

金属の塩害に関する調査研究（第Ⅱ報）

—大気暴露 12 カ月の結果—

機械金属室 石原金盛
比嘉敏勝
長山純朗

1 まえがき

本県における金属塩害の実態を把握する目的で実施されている各種金属の大気暴露試験については、第1報¹⁾に研究計画と大気暴露6ヶ月の結果を報告したが、今回は、沖縄における金属の腐食速度と大気中海塩粒子との関連性を中心に、大気暴露12カ月の結果について報告する。

2 調査研究経過

研究計画ならびに経過については第Ⅰ報を参照されたく、ここでは理解の便宜上、表-1～表-5までを第1報と重複するが掲げることとした。

3 沖縄の気象条件とその腐食因子としての特徴

本県は巨視的には大海の中に浮かぶ小離島の集りであり、県内いたるところ塩害にさらされているといっても過言ではないように思われる。

この離島性に加えて、毎年定常的に襲来する台風は多大な海塩を運ぶ結果となり、県内の腐食環境をいよいよきびしいものにしていく。

沖縄を除く日本国内主要7地点での金属の大気腐食については、昭和35年から47年の間に、陸上鉄骨構造物防食研究会（略称：陸防研）に

表-1 暴露試験片の取りはずし時期

暴露期間	時 期	試験片の番号
0カ月目	昭和56年7月31日	1、2
3カ月目	昭和56年10月31日	3、4
6カ月目	昭和57年1月31日	5、6
12カ月目	昭和57年7月31日	7、8
24カ月目	昭和58年7月31日	9、10
36カ月目	昭和59年7月31日	11、12

表-2 暴露試験片設置場所

地域別	試験片設置場所	Location		番号	海までの距離
		北緯	東経		
那覇	沖縄県工業試験場機械金属棟屋上	26°12'	127°42'	1	西へ1.8 km
糸満	沖縄県水産試験場漁具倉庫屋上	26°08'	127°40'	2	南へ0.03 km
西原	沖縄県企業局南部浄水管理所電気室屋上	26°14'	127°47'	3	東へ1 km
読谷	読谷村社会福祉協議会センター屋上	26°24'	127°45'	4	西へ2 km
具志川	沖縄県経済連製糖工場食堂屋上	26°20'	127°52'	5	南へ0.15 km
銚子	(財)日本ウエザリングセンター構内	26°43'	140°45'	6	南へ4 km

表-3 暴露試験片の種類・枚数等

	試験片種別	形状 (mm)	記号	1カ所当りの枚数	暴露地の数	合計
索材 試験片	普通鋼板	100×100×2.3	A	12	6	72
	耐候性鋼板(無)	100×100×2.0	B	12	6	72
	アルミニウム(アルマイト)	100×100×2.0	C	12	6	72
	ステンレス鋼	100×100×2.0	D	12	6	72
金属被覆 試験片	電気亜鉛メッキ(30g/m ²)	100×100×2.0	E	12	6	72
	溶融亜鉛メッキ(100g/m ²)	100×100×3.2	F	12	6	72
	亜鉛溶射(100μ)	100×100×3.2	G	12	6	72
塗装 試験片	カラートタン	150×150×1	H	12	6	72
	粉体塗料(エポキシ)		J	12	6	72
	鉛系さび止め+フタル酸		K	12	6	72
	エポキシジンク+塩ゴム		L	12	6	72
	エポキシ+ポリウレタン		M	12	6	72
	無機ジンク+塩ゴム		N	12	6	72
	ラッカー仕上げ		P	12	6	72
	エポキシ+ポリウレタン+アクリル		Q	12	6	72

表-4 試験片素材の規格

試験片種別		規格
素材試験片	普通鋼板	JIS. G. 3101 (SS-41)
	耐候性鋼板(無)	JIS. G. 3125 (SPAC)
	アルミニウム(アルマイト)	JIS. H. 4000 (A1050P)
	ステンレス鋼	JIS. G. 4305 (SUS-304)
金属被覆 試験片	電気亜鉛メッキ(30g/m ²)	JIS. G. 3141 (SPCC-SB)
	溶融亜鉛メッキ(100g/m ²)	JIS. G. 3101 (SS-41)
	亜鉛溶射(100μ)	JIS. G. 3101 (SS-41)
塗装試験片	軟鋼板	JIS. G. 3141 (SPCC-SB)

