

北部九州の沿岸域における海塩粒子の発生に関する計測調査 —北九州地区の海岸線近傍における計測結果—

Field Investigation on Generation of Sea-Salt Particles in the Northern Kyushu Region
—Results of Field Measurement at the Coastal Zone in Kitakyushu Area—

片山正敏*

Masatoshi Katayama

The waterfront (Coastal Region) is situated at "the third land space", which is neither land nor the ocean that surrounds it, and is a peculiar mix of land and sea. However there is no accurate definition in a technology sense. A study of salt damage as one of the environmental problems concerning the Coastal Region has been proceeding for a long time.

A field investigation on the generation of sea-salt particles in the Kitakyushu Area was conducted to obtain fundamental data for planning the development of the waterfront (Coastal Region) from a complete environmental point of view.

This paper presents briefly an outline for a method of investigation, precisely explaining about the field measurements and results of analysis.

Keywords: (Field Investigation, Waterfront Development, Generation of Sea-Salt Particles, Coastal Zone)

1. はじめに

沿岸域は、内陸の国土ともこれを囲む海洋とも異なる、海と陸と交わり合った特異な性質を持つ「第3の国土空間」と位置づけられているが、工学的な意味での明確な定義はない。すなわち、海岸線をはさんで、陸域の影響の及ぶ水面の範囲または海域の影響の及ぶ陸域を含めた範囲をばくぜんとして沿岸域と呼称している。

とくに、都市臨海部においては、「人工域と自然域の融合地域」ともいえ、水域の豊かさ、うるおいとともに陸域のにぎわいを併せもつ特色ある地域であるといえる。

沿岸域（ウォーターフロント、水辺空間）は、これまで、わが国の高度経済成長を支えるため、主に物流・工業生産の場、港湾などとして利用されてきた時代には、ここを利用する人々も特定の人たちであったと思われるが、近年、物流革新、産業構造の変化、国際化、情報化などの進展に対応して、その利用の再構築がなされつつあり、不特定多数の人々が多目的に利用するようになってきた。このように、沿岸域（ウォーターフロント）は不特定多数の人々を対象とする人間活動や居住の場として再開発が進められている。

一方、沿岸域に居住する住民に対しての快適性に関するアンケート調査結果によれば、沿岸域を構成する環境のうち、光や明るさ、波の音、潮の香りなど情緒的な面では心理的に快適と感じる面が多いが、風、熱、湿度、塩害などの自然現象における物理的なものに対しては心

理的にも不快を感じる度合いが強いという結果が得られている。¹⁾ また、沿岸域をとりまく環境の問題の一つとして、古くより塩害に関する研究がある。

今後、沿岸域（ウォーターフロント）の開発を環境面からより広域的、総合的にとらえて計画するための基礎的なデータの一つとして、北部九州の沿岸域における海塩粒子の発生に関する計測調査を行った。すなわち、北九州地区の海岸線近傍の沿岸域において、海象条件（波浪計測）、気象条件（風速・風向、気温、湿度の計測）、海岸形態と空気中海塩粒子量の計測を行って、その相互関係を調べた。

本論文では、計測調査方法の概要について簡単に述べるとともに、計測および分析結果について詳細に述べる。

2. 調査地点の概要

調査地点として、北九州市内および近郊の下記4地区の海岸線近傍を選定した。（図-1参照）

（1）自然砂浜海岸

福岡県遠賀郡芦屋町の海岸で、波打ち際から陸上に向かって幅百数十m程度の美しい自然砂浜があり、海水浴場もある。その背後には松林があり、響灘に向かって開けている。（写真-1参照）

（2）自然岩場海岸

北九州市若松区の海岸で、海岸線数百mの幅にわたって自然岩場があり、その背後は丘陵地であり、その間に

* 正会員 九州共立大学工学部土木工学科（〒807 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8）

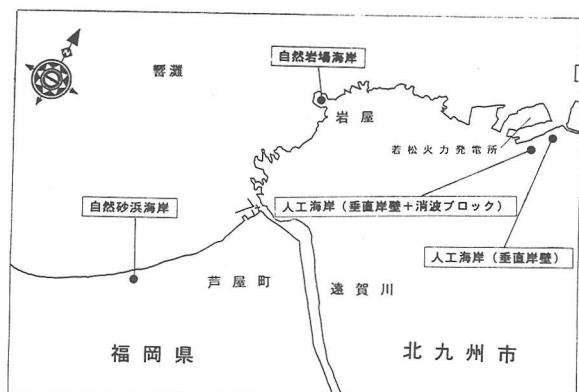


図-1 計測地点
(北九州市内および近郊)



写真-1 芦屋の自然砂浜海岸



写真-2 岩屋の自然岩場海岸



写真-3 若松の人工海岸
(垂直岸壁+消波ブロック)



