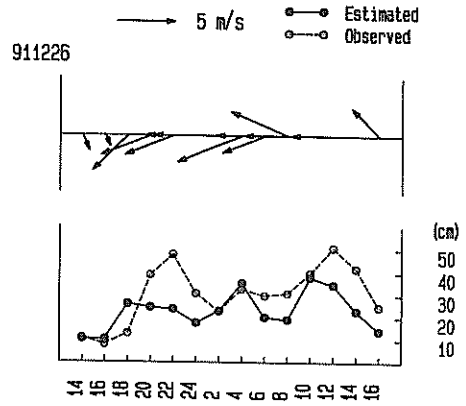
付図一 5 (5) 飛沫調査時の風速と波高  
 (5回目: 1991年11月1日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



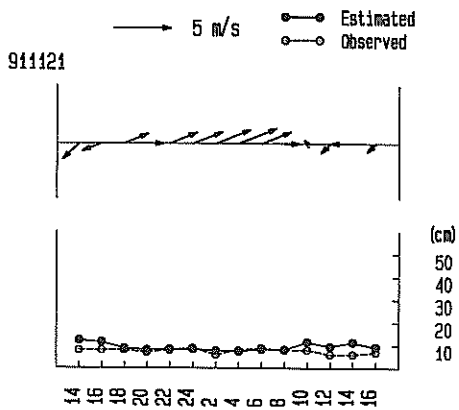
付図一 5 (8) 飛沫調査時の風速と波高  
 (8回目: 1991年11月29日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



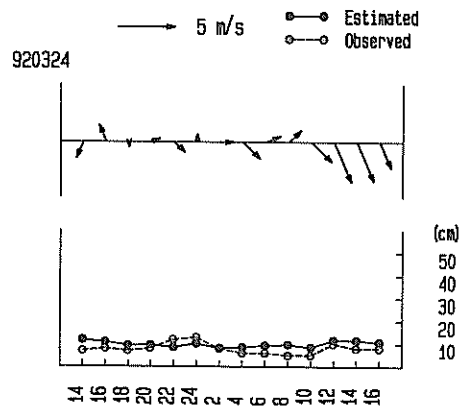
付図一 5 (6) 飛沫調査時の風速と波高  
 (6回目: 1991年11月15日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



付図一 5 (9) 飛沫調査時の風速と波高  
 (9回目: 1991年12月26日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)

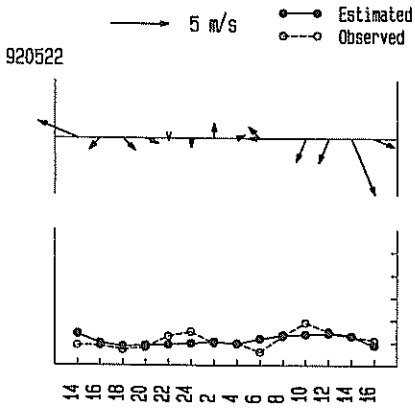


付図一 5 (7) 飛沫調査時の風速と波高  
 (7回目: 1991年11月21日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)

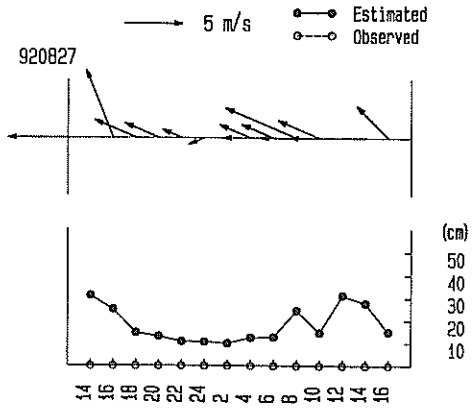


付図一 5 (10) 飛沫調査時の風速と波高  
 (10回目: 1992年3月24日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)

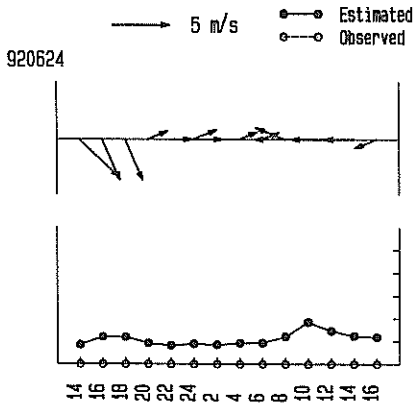




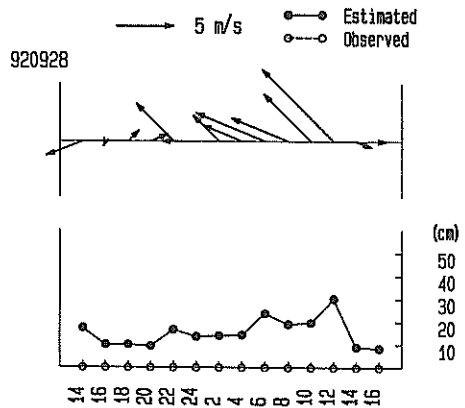
付図一 5 (11) 飛沫調査時の風速と波高  
 (11回目: 1992年 5月22日)  
 (○: 波高の実測値 (欠測), ●: 波高の推算値)



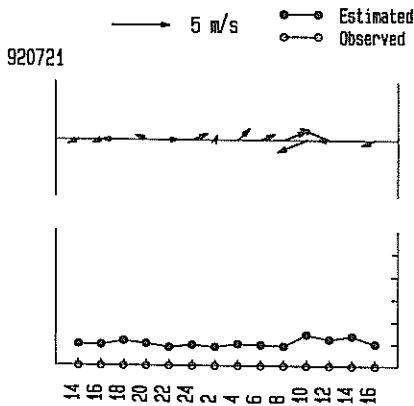
付図一 5 (14) 飛沫調査時の風速と波高  
 (14回目: 1992年 8月27日)  
 (○: 波高の実測値 (欠測), ●: 波高の推算値)



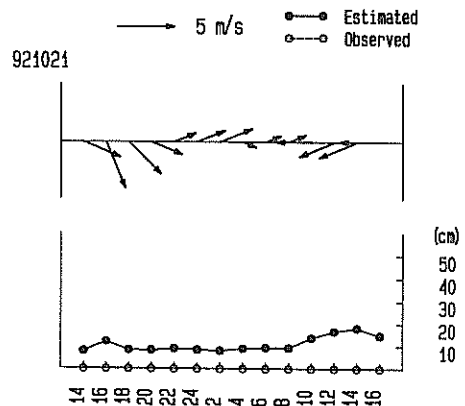
付図一 5 (12) 飛沫調査時の風速と波高  
 (12回目: 1992年 6月24日)  
 (○: 波高の実測値 (欠測), ●: 波高の推算値)



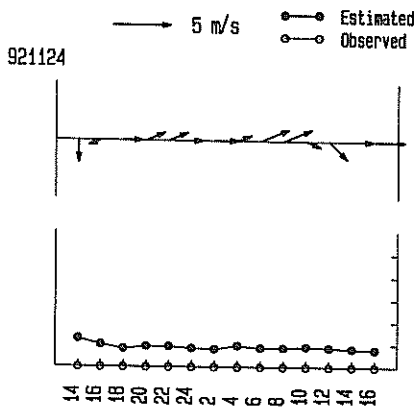
付図一 5 (15) 飛沫調査時の風速と波高  
 (15回目: 1992年 9月28日)  
 (○: 波高の実測値 (欠測), ●: 波高の推算値)