表-5 塗装試験片の塗装系

記号	一層目	二層目	三層目	四層目	五層目	膜厚計	備考
H	エポキシ	ポリエステル				24μ	市販カラートタン
J	エポキシ(粉体)					100μ	静電塗装
K	鉛系さび止め	全左	フタル酸	フタル酸		125μ	スプレー
L	ジンクリッチ (有機)	塩化ゴム系	塩化ゴム系	(中塗) 塩化ゴム系	(上塗) 塩化ゴム系	145μ	スプレー
M	ジンクリッチ (有機)	(下) エポキシ	全左	ポリウレタン	全左	200μ	スプレー
N	ジンクリッチ (無機)	(下) 塩化ゴム系	(下) 塩化ゴム系	(上) 塩化ゴム系	(上) 塩化ゴム系	145μ	スプレー
P	ジンクロメーチ プライマー	NCラッカー	全左			65μ	スプレー
Q	エポキシ	ポリウレタン	アクリル	全左		130μ	スプレー

よって調査研究が実施されている²⁾

その結果によれば、金属の大気腐食には、気温、湿度、降水量、海塩粒子、亜硫酸ガスの5要素が主に影響するとされており、内陸地域および工業地域においては下記の(1)式が、また、海岸地域においては(2)式が適用されるとしている。

$$\begin{aligned} \text{(腐食量 mdd)} = & 4.15 + 0.88 \times (\text{温度}^\circ\text{C}) - 0.073 \times (\text{湿度}\%) - 0.032 \times \\ & (\text{降水量, mm/月}) + 2.913 \times (\text{海塩粒子量 ppm}) + 4.921 \\ & \times (\text{亜硫酸ガス, mdd}) \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(腐食量 mdd)} = & 5.61 + 2.754 \times (\text{海塩粒子量 ppm}) + 6.155 \times \\ & (\text{亜硫酸ガス, mdd}) \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

沖縄においては、その地理的条件や気象条件の特異性から、特有な相関式が必要になるものと筆者らは考えている。

沖縄の気象条件が金属の腐食因子としてどのような特徴をもっているかを気象因子別にみると以下のとおりである。

3・1 気温および湿度

図-1、2に東京と那覇における気温の比較を示した³⁾。沖縄の年間平均気温(平年値、以下同じ)は、22.4℃であり、東京の15.3℃にくらべて7℃高い。

また、年間をとおして寒暖の差が少く、気温の年較差は東京の22℃にくらべて那覇12℃と幅が小さいうえ、月平均気温は15℃より下ることがない。気温の高いことは塗膜劣化や腐食の化学反応速度を促進させる因子であり、気温一つをとっていても沖縄は東京にくらべて、腐食の激しい環境であるといえる。

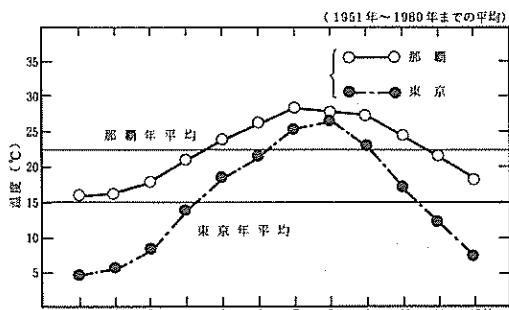


図-1 気温の比較

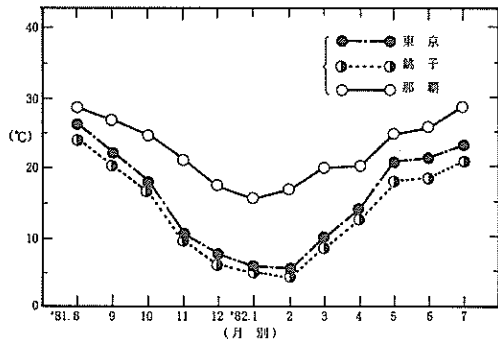


図-2 (東京・銚子・那覇の月別平均気温)