写真-4 若松の人工海岸(垂直岸壁)

はサイクリングロードなどがあり、響灘に向かって開けている。(写真-2 参照)

(3) 人工海岸(垂直岸壁+消波ブロック)

工業用地として造成された埋立地の海岸で、垂直の岸壁に約0.5 kmにわたって消波ブロックが設置されている。近くに若松火力発電所があり、岸壁から産業道路まで幅百数十mにわたって草むらとなっている。人工の埋立地の湾奥に位置している。(写真-3 参照)

(4) 人工海岸(垂直岸壁)

工業用地として造成された埋立地の海岸で、上記(3)の人工海岸に近く、垂直岸壁で背後は平らな草地(未利用の工業用造成地)となっている。人工の埋立地の湾奥に位置している。(写真-4 参照)

なお、計測地点は上記4地区について、直接に海水滴(波しぶき)がかからない距離を考えて、海岸(水際)線からそれぞれ10m、50m、100mの合計12地点とすることとした。

3. 計測方法

(1) 海象条件(波浪)

手製の日盛付き計測ポールを海中に立て、海水面の変動を8ミリビデオカメラに記録(1回につき3分間、1時間の計測時間中2回)して、現地から持ち帰った後、低速で再生して平均波高・周期を読みとり、2回の計測値の平均値を求めた。

(2) 気象条件(風速・風向、気温、湿度)

風向・風速については、手持式風向・風速計(検定済)により10分間隔にて瞬時値を読みとり、平均値を求めた。また、気温、湿度についても同様にして、デジタル温湿度計にて瞬時値を読みとり、平均値を求めた。

(3) 海塩粒子の捕集方法

海塩粒子は $10^{-14} \sim 10^{-15} \text{ g}$ の海塩核を含む微粒子で、その生成については海上で波が砕波したり、物にぶつかる際、周囲の空気が海中に取り込まれ、この空気が気泡となって海面に上昇し、そこで破裂した時に空気中に放出され、これが風などによって沿岸部に運ばれるといわれている。したがって、波が物に強くぶつかった際に飛び散るしぶきは海水滴と呼ばれ、直径約4 mm以下

の塩分を含む水滴で、海塩粒子とは区別されている。

また、海水滴（波しぶき）は海塩粒子に比べて比較的重いため遠くへは飛来しないが、海塩粒子の方は風に乗って時には内陸の奥深くまで運搬されることがある。²⁾

海塩粒子の捕集方法としては、JIS Z 2381に定められた方法もあるが、本計測調査では、比較的短時間で計測するため、ハイボリウム・エアーサンプラー（図－2 参照）を用いて大気を吸引し、濾紙上に捕集されたものを化学分析して塩化ナトリウム（NaCl）量を計量する方法をとった。

エアーサンプラーでの捕集（吸引）時間は、1回（計測）あたり1時間（空気捕集量は約64～65m³程度）とした。

図－2に示すハイボリウム・エアーサンプラー（大気汚染測定機）は市販されているもので、サイクロンが取り付けられており、10μ以上の粒子状物質はカットされるようになっている。吸引口から吸引された大気が本体の中間部に設置されているガラスファイバー濾紙を通過して、本体下部から排出される構造となっている。

ハイボリウム・エアーサンプラーを海に向けた形で、地表面から吸引口までの高さを1.4mになるように、計測台上に設置した。

4. 化学分析方法

ハイボリウム・エアーサンプラーのガラスファイバー濾紙上に捕集された海塩粒子（塩化ナトリウム）については、イオンクロマトグラフィーを用いて検出する方法もあるが、本計測調査では、メタノール水銀溶液と硝酸第2鉄溶液の試薬を用いた吸光光度法によることとした。

前者の方法は、検出装置自体高価であるが、微量成分についても検出でき、塩素イオン以外の物質も同時に計量できる利点がある。それに比べて、後者の本方法は、比較的簡便で扱いやすいといった特徴がある。

具体的には、JIS Z 2381「屋外暴露試験方法通則」の参考3 海塩粒子量の測定 (5) 定量操作に準じて行うこととし、JIS K 0101「工業用水試験方法」の 32.1 チオシ

アン酸水銀（Ⅱ）吸光光度法によった。この方法では、試料にチオシアン酸水銀（Ⅱ）と硝酸アンモニウム鉄（Ⅲ）を加えたとき、塩化物イオンによって置換されたチオシアン酸イオンと鉄（Ⅱ）とが反応（ロダン鉄反応）して生じるだいたい赤色の錯体の吸光度を測定して、塩化物イオン（Cl⁻）を定量し、次式によって塩化ナトリウム（NaCl）量を求めた。