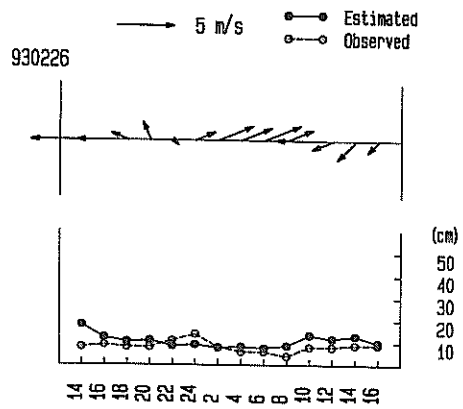
付図一 5 (13) 飛沫調査時の風速と波高  
 (13回目: 1992年 7月21日)  
 (○: 波高の実測値 (欠測), ●: 波高の推算値)



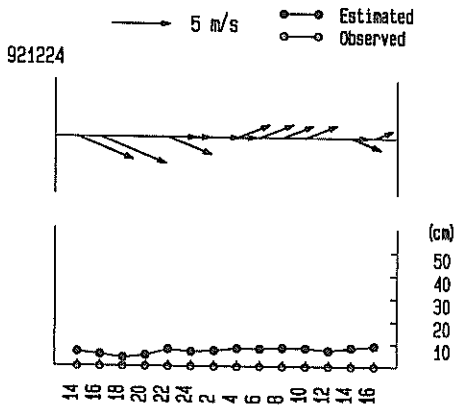
付図一 5 (16) 飛沫調査時の風速と波高  
 (16回目: 1992年 10月21日)  
 (○: 波高の実測値 (欠測), ●: 波高の推算値)



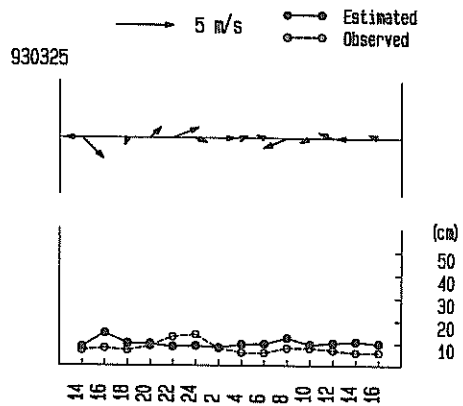
付図一 5 (17) 飛沫調査時の風速と波高  
 (17回目: 1992年11月24日)  
 (○: 波高の実測値 (欠測), ●: 波高の推算値)



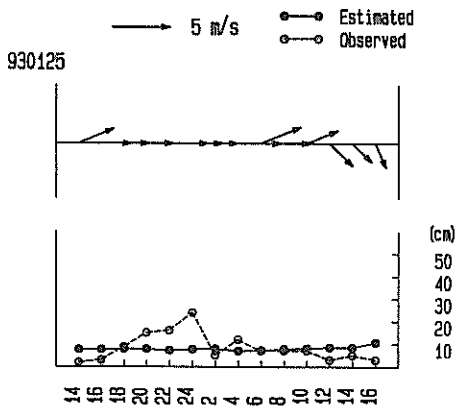
付図一 5 (20) 飛沫調査時の風速と波高  
 (20回目: 1993年2月26日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



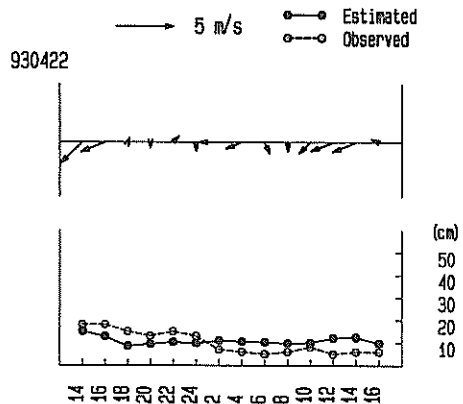
付図一 5 (18) 飛沫調査時の風速と波高  
 (18回目: 1992年12月24日)  
 (○: 波高の実測値 (欠測), ●: 波高の推算値)



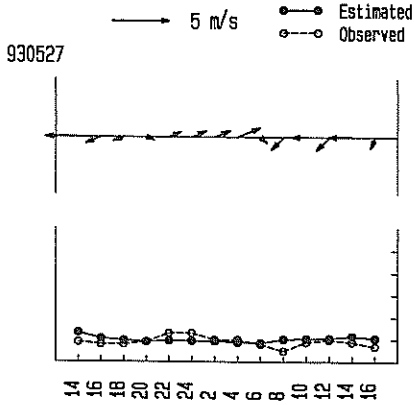
付図一 5 (21) 飛沫調査時の風速と波高  
 (21回目: 1993年3月25日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



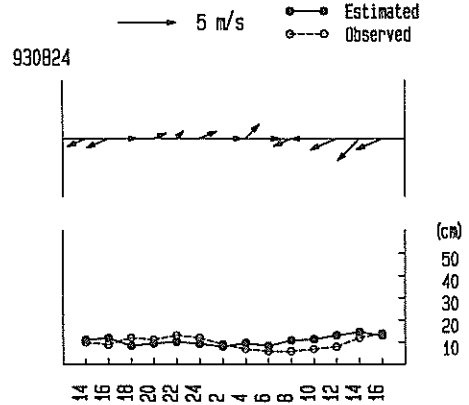
付図一 5 (19) 飛沫調査時の風速と波高  
 (19回目: 1993年1月25日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



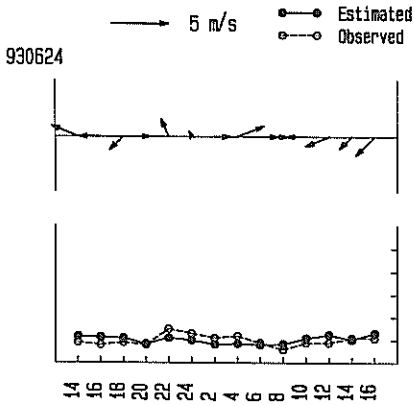
付図一 5 (22) 飛沫調査時の風速と波高  
 (22回目: 1993年4月22日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



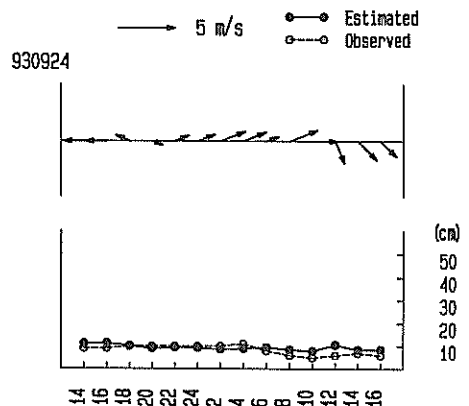
付図-5 (23) 飛沫調査時の風速と波高  
 (23回目: 1993年5月27日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



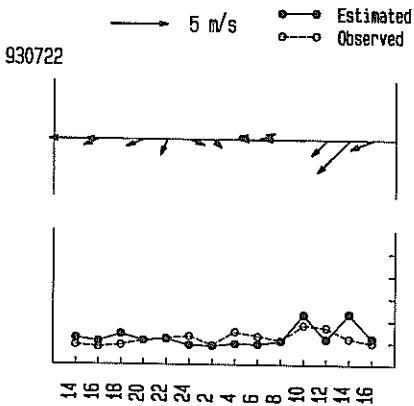
付図-5 (26) 飛沫調査時の風速と波高  
 (26回目: 1993年8月24日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