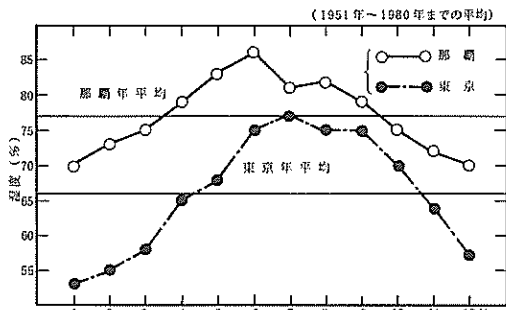


図-3 湿度の比較

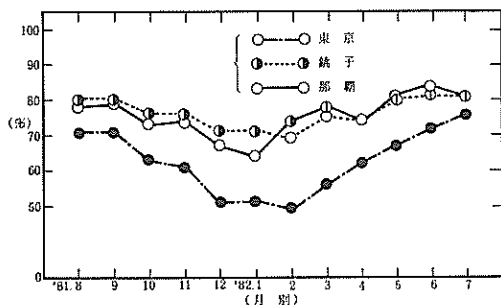


図-4 (東京・銚子・那覇の月別平均相対湿度)

図-3、4は湿度の比較である。年平均湿度は77%と他地区に較べて高湿であり、年間を通じて差が小さい。従って、平均湿度が80%をこす期間が5月から8月までの4ヶ月間連結し、逆に70%を下る月は皆無である。気温、湿度の関係を示したクライモグラフについては、第I報に示したとおりである。

3・2 降水量

沖縄の降雨特性は5月、6月の梅雨期にピークがあるほか、8月、9月の台風期にも台風によってもたされる雨が多い。年間降水量は、2728mmに達し、東京の1460mmよりはるかに多い(図-5、6)。前記「陸防研」の相関式によれば、降水量は、内陸地や工業地帯においては、腐食を抑制する方の因子となっているが、沖縄のような海岸地域においては必ずしもそうではないと考えられる。すなわち腐食を促進する方の因子としての作用は①高湿度の持続、②金属素地又は、塗膜のぬれ時間の増大という2つの面からみると腐食促進因子としての作用も考慮する必要があると思われる。

3・3 日射時間と日射量

東京と那覇の日照時間の比較は図-7、8のとおりである。12月から5月までの6ヶ月間は東京の方が多くなっているが、エネルギー量としての全天日射量(MJ/m²)の統計値³⁾はむしろ那覇が大きく、年間を通して考えると、この差は更に大きくなる。

3・4 台風と海塩粒子

沖縄は亜熱帯地域という地理的条件から台風の常襲地帯となっている。沖縄本島についてみると過去29年間に300km以内に接近した大型台風は109回⁴⁾で年間3.8回の割合となり、小型のものを含めると更にその回数は多くなる。また、台風時には海塩降下量は平常時の数ヶ月から二十数年分にも達するという報告⁵⁾があり、沖縄においては塩害がいかに甚大なものであるかが推測できよう。

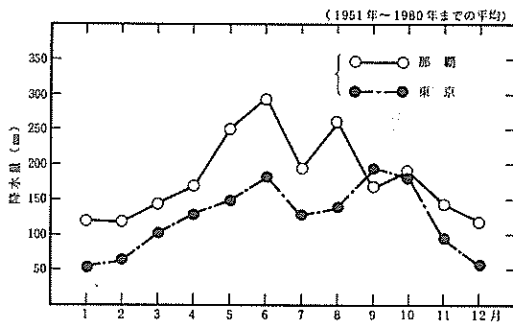


図-5 降水量の比較

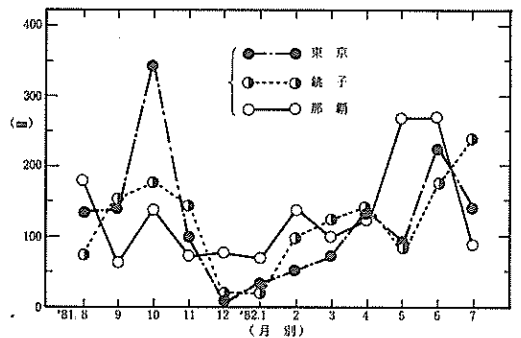


図-6 (東京・銚子・那覇の月別総計降水量)