NaCl (mg/ml) = Y (58.44/35.45)

ここで、

Y: 定量されたCl⁻の量 (mg/ml)

58.44 = 22.99 + 35.45

22.99 : Naの原子量、35.45 : Clの原子量

5. 計測結果

(1) 空気中海塩粒子量の化学分析結果

1回（1時間）の計測でグラスファイバー濾紙上に捕集された海塩粒子の化学分析は、まず 200mlの溶液を作製し、その中から10mlの溶液を取り出して分光光度計により、波長を 460nmに設定して吸光度を測定した。続いてあらかじめ作成して置いた検量線を用いて塩化物イオン（Cl⁻）を定量した後、塩化ナトリウム（NaCl）量を求めた。

合計84回の計測データの分析結果のうち、最終的な空気中海塩粒子量を表－1に示す。

(2) 気象・海象・海塩粒子量の計測結果

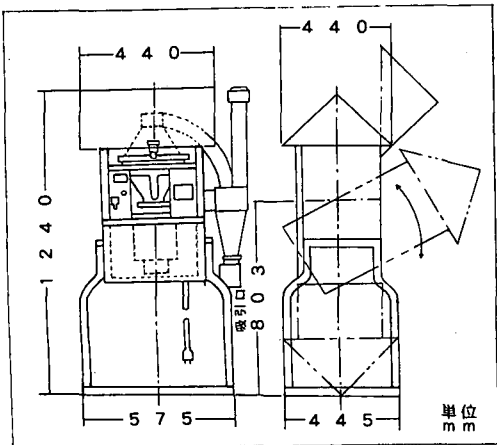
表－1に、気象、海象、空気中海塩粒子量の計測結果を示す。

6. 計測結果の考察

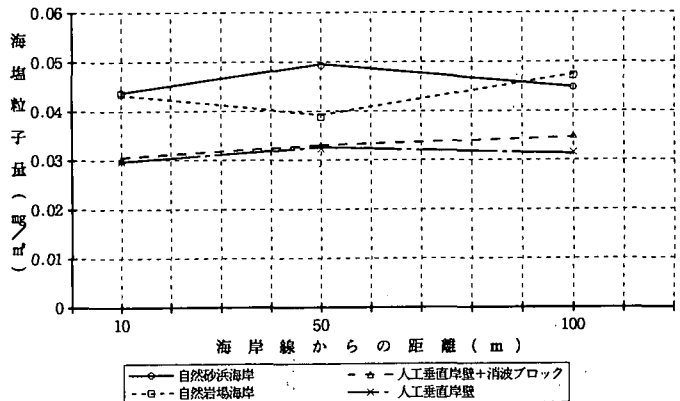
(1) 海岸線からの距離と海塩粒子量の関係

沿岸域における海塩粒子の発生に関しては、気象条件（風速・風向、気温、湿度）や海象条件（波高・波周期）などの各因子が複雑に関係していると思われ、今般の限られたデータの範囲内では明確にすることは難しい。