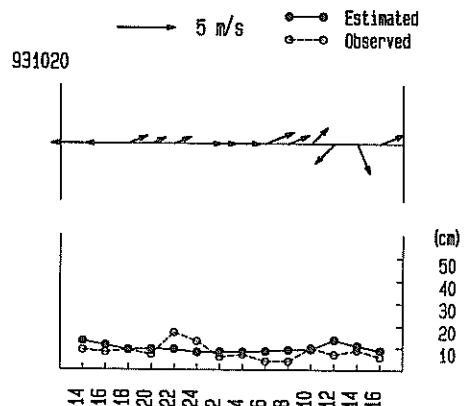
付図-5 (24) 飛沫調査時の風速と波高  
 (24回目: 1993年6月24日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



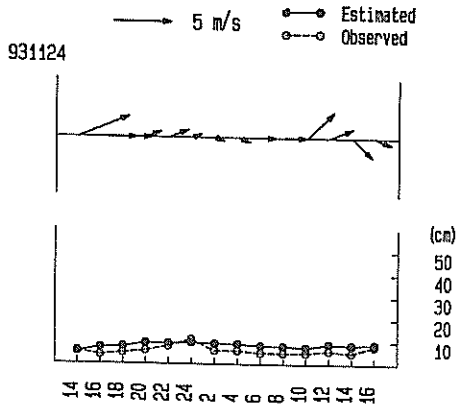
付図-5 (27) 飛沫調査時の風速と波高  
 (27回目: 1993年9月24日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



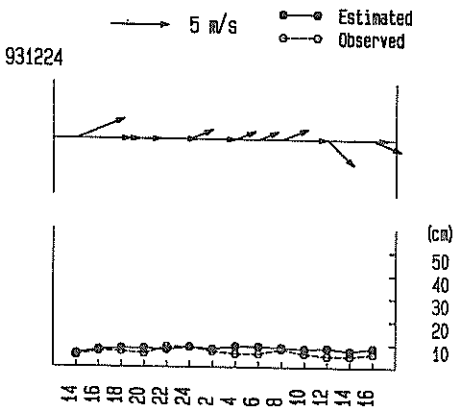
付図-5 (25) 飛沫調査時の風速と波高  
 (25回目: 1993年7月22日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



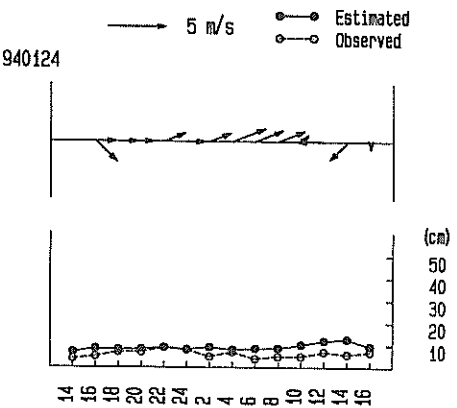
付図-5 (28) 飛沫調査時の風速と波高  
 (28回目: 1993年10月20日)  
 (○: 波高の実測値, ●: 波高の推算値)



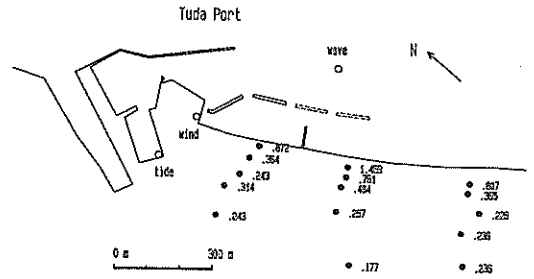
付図-5 (29) 飛沫調査時の風速と波高  
(29回目：1993年11月24日)  
(○：波高の実測値，●：波高の推算値)



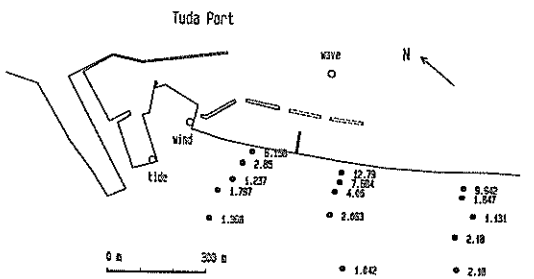
付図-5 (30) 飛沫調査時の風速と波高  
(30回目：1993年12月24日)  
(○：波高の実測値，●：波高の推算値)



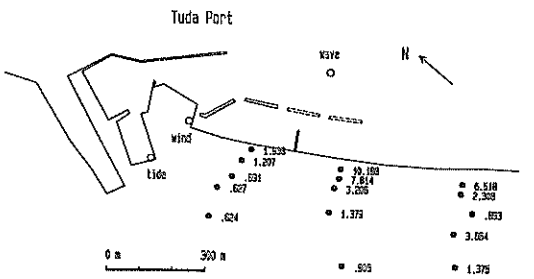
付図-5 (31) 飛沫調査時の風速と波高  
(31回目：1994年1月24日)  
(○：波高の実測値，●：波高の推算値)



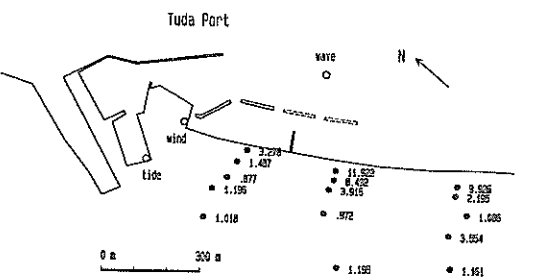
付図-6 (1) 付着飛沫量の平面分布  
(1991年8月23日：単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



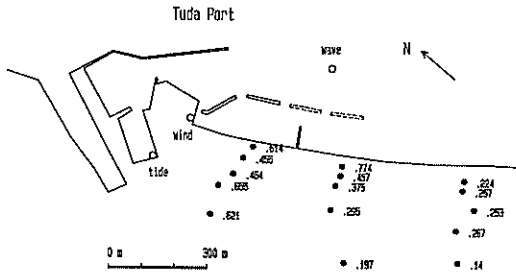
付図-6 (2) 付着飛沫量の平面分布  
(1991年9月25日：単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



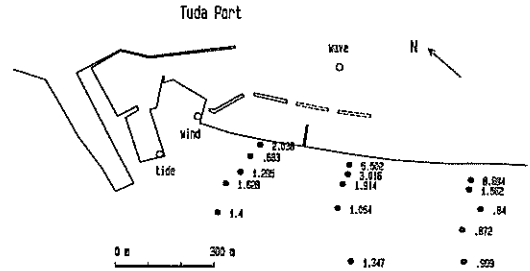
付図-6 (3) 付着飛沫量の平面分布  
(1991年10月8日：単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



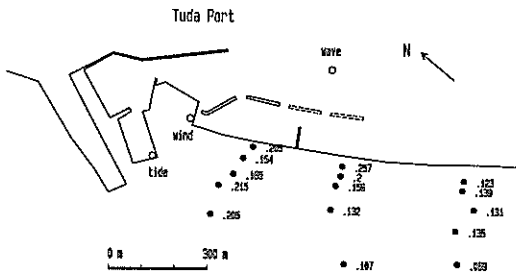
付図-6 (4) 付着飛沫量の平面分布  
(1991年10月23日：単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