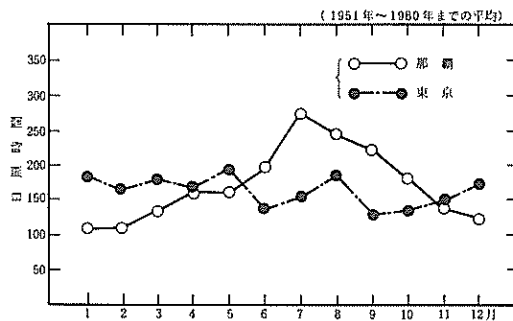


図-7 日照時間の比較

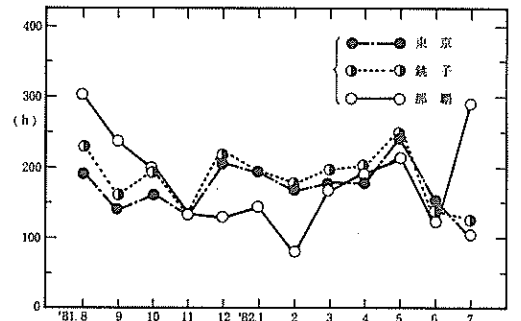


図-8 (東京・銚子・那覇の月別総計日照時間)

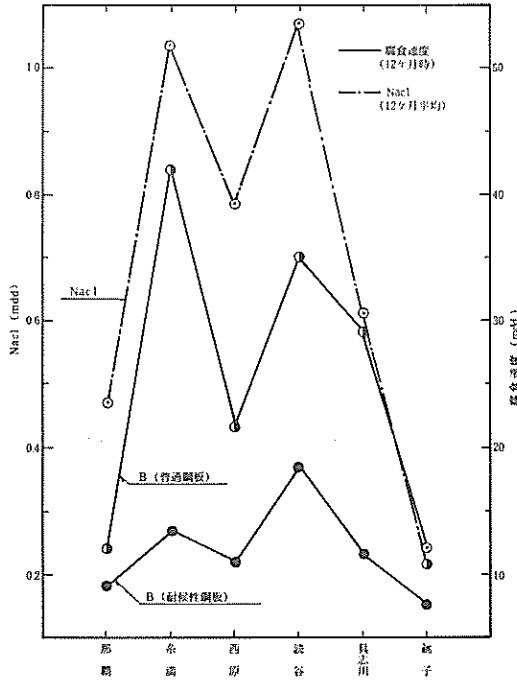


図-9 地域別海塩粒子量と腐食速度

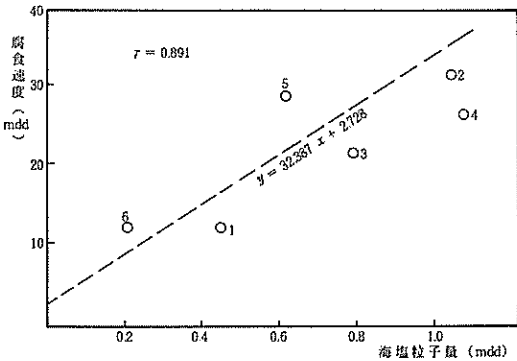


図-10b 海塩粒子量と腐食速度の関係 (12ヶ月時)

4 普通鋼および耐候性鋼の劣化と大気中海塩粒子との関係

図-9 に地域別海塩粒子量と腐食速度の関係を示した。これによると、普通鋼板および耐候性鋼板ともその腐食速度は概ね海塩粒子量と正の相関関係にあることがわかる。両者の関係を更に詳しく見るために、経時変化のデータを用いて、相関分析を行った結果が図-10aから10c および表-6、7である。これによると普通鋼

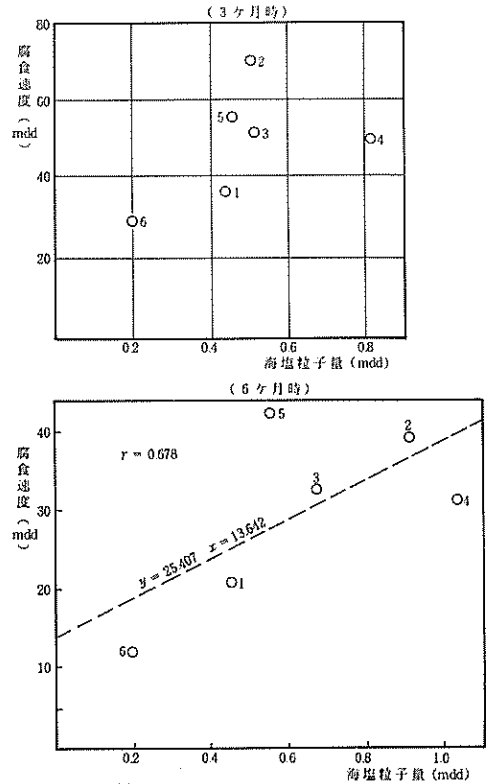


図-10a 海塩粒子量と腐食速度の関係 (3ヵ月、6ヵ月)