このため、前記の4計測地点での海岸線からそれぞれ10m、50m、100mの各地点での海塩粒子量（合計7回の計測の単純平均値）の関係を図－3に示す。



図－2 ハイボリウム・エアーサンプラー



図－3 海岸線からの距離と海塩粒子量の関係

表-1 北九州沿岸域における気象・海象・海塩粒子量の計測結果

計測番号	計測日	計測時間	計測場所	天候	気象・海象状態						空気中 海塩 粒子量 mg/m ³
					波高 cm	波周 期 s	風速 m/s	風向	気温 ℃	湿度 %	
1	94/07/27	12:00-13:00	(A)-10	曇り	5.1	4.4	1.68	SE	35.2	60.8	0.0330
2	94/07/27	15:00-16:00	(A)-50	曇り	5.5	5.0	1.39	SWW	33.9	65.3	0.0262
3	94/07/28	11:00-12:00	(A)-100	晴れ	10.7	6.7	1.05	NE	33.0	64.8	0.0302
4	94/08/25	11:00-12:00	(B)-10	曇り	8.7	4.9	3.89	W	31.5	64.8	0.0336
5	94/08/25	14:00-15:00	(B)-50	曇り	5.0	3.3	1.77	W	30.8	69.8	0.0371
6	94/08/24	14:30-15:30	(B)-100	晴れ	14.9	7.6	1.24	NE	30.7	63.2	0.0342
7	94/07/28	14:20-15:20	(C)-10	晴れ	3.4	3.4	0.17	SE	34.6	61.8	0.0313
8	94/07/28	15:50-16:50	(C)-50	晴れ	3.2	2.9	0.28	NW	34.5	58.8	0.0336
9	94/08/22	13:30-14:30	(C)-100	晴れ	14.9	7.9	5.14	NE	31.6	45.0	0.0445
10	94/08/23	11:00-12:00	(D)-10	晴れ	3.1	2.9	1.93	SE	30.7	40.0	0.0325
11	94/08/23	12:45-13:45	(D)-50	晴れ	11.5	6.9	5.63	NNE	30.8	40.0	0.0285
12	94/08/23	14:20-15:20	(D)-100	晴れ	13.5	7.7	4.81	NE	31.2	61.8	0.0342
13	94/09/06	11:00-12:00	(A)-10	曇り	14.2	5.0	7.17	W	29.6	72.7	0.0383
14	94/09/08	13:15-14:15	(A)-50	晴れ	17.8	5.4	4.92	NNW	28.5	69.3	0.0480
15	94/09/08	14:50-15:50	(A)-100	晴れ	16.8	6.0	3.40	NNW	29.4	64.8	0.0382
16	94/09/30	13:50-14:50	(B)-10	晴れ	26.7	9.8	3.32	NNW	23.7	62.0	0.0670
17	94/09/30	11:30-12:30	(B)-50	晴れ	28.5	10.7	5.00	NNW	24.5	64.8	0.0724
18	94/08/31	12:40-13:40	(B)-100	晴れ	22.7	9.1	4.00	NNW	23.5	65.0	0.0593
19	94/09/09	11:20-12:20	(C)-10	晴れ	9.1	3.6	3.09	NEE	30.4	57.0	0.0305
20	94/09/09	13:30-14:30	(C)-50	晴れ	13.9	4.2	3.18	NE	30.7	57.8	0.0316
21	94/09/09	14:45-15:45	(C)-100	晴れ	11.7	4.0	1.96	N	30.0	62.8	0.0308
22	94/09/20	15:55-16:55	(D)-10	曇り	5.0	3.0	1.26	NW	26.7	55.5	0.0247
23	94/09/20	14:05-15:05	(D)-50	曇り	5.5	3.1	2.85	NNW	28.7	59.5	0.0301
24	94/09/20	12:40-13:40	(D)-100	曇り	4.9	3.0	3.86	NW	27.7	58.7	0.0307
25	94/09/21	11:45-12:45	(A)-10	晴れ	49.4	11.9	3.26	NNW	28.7	57.0	0.0275
26	94/09/21	13:00-14:00	(A)-50	晴れ	44.9	9.9	4.65	NNW	28.6	53.7	0.0473
27	94/09/21	14:15-15:15	(A)-100	晴れ	42.5	9.9	3.54	NW	27.3	58.2	0.0421
28	94/10/11	14:15-15:15	(B)-10	曇り	40.1	8.5	6.33	SEE	24.5	76.8	0.0387
29	94/10/11	13:10-14:10	(B)-50	曇り	34.8	8.3	6.55	SEE	24.3	78.0	0.0183
30	94/10/11	12:00-13:00	(B)-100	曇り	36.5	7.3	6.33	SEE	24.8	75.2	0.0734
31	94/11/15	12:30-13:30	(C)-10	曇り	13.5	4.0	2.38	NEE	16.6	52.0	0.0264
32	94/11/15	13:45-14:45	(C)-50	曇り	14.3	4.2	2.33	NE	15.9	51.7	0.0315
33	94/11/15	15:00-16:00	(C)-100	曇り	14.0	4.1	1.54	NNE	16.0	51.8	0.0387
34	94/11/17	12:30-13:30	(D)-10	曇り	4.7	2.2	4.85	SE	19.9	56.2	0.0285
35	94/11/17	13:45-14:45	(D)-50	曇り	5.4	2.9	4.47	SE	18.3	70.5	0.0315
36	94/11/17	15:00-16:00	(D)-100	曇り	4.9	2.4	6.46	SEE	17.8	70.5	0.0244
37	94/10/14	12:00-13:00	(A)-10	晴れ	23.9	6.9	0.57	N	25.7	54.5	0.0550
38	94/10/14	13:30-14:30	(A)-50	晴れ	28.4	7.5	3.96	NNW	24.5	56.3	0.0488
39	94/10/14	14:55-15:55	(A)-100	晴れ	28.0	7.0	3.75	N	24.9	47.2	0.0602
40	94/10/17	12:30-13:30	(B)-10	曇り	41.4	9.7	4.46	NNE	21.7	64.8	0.0560