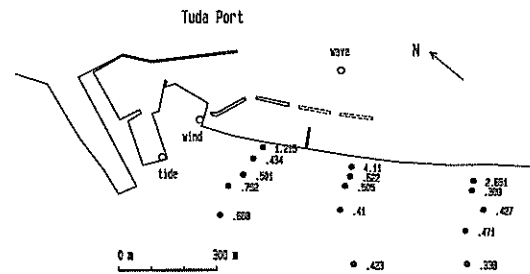
付図-6 (5) 付着飛沫量の平面分布  
(1991年11月1日:単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



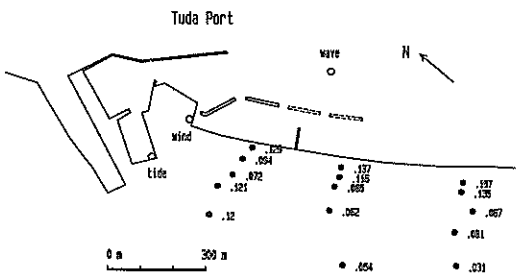
付図-6 (9) 付着飛沫量の平面分布  
(1991年12月26日:単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



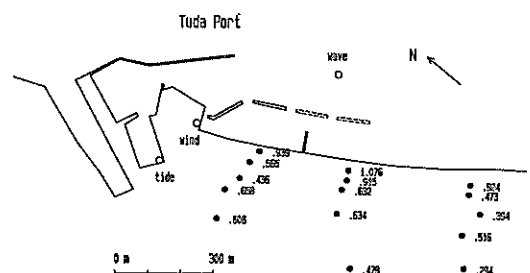
付図-6 (6) 付着飛沫量の平面分布  
(1991年11月15日:単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



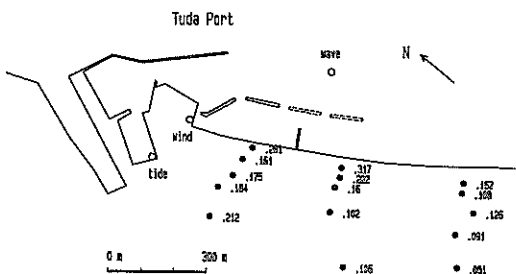
付図-6 (10) 付着飛沫量の平面分布  
(1992年3月24日:単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



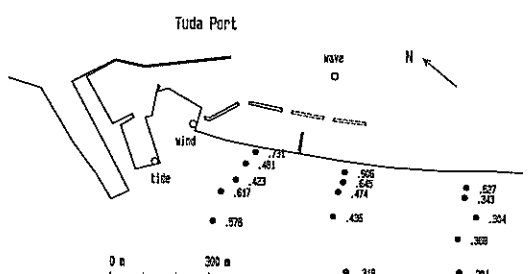
付図-6 (7) 付着飛沫量の平面分布  
(1991年11月21日:単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



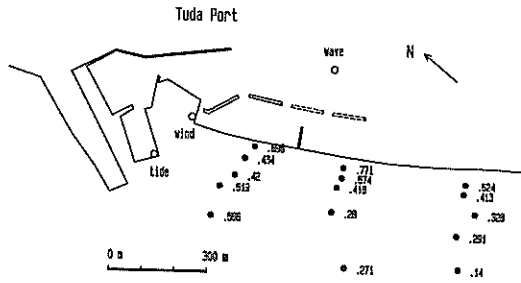
付図-6 (11) 付着飛沫量の平面分布  
(1992年5月22日:単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



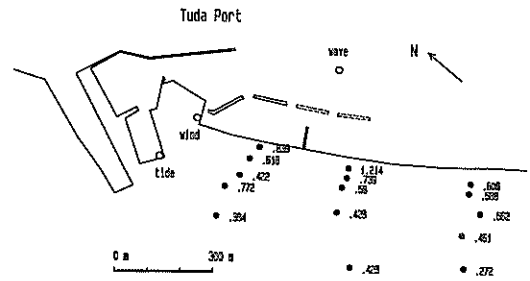
付図-6 (8) 付着飛沫量の平面分布  
(1991年11月29日:単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



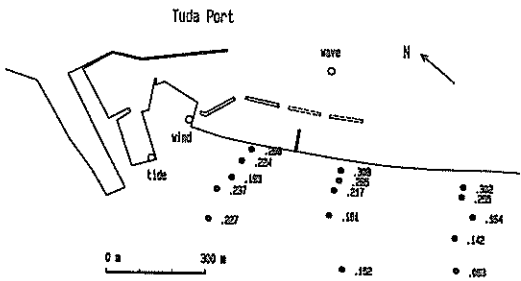
付図-6 (12) 付着飛沫量の平面分布  
(1992年6月24日:単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



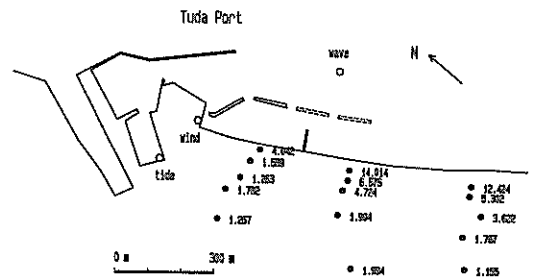
付図-6 (13) 付着飛沫量の平面分布  
(1992年7月21日:単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



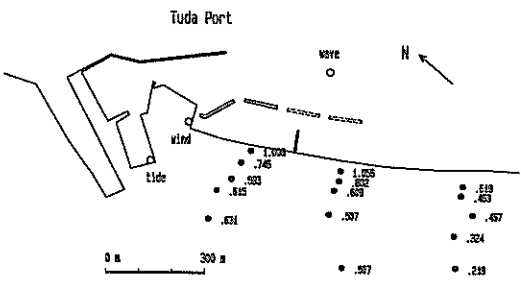
付図-6 (17) 付着飛沫量の平面分布  
(1992年11月24日:単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



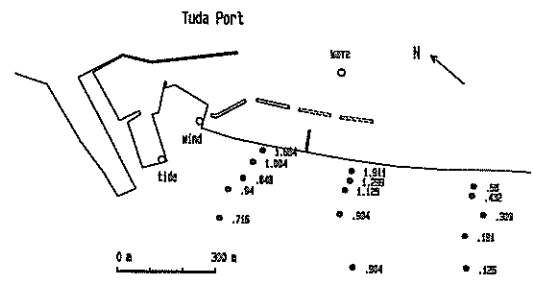
付図-6 (14) 付着飛沫量の平面分布  
(1992年8月27日:単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



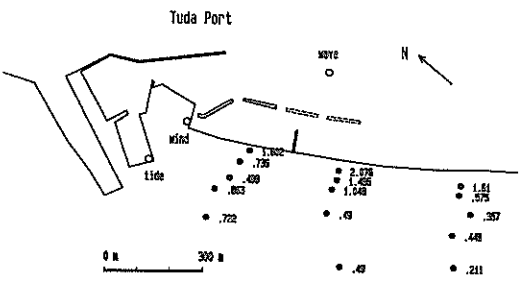
付図-6 (18) 付着飛沫量の平面分布  
(1992年12月24日:単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



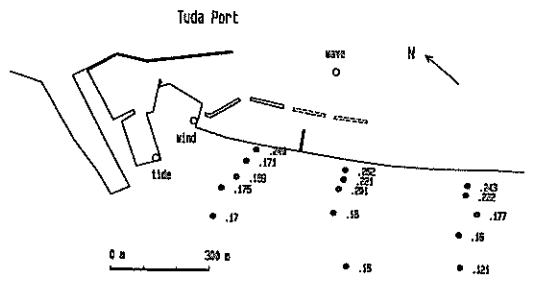
付図-6 (15) 付着飛沫量の平面分布  
(1992年9月28日:単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