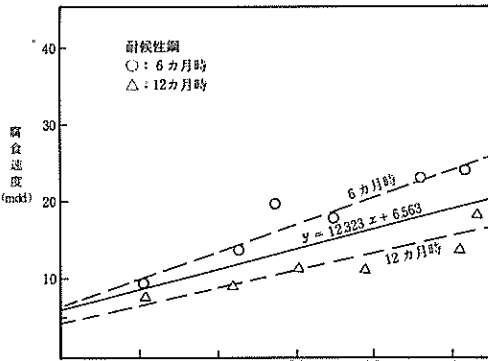
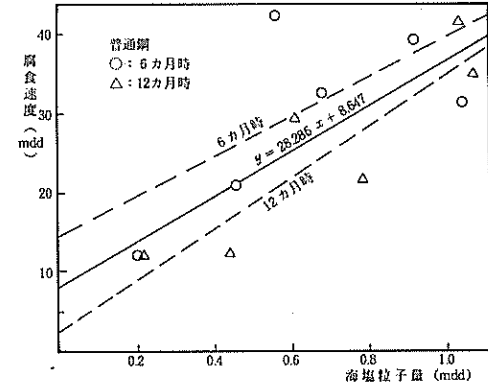


図-10c 海塩粒子量と腐食速度の関係 (6ヵ月+12ヵ月)

表-6 分散分析表 (普通鋼)

12 カ月時				6 カ月時+12カ月時					
No. (地点)		海塩粒子(mdd)	腐食速度(mdd)	No. (地点)		海塩粒子 (mdd)	腐食速度 (mdd)		
1: 那 覇	0.443	12,000		1: 那 覇	0.454	20,600			
2: 糸 満	1.035	41,900		2: 糸 満	0.922	39,700			
3: 西 原	0.786	21,500		3: 西 原	0.696	32,700			
4: 読 谷	1.072	34,900		4: 読 谷	1.038	32,100			
5: 具志川	0.611	28,900		5: 具志川	0.549	42,600			
6: 銚 子	0.213	11,900		6: 銚 子	0.204	12,300			
平均	0.693	25,183		7: 那 覇	0.457	12,000			
回帰式	Y = 32,387 X + 2,728			8: 糸 満	1.035	41,900			
	S	G	V	FO	9: 西 原	0.786	21,500		
回帰	596,707	1	596,707	※15,421	10: 読 谷	1.672	34,900		
残り	154,782	4	38,695		11: 具志川	0.611	28,900		
計	751,488	5			12: 銚 子	0.213	11,900		
F (1.4, 0.01) = 21.2			F (1.4, 0.05) = 7.71		平均	0.670	27,592		
危険率 5% で有意					回帰式	Y = 28,286 X + 8,647			
						S	G	V	FO
					(回帰)	835,352	1	835,352	※12,813
					(残り)	651,936	10	65,194	
					計	1,487,290	11		
					F (1.10, 0.01) = 10.0			F (1.10, 0.05) = 4.96	
					危険率 1% で有意				

S : 偏差平方和 G : 自由度、V : 不偏分散、FO : 分散比

表-7 分散分析表 (耐候性鋼)