41	94/10/17	13:40-14:40	(B)-50	曇り	44.4	9.9	4.60	NNE	21.8	60.8	0.0377
42	94/10/17	14:50-15:50	(B)-100	曇り	48.8	10.4	5.14	NNE	21.2	61.0	0.0560
43	94/11/24	12:20-13:20	(C)-10	晴れ	5.9	3.8	1.35	E	16.8	46.0	0.0303
44	94/11/24	13:45-14:45	(C)-50	晴れ	5.5	2.8	0.60	SEE	17.0	46.7	0.0324
45	94/11/24	15:00-16:00	(C)-100	晴れ	6.2	3.1	1.39	SSE	16.1	48.0	0.0285
46	94/11/29	15:15-16:15	(D)-10	晴れ	5.2	2.5	1.21	NEE	17.7	42.7	0.0156
47	94/11/29	14:00-15:00	(D)-50	晴れ	5.2	2.4	1.57	NEE	17.7	45.5	0.0303
48	94/11/29	12:45-13:45	(D)-100	晴れ	5.5	2.9	0.96	SEE	17.9	46.0	0.0324
49	94/10/26	12:45-13:45	(A)-10	晴れ	33.8	7.3	3.92	N	22.4	49.3	0.0429
50	94/10/26	14:00-15:00	(A)-50	晴れ	29.5	6.8	2.50	NNE	21.1	55.2	0.0606
51	94/10/26	15:15-16:15	(A)-100	晴れ	36.7	7.6	3.43	NNE	20.6	57.5	0.0429
52	94/10/19	11:55-12:55	(B)-10	晴れ	9.4	3.4	3.69	NE	21.6	65.3	0.0387
53	94/10/18	14:45-15:45	(B)-50	晴れ	21.5	6.4	1.25	NNW	21.3	52.8	0.0355
54	94/10/18	12:30-13:30	(B)-100	晴れ	19.3	6.0	1.89	NW	20.5	59.7	0.0355
55	94/11/30	12:50-13:50	(C)-10	晴れ	8.0	3.9	1.51	SEE	15.7	46.0	0.0324
56	94/11/30	14:00-15:00	(C)-50	晴れ	8.8	3.7	0.57	SSE	15.3	44.8	0.0345
57	94/11/30	15:10-16:10	(C)-100	晴れ	9.4	4.0	0.46	E	14.7	51.5	0.0355
58	94/11/28	13:00-14:00	(D)-10	曇り	5.1	2.8	0.85	SW	16.1	45.7	0.0314
59	94/11/28	14:45-15:45	(D)-50	曇り	4.6	3.0	0.35	W	15.6	47.3	0.0271
60	94/11/28	16:00-17:00	(D)-100	曇り	5.2	3.4	0.46	SWW	13.9	50.0	0.0303
61	94/10/27	11:50-12:50	(A)-10	晴れ	24.1	5.6	3.45	NE	22.0	45.5	0.0596
62	94/10/27	13:00-14:00	(A)-50	晴れ	30.3	6.1	4.42	NNE	21.0	46.3	0.0491
63	94/10/27	14:15-15:15	(A)-100	晴れ	18.4	5.5	1.32	NNE	20.5	46.7	0.0502
64	94/11/09	14:50-15:50	(B)-10	晴れ	6.9	6.3	1.99	W	22.6	54.5	0.0366
65	94/11/09	13:40-14:40	(B)-50	晴れ	5.0	6.6	2.53	NW	22.7	57.2	0.0387
66	94/11/09	12:30-13:30	(B)-100	晴れ	3.9	5.8	0.07	N	23.2	56.8	0.0376
67	94/12/01	13:20-14:20	(C)-10	曇り	5.8	2.6	2.56	NNW	18.8	49.3	0.0271
68	94/12/01	14:30-15:30	(C)-50	曇り	5.9	2.4	1.01	NNW	18.3	53.0	0.0345
69	94/12/01	12:10-13:10	(C)-100	曇り	5.9	2.9	0.83	NNW	18.6	51.3	0.0407
70	94/12/02	12:50-13:50	(D)-10	曇り	20.0	5.3	6.13	W	17.9	47.3	0.0439
71	94/12/06	14:30-15:30	(D)-50	晴れ	17.1	4.5	2.28	NW	13.5	49.2	0.0429
72	94/12/06	15:35-16:35	(D)-100	晴れ	14.4	3.9	0.65	NW	11.4	53.3	0.0376
73	94/11/08	12:45-13:45	(A)-10	晴れ	40.7	9.0	3.57	NE	18.6	59.5	0.0502
74	94/11/08	13:55-14:55	(A)-50	晴れ	39.8	8.0	3.63	NE	19.5	59.5	0.0648
75	94/11/27	15:05-16:05	(A)-100	晴れ	35.8	7.8	3.39	NE	18.5	58.3	0.0502
76	94/11/11	13:20-14:20	(B)-10	晴れ	19.4	6.1	4.71	NNW	22.2	76.0	0.0345
77	94/11/11	14:30-15:30	(B)-50	晴れ	21.9	6.6	4.07	NNW	22.5	70.5	0.0324
78	94/11/11	15:40-16:40	(B)-100	晴れ	22.3	6.9	2.93	NNW	20.9	71.3	0.0345
79	94/12/08	13:00-14:00	(C)-10	曇り	9.9	3.4	1.99	NEE	15.9	56.3	0.0336
80	94/12/08	14:15-15:15	(C)-50	曇り	9.3	3.2	1.81	E	15.5	56.2	0.0336
81	94/12/08	15:30-16:30	(C)-100	曇り	10.4	3.7	2.03	SEE	15.2	55.0	0.0264
82	94/12/07	13:30-14:30	(D)-10	晴れ	7.1	2.8	5.39	W	17.4	56.7	0.0315
83	94/12/07	14:40-15:40	(D)-50	晴れ	9.4	3.2	4.38	NNW	17.6	57.7	0.0356
84	94/12/07	15:50-16:50	(D)-100	晴れ	6.6	2.5	4.03	W	16.1	52.7	0.0315