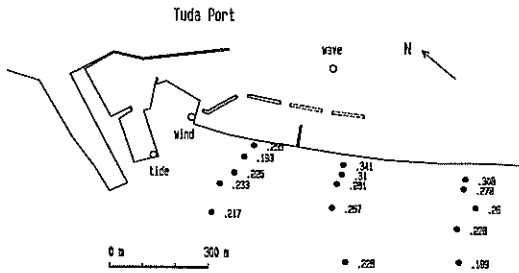
付図-6 (19) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年1月25日:単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



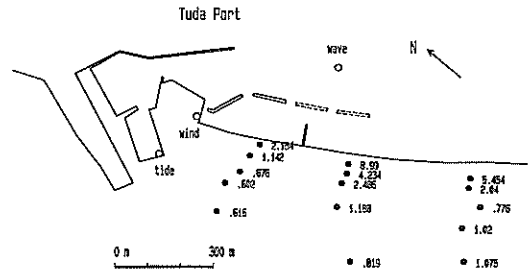
付図-6 (16) 付着飛沫量の平面分布  
(1992年10月21日:単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



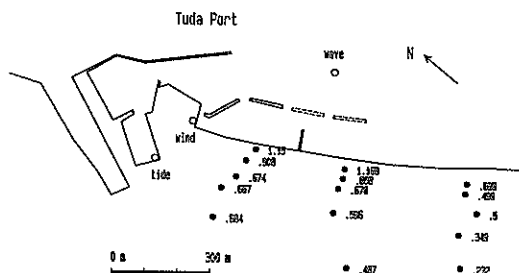
付図-6 (20) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年2月26日:単位mg/(day・100cm<sup>2</sup>))



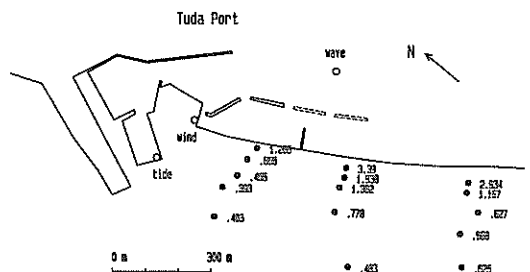
付図一 6 (21) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年 3 月 25 日; 単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



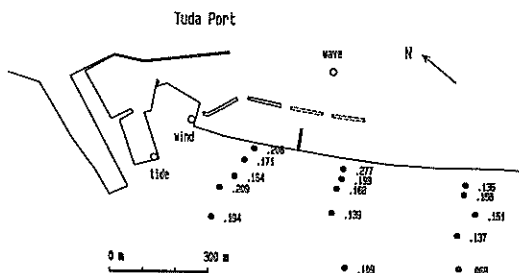
付図一 6 (25) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年 7 月 22 日; 単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



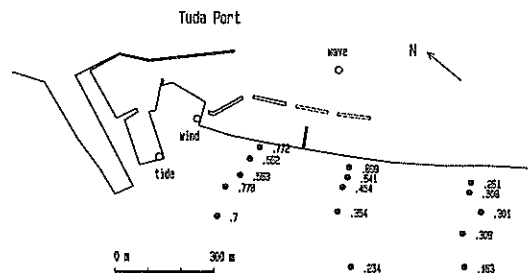
付図一 6 (22) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年 4 月 22 日; 単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



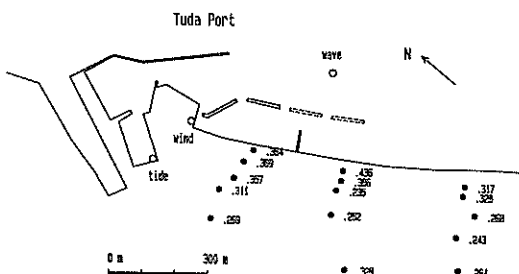
付図一 6 (26) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年 8 月 24 日; 単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



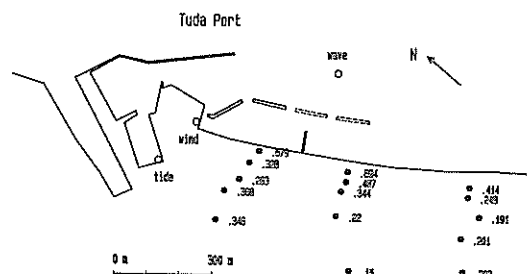
付図一 6 (23) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年 5 月 27 日; 単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



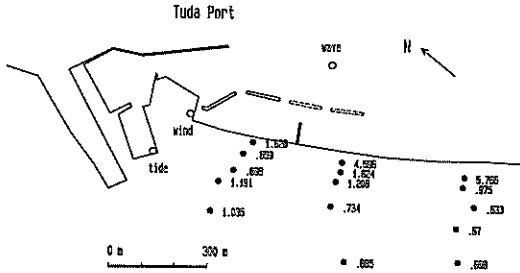
付図一 6 (27) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年 9 月 24 日; 単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



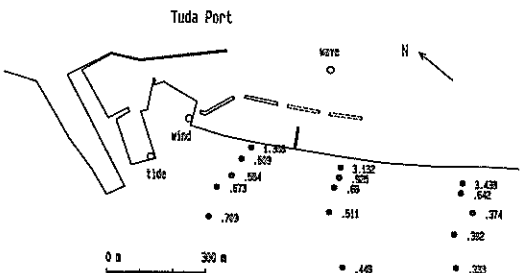
付図一 6 (24) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年 6 月 24 日; 単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



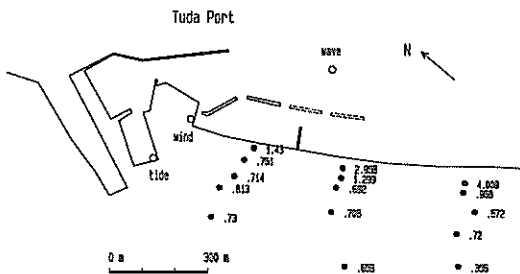
付図一 6 (28) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年 10 月 20 日; 単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



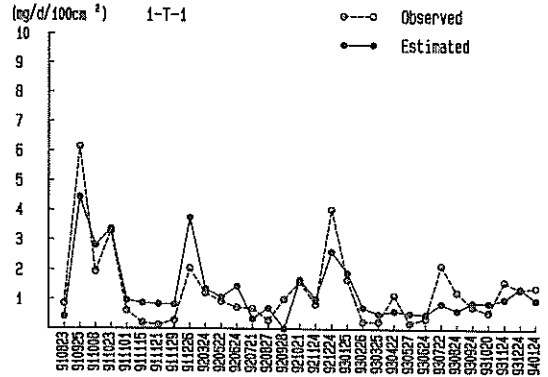
付図一 6 (29) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年11月24日;単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



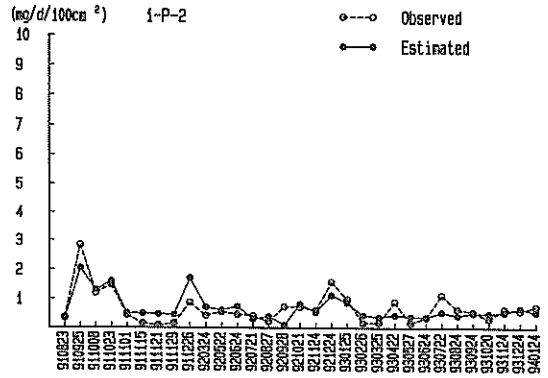
付図一 6 (30) 付着飛沫量の平面分布  
(1993年12月24日;単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