12 カ月時				6 カ月時+12カ月時					
No. (地点)		海塩粒子量(mdd)	腐食速度(mdd)	No. (地点)		海塩粒子 (mdd)	腐食速度 (mdd)		
1: 那 覇	0.457	9,000		1: 那 覇	0.454	13,600			
2: 糸 満	1.035	13,500		2: 糸 満	0.922	22,700			
3: 西 原	0.786	11,000		3: 西 原	0.696	17,800			
4: 読 谷	1.072	18,000		4: 読 谷	1.038	24,000			
5: 具志川	0.611	11,400		5: 具志川	0.549	19,800			
6: 銚 子	0.213	7,400		6: 銚 子	0.204	9,300			
平均	0.696	11,717		7: 那 覇	0.457	9,000			
回帰式	Y = 10,077 X + 4,706			8: 糸 満	1.035	13,500			
	S	G	V	FO	9: 西 原	0.786	11,000		
回帰	57,075	1	57,075	※18,692	10: 読 谷	1.072	18,000		
残り	12,214	4	3,053		11: 具志川	0.611	11,400		
計	69,288	5			12: 銚 子	0.213	7,400		
F (1.4, 0.01) = 21.2			F (1.4, 0.05) = 7.71		平均	0.669	14,792		
危険率 5% で有意					回帰式	Y = 12,323 X + 6,553			
						S	G	V	FO
					回帰	159,481	1	159,481	※8,880
					残り	179,587	10	17,959	
					計	339,068	11		
					危険率 5% で有意				

および耐候性鋼とも暴路3ヶ月の段階では海塩粒子量と腐食速度との間には明らかな相関性はみられないが、時間の経過とともに両者の間に相関性が現われてくる。普通鋼の場合12ヶ月時点では相関係数が0.89で、分散分析の結果でも危険率5%で有意であることを示している。さらに、6ヶ月時と12ヶ月時のデータをプールにして、相関分析を行った結果では危険率1%で高度の有意性を示している。耐候性鋼についても、暴路6ヶ月の時点から相関性が認められ、12ヶ月の時点では危険率5%で、両者の間には相関性が認められた。

表-8 および図-11に地区別海塩粒子量

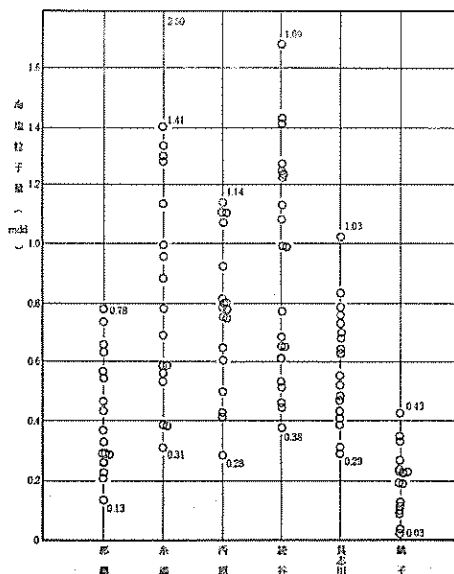


図-11 海塩粒子量の地区別変動状況

表-8 大気中海塩粒子測定値の変動状況

採集年月日	工 試 (m/d/dm ²)	糸 満 (m/d/dm ²)	西 原 (m/d/dm ²)	読 谷 (m/d/dm ²)	具 志 川 (m/d/dm ²)	銚 子 (m/d/dm ²)
8月分 '81 9/2	0.440	0.393	0.512	0.518	0.305	0.136
9 9/30	0.229	0.540	0.424	0.685	0.391	0.227
10 11/6	0.640	0.569	0.606	1.240	0.651	0.232
11 11/30	0.571	1.283	0.791	1.090	0.698	0.346
12 '82 1/6	0.371	1.406	0.763	1.249	0.486	0.188
1 2/2	0.473	1.339	1.077	1.444	0.764	0.098
2 3/4	0.33	2.50	1.11	1.69	0.79	0.428
3 4/1	0.29	1.14	0.93	1.23	0.56	0.269
4 5/4	0.21	0.59	0.80	0.78	0.69	0.339
5 6/1	0.33	0.69	0.50	1.28	0.52	0.123
6 7/1	0.659	0.812	0.806	0.655	0.637	0.113
7 8/2	0.778	0.884	1.108	0.998	0.837	0.056

(3ヶ月)

平均値 \bar{x}	0.436	0.501	0.514	0.814	0.449	0.198
標準偏差 ρ	0.168	0.077	0.074	0.309	0.147	0.044
変動係数 Cv	0.385	0.153	0.144	0.380	0.327	0.222

(6ヶ月)

平均値 \bar{x}	0.454	0.922	0.696	1.083	0.549	0.205
標準偏差 ρ	0.133	0.426	0.214	0.329	0.167	0.079
変動係数 Cv	0.293	0.462	0.307	0.304	0.304	0.385

(12ヶ月)