註) 計測場所の記号は (A): 芦屋の自然砂浜海岸 (B): 岩屋の自然岩場海岸 (C): 若松の人工海岸 (垂直岸壁 + 消波ブロック) (D): 若松の人工海岸 (垂直岸壁) を、続く数字は海岸線からの距離 (m) を示す。

今般の計測結果（範囲）によれば、海岸線からの距離と海塩粒子量の間には有意な変化はみられない。すなわち、海岸線からの距離と海塩粒子量の関係については、海岸線から100m 程度以内の範囲（海岸線近傍）では有意な変化は認められない。

（2）気象条件と海塩粒子量の関係

気象条件（風速・風向、気温、湿度）のうち、風速のみに着目して、海塩粒子量との関係を以下に検討する。

○ 芦屋の自然砂浜海岸

芦屋の自然砂浜海岸における風速と海塩粒子量の関係を図－4 に示す。ここでは、風速（x）と海塩粒子量（y）の関係を近似的に直線回帰分析すると、次式のような結果が得られる。（相関係数：0.1305）

$$y = 0.04284 + 0.0009530 x$$

○ 岩屋の自然岩場海岸

岩屋の自然岩場海岸における風速と海塩粒子量の関係を図－5 に示す。上記と同様に、風速（x）と海塩粒子量（y）の関係を近似的に直線回帰分析した結果は次のとおりである。（相関係数：0.2809）

$$y = 0.03503 + 0.002275 x$$

○ 若松の人工海岸（垂直岸壁＋消波ブロック）

若松の人工海岸（垂直岸壁＋消波ブロック）における風速と海塩粒子量の関係を図－6 に示す。同様に、風速（x）と海塩粒子量（y）の関係を近似的に直線回帰分析した結果は次のとおりである。（相関係数：0.1185）

$$y = 0.03200 + 0.0004519 x$$

○ 若松の人工海岸（垂直岸壁）

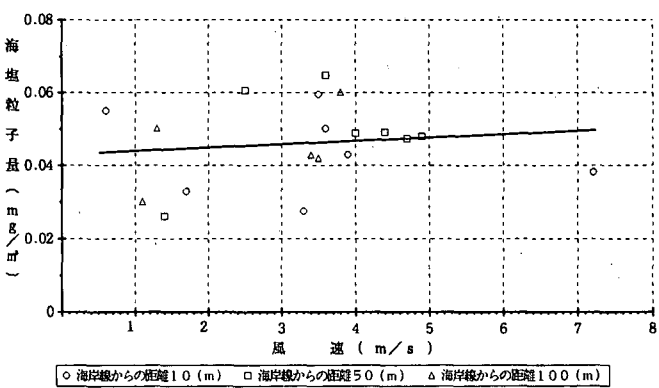
若松の人工海岸（垂直岸壁）における風速と海塩粒子量の関係を図－7 に示す。同様に、風速（x）と海塩粒子量（y）の関係を近似的に直線回帰分析した結果は次のとおりである。（相関係数：0.1712）

$$y = 0.02965 + 0.0005055 x$$

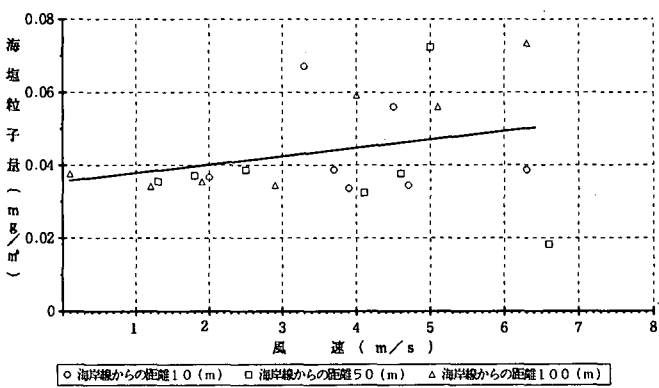
気象条件のうち、風速と海塩粒子量の関係については、今般の計測範囲（風速：0～7 m/s 程度）では、自然砂浜・自然岩場海岸の方が人工海岸よりも少しではあるが多い傾向にある。しかしながら、自然海岸の沖合いが開水面であるのに対して、人工海岸の沖合いが湾奥のため閉水面であり、海上風の吹送距離が異なっていることの影響もあると思われるので、今後の検討課題としたい。