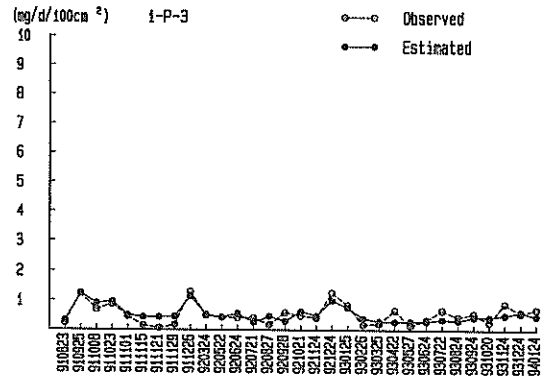
付図一 6 (31) 付着飛沫量の平面分布  
(1994年1月24日;単位mg/(day · 100cm<sup>2</sup>))



付図一 7 (1) 重回帰分析による測定点(1-T-1)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)

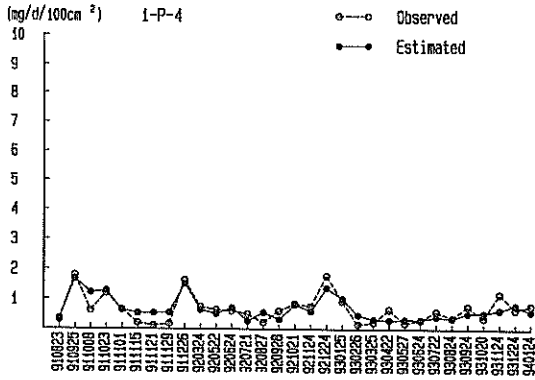


付図一 7 (2) 重回帰分析による測定点(1-P-2)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)

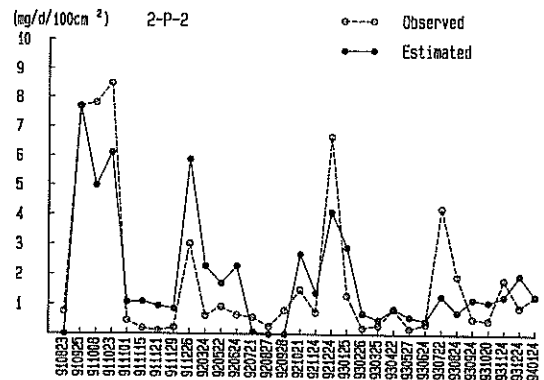


付図一 7 (3) 重回帰分析による測定点(1-P-3)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)

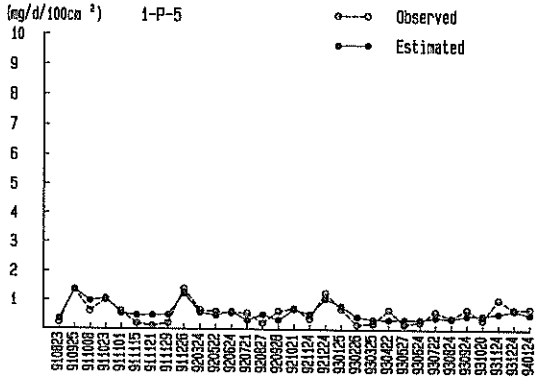




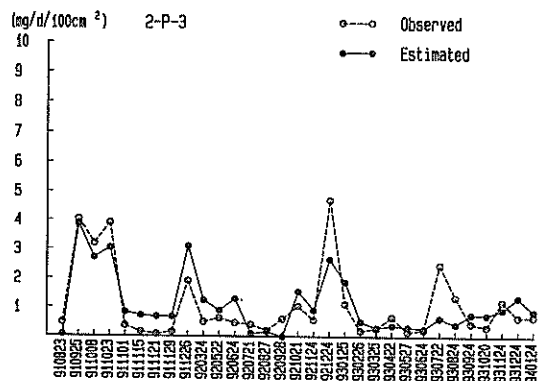
付図一 7 (4) 重回帰分析による測定点(1-P-4)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



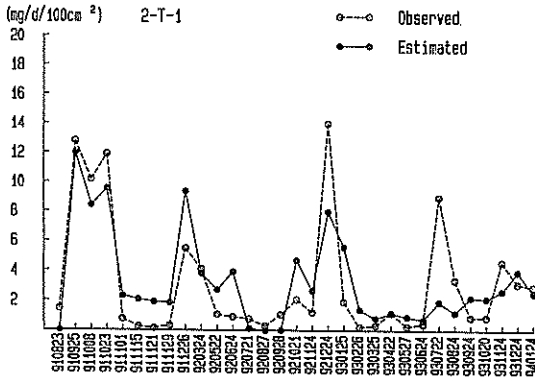
付図一 7 (7) 重回帰分析による測定点(2-P-2)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



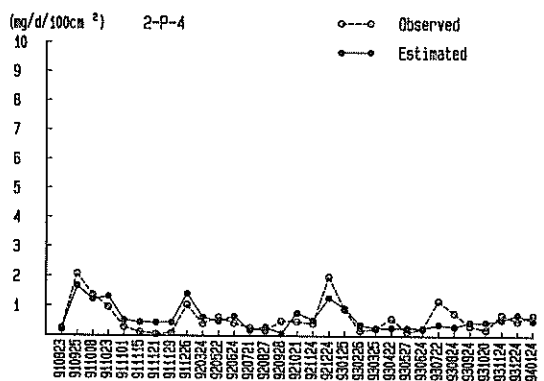
付図一 7 (5) 重回帰分析による測定点(1-P-5)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



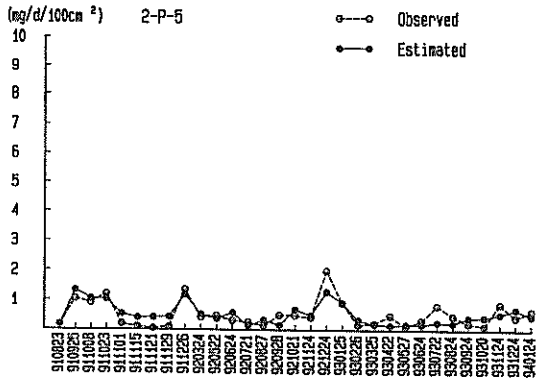
付図一 7 (8) 重回帰分析による測定点(2-P-3)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



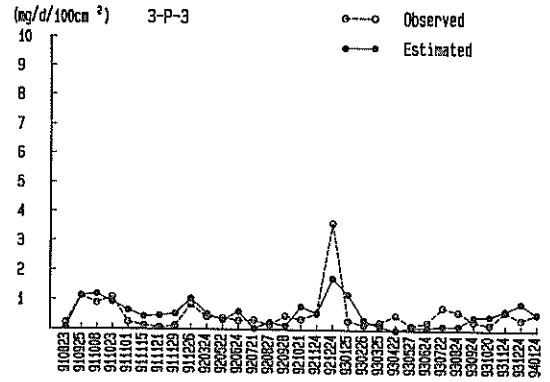
付図一 7 (6) 重回帰分析による測定点(2-T-1)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



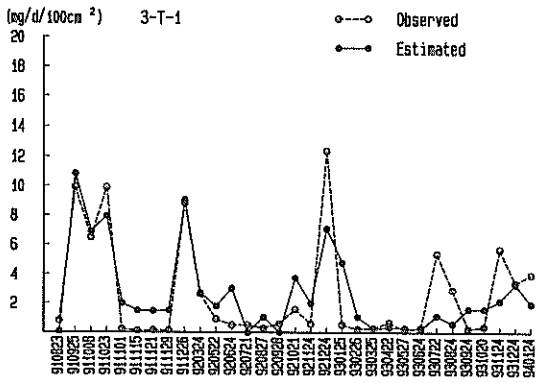
付図一 7 (9) 重回帰分析による測定点(2-P-4)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