（3）海象条件と海塩粒子量の関係

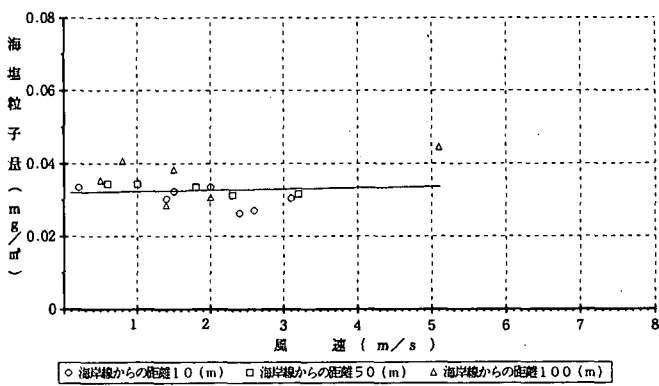
海象条件（波高・波周期など）のうち、波高のみに着



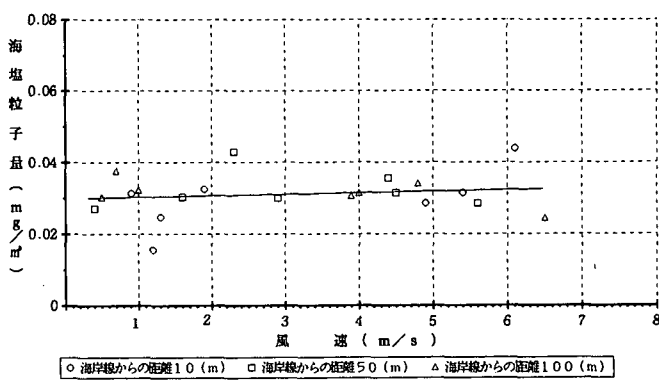
図－4 自然砂浜海岸における風速と海塩粒子量の関係



図－5 自然岩場海岸における風速と海塩粒子量の関係



図－6 人工海岸（垂直岸壁＋消波ブロック）における風速と海塩粒子量の関係



図－7 人工海岸（垂直岸壁）における風速と海塩粒子量の関係

目して、海塩粒子量との関係を以下に検討する。

○ 芦屋の自然砂浜海岸

芦屋の自然砂浜海岸における波高と海塩粒子量の関係を図－8 に示す。ここでは、波高（x）と海塩粒子量（y）の関係を近似的に直線回帰分析した結果は次のと

おりである。(相関係数: 0.3283)

$$y = 0.03825 + 0.0002810x$$

○ 岩屋の自然岩場海岸

岩屋の自然岩場海岸における波高と海塩粒子量の関係を図-9に示す。上記と同様に、波高(x)と海塩粒子量(y)の関係を近似的に直線回帰分析した結果は次のとおりである。(相関係数: 0.3654)

$$y = 0.03441 + 0.0003845x$$

○ 若松の人工海岸(垂直岸壁+消波ブロック)

若松の人工海岸(垂直岸壁+消波ブロック)における波高と海塩粒子量の関係を図-10に示す。同様に、波高(x)と海塩粒子量(y)の関係を近似的に直線回帰分析した結果は次のとおりである。(相関係数: 0.1762)

$$y = 0.03083 + 0.0002163x$$

○ 若松の人工海岸(垂直岸壁)

若松の人工海岸(垂直岸壁)における波高と海塩粒子量の関係を図-11に示す。同様に、波高(x)と海塩粒子量(y)の関係を近似的に直線回帰分析した結果は次のとおりである。(相関係数: 0.7340)

$$y = 0.02379 + 0.0009500x$$

海象条件のうち、波高と海塩粒子量の発生については、波高0~15cm程度までの範囲では、自然砂浜・岩場海岸の方が人工海岸より、少しではあるが、多い傾向にある。この程度の波高では、人工海岸における砕波現象がみられないことによると思われる。ただし、垂直岸壁の人工海岸では、波高にともなって海塩粒子量が急激に増加する傾向にあり、消波ブロックの設置などの対策が望まれる。