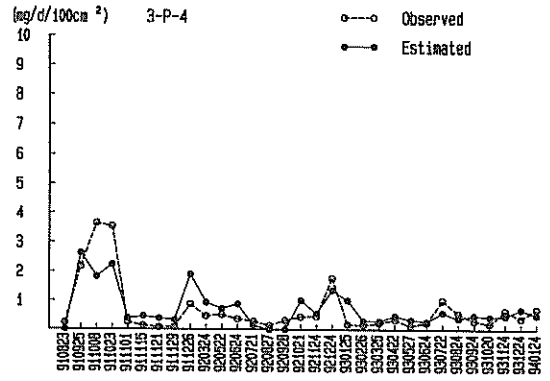
付図一 7(10) 重回帰分析による測定点(2-P-5)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



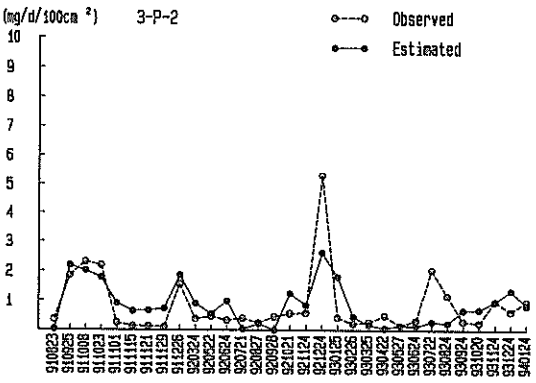
付図一 7(13) 重回帰分析による測定点(3-P-3)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



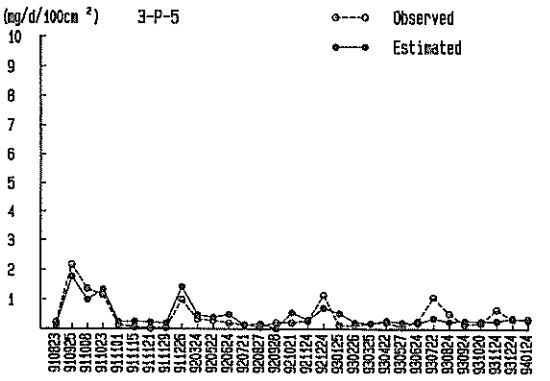
付図一 7(11) 重回帰分析による測定点(3-T-1)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



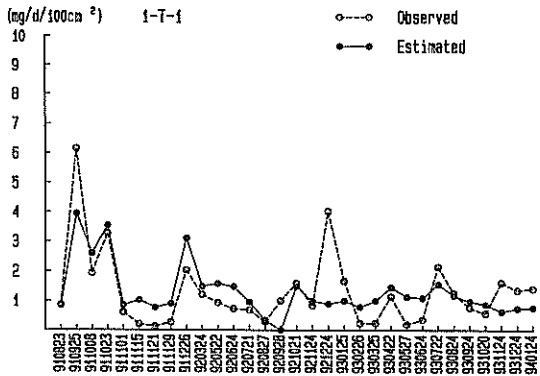
付図一 7(14) 重回帰分析による測定点(3-P-4)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



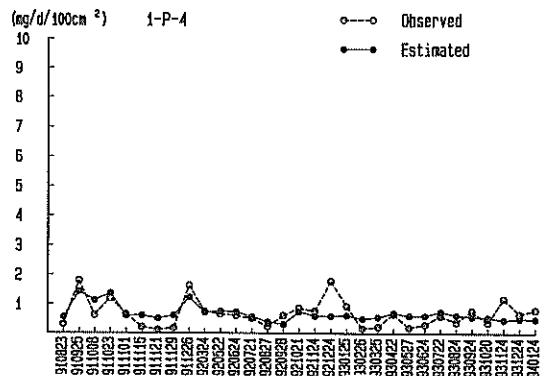
付図一 7(12) 重回帰分析による測定点(3-P-2)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



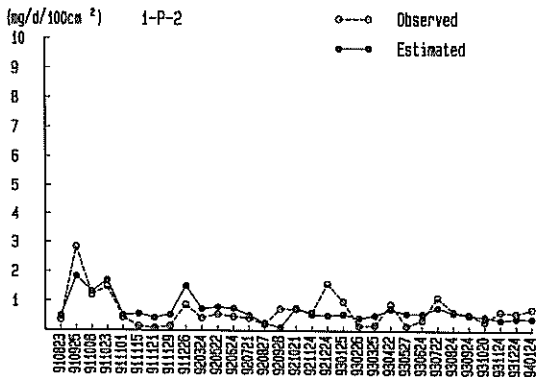
付図一 7(15) 重回帰分析による測定点(3-P-5)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(風速の絶対値と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



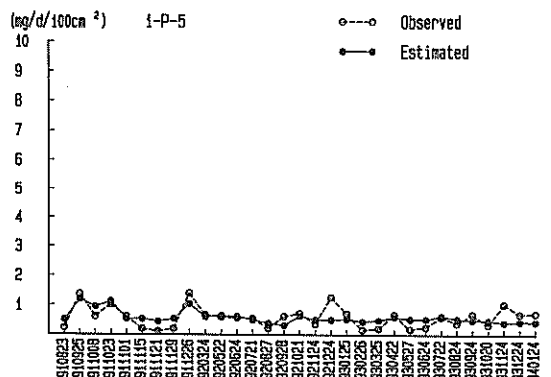
付図一 8 (1) 重回帰分析による測定点(1-T-1)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



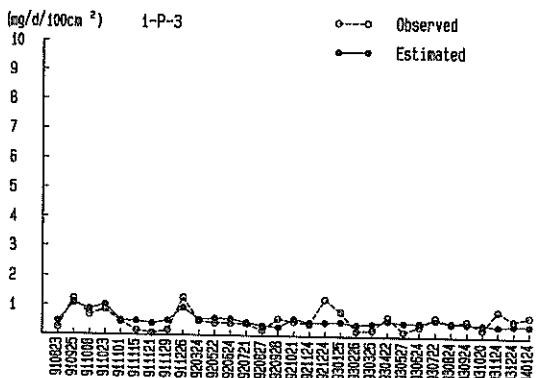
付図一 8 (4) 重回帰分析による測定点(1-P-4)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



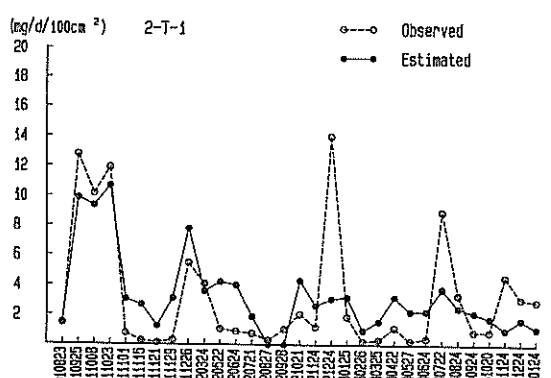
付図一 8 (2) 重回帰分析による測定点(1-P-2)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