7. ま と め

北部九州の沿岸域における海塩粒子の発生に関する計測調査を行った。主要な結論は次のとおりである。

- (1) 海岸線からの距離と海塩粒子量については、海岸線から100m程度の範囲内では有意な変化は認められない。
- (2) 4形式の海岸における風速と海塩粒子量の計測結果について、近似的に、直線回帰分析を行って関係式を示した。
- (3) 4形式の海岸における波高と海塩粒子量の計測結果について、同様に関係式を示した。
- (4) 垂直岸壁の人工海岸においては、波高の増加にともなって海塩粒子量が急激に増加するので、消波ブロックの設置などの対策が望まれる。

最後に、御協力いただいた関係者に感謝いたします。

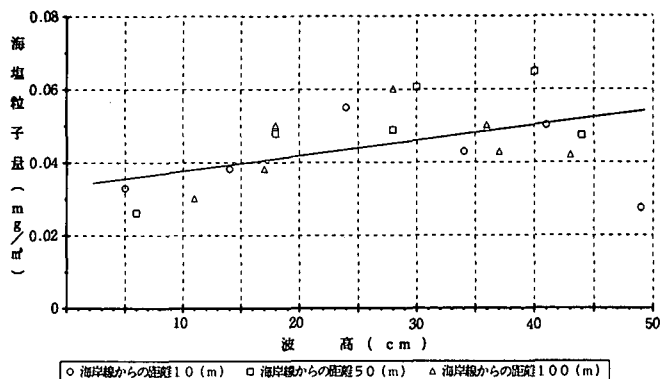


図-8 自然砂浜海岸における波高と海塩粒子量の関係

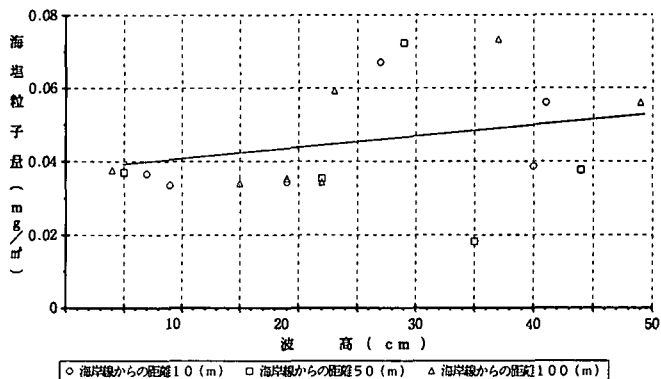


図-9 自然岩場海岸における波高と海塩粒子量の関係

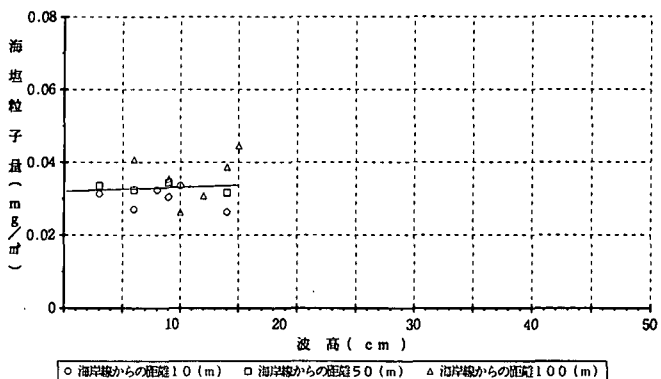


図-10 人工海岸(垂直岸壁+消波ブロック)における波高と海塩粒子量の関係

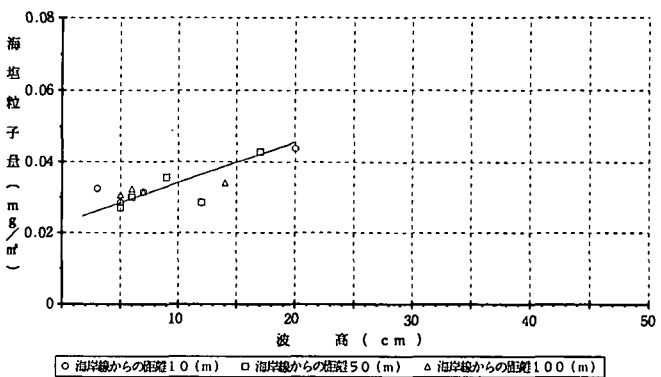


図-11 人工海岸(垂直岸壁)における波高と海塩粒子量の関係

参 考 文 献

- 1) 堀田健治: 砂浜海岸における海塩粒子の発生に関する研究、日本建築学会構造系論文報告集、第444号、pp. 145-152、1993。
- 2) 鳥羽良明: 海面における気泡の破裂による海水霧の生成について、(3) 風雨水霧による研究、日本海洋学会誌、第17巻、第4号、1961。