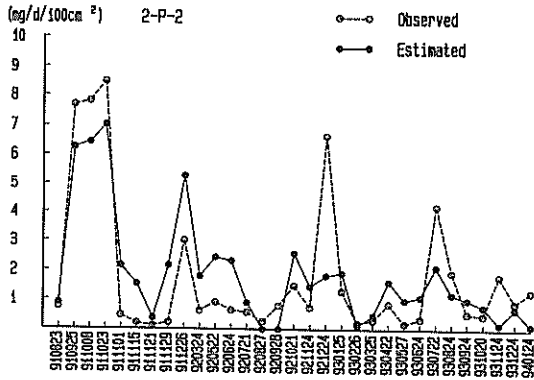
付図一 8 (5) 重回帰分析による測定点(1-P-5)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



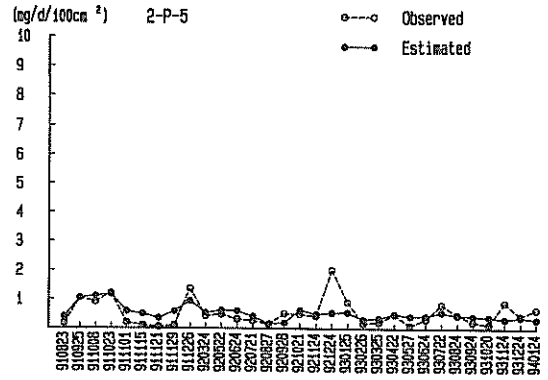
付図一 8 (3) 重回帰分析による測定点(1-P-3)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



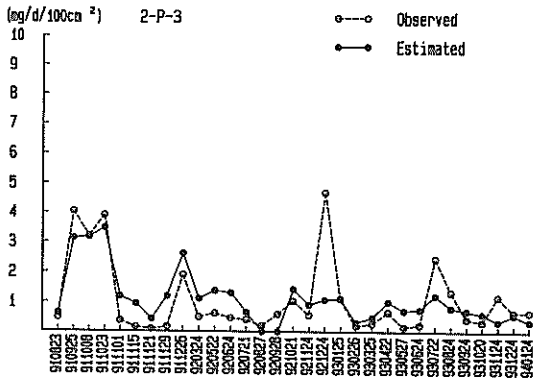
付図一 8 (6) 重回帰分析による測定点(2-T-1)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



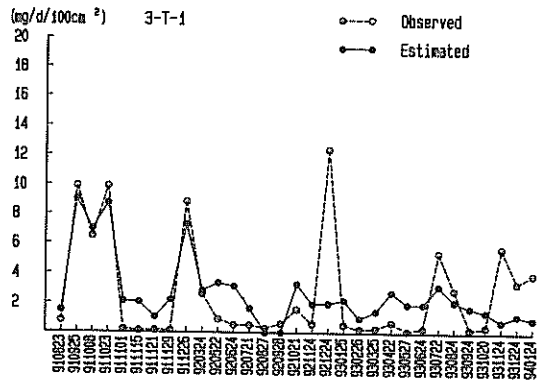
付図一 8 (7) 重回帰分析による測定点(2-P-2)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



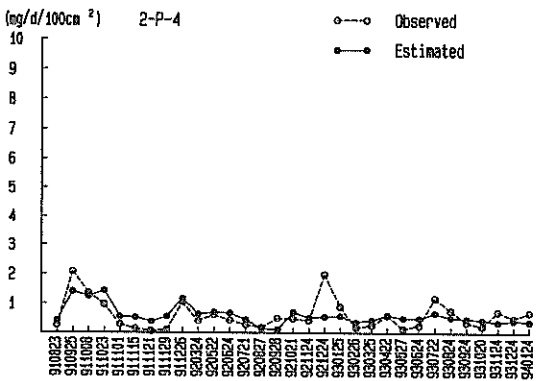
付図一 8 (10) 重回帰分析による測定点(2-P-5)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



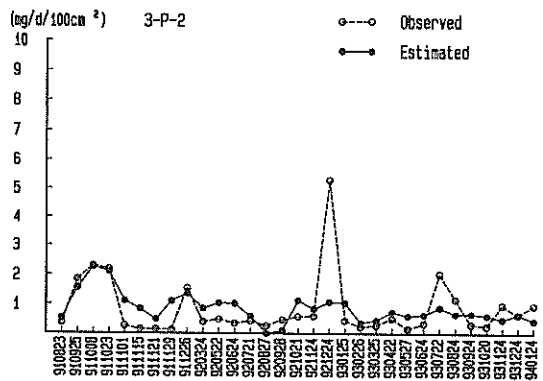
付図一 8 (8) 重回帰分析による測定点(2-P-3)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



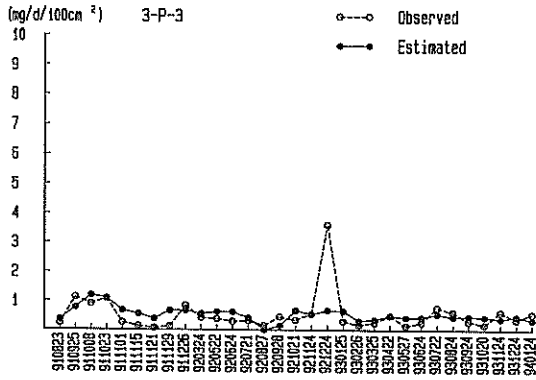
付図一 8 (11) 重回帰分析による測定点(3-T-1)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



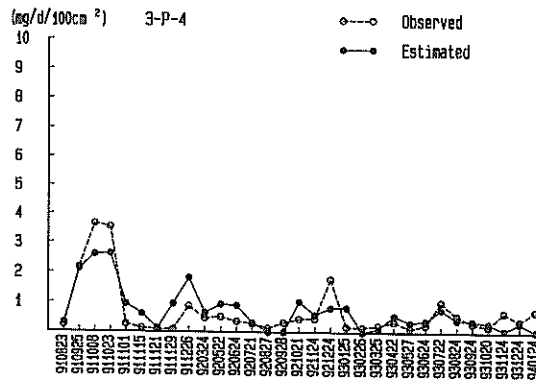
付図一 8 (9) 重回帰分析による測定点(2-P-4)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



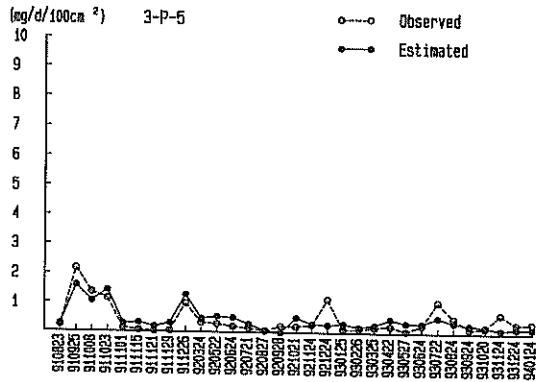
付図一 8 (12) 重回帰分析による測定点(3-P-2)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



付図一 8(13) 重回帰分析による測定点(3-P-3)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



付図一 8(14) 重回帰分析による測定点(3-P-4)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)



付図一 8(15) 重回帰分析による測定点(3-P-5)の飛沫量の推定値と実測値との比較  
(平均波高と、風の岸沖成分、海岸線方向成分による算定)

港湾技研資料 No.784

1994・9

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 横浜ハイテクプリンティング株式会社

Published by the Port and Harbour Research Institute  
Nagase, Yokosuka, Japan.

Copyright © (1994) by P.H.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.H.R.I.

この資料は、港湾技術研究所所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本資料の全部又は一部の転載、複写は、港湾技術研究所所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。