平均値 \bar{x}	0.443	1.035	0.786	1.072	0.611	0.213
標準偏差 ρ	0.175	0.548	0.230	0.338	0.156	0.110
変動係数 Cv	0.395	0.529	0.296	0.315	0.255	0.516

の変動状況を示した。これによると、西海岸側になる糸満および読谷の測定値はデータの範囲が大きく、変動係数が大きい。東海岸側の西原や具志川は、西海岸にくらべて小さい。

海塩粒子量は、風向および風速とも関係があるとされており⁹⁾、このデータは、西海岸側が東海岸側にくらべて、風当たりが強いことを示しているものと思われる。

図-12に海塩粒子量の月別変動状況を示した。これによると、西海岸においては冬期に海塩粒子量が多くなり、東海岸においては夏期に海塩粒子量が多くなる傾向を示しており、季節による風向との関連性が、認められている。これを腐食速度との関係においてみると、普通鋼および耐候性鋼とも西海岸側の糸満、読谷が大きく、東海岸側の西原、具志川は比較的小さい。

腐食速度について、沖縄県内5カ所の平均値と銚子の値を比較すると、 $27.8 : 11.9 \div 2.3 : 1.0$ (表-9)となる。また、海岸からの距離を考慮して、県内は那覇と読谷との平均値をとり、これを銚子とくらべると $23.5 : 11.9 \div 2.0 : 1.0$ となり、沖縄県内は銚子の約2倍の腐食速度となる。しかし、海岸からの距離が銚子4km、那覇および読谷村2kmとひらきがあるため、実際にはこれより差は少ないものと考えられる。

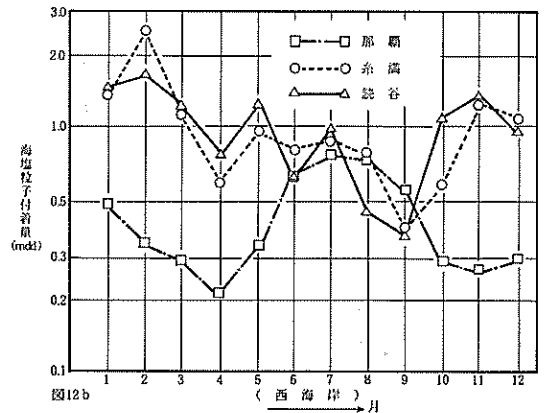
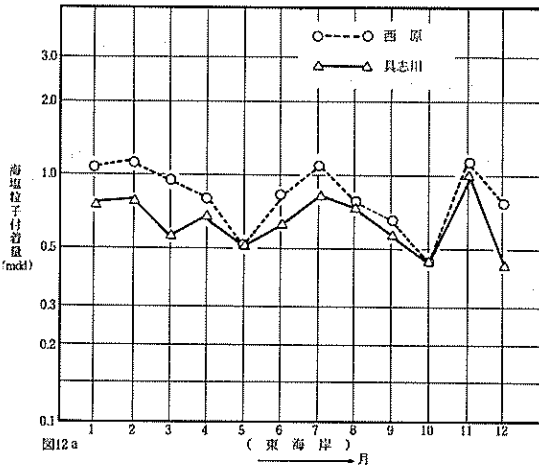


図-12 海塩粒子量の月別変動状況

表-9 海塩粒子量と腐食速度

単位：mdd

項目 期間 地区	海塩粒子量			普通鋼腐食速度			耐候性鋼腐食速度		
	3ヶ月時	6ヶ月時	12ヶ月時	3ヶ月時	6ヶ月時	12ヶ月時	3ヶ月時	6ヶ月時	12ヶ月時
那覇	0.436	0.454	0.443	37.8	20.6	12.0	26.5	13.6	9.0
糸満	0.504	0.922	1.035	70.6	39.7	41.9	36.8	22.7	13.5
西原	0.514	0.696	0.786	52.5	32.7	21.5	34.8	17.8	11.0
読谷	0.814	1.038	1.072	51.0	32.1	34.9	36.3	24.0	18.0
具志川	0.449	0.549	0.611	57.4	42.6	28.9	38.3	19.8	11.4
銚子	0.198	0.204	0.213	29.9	12.3	11.9	20.1	9.3	7.4

以上のように、ここでは海塩粒子量に限定して腐食減量との関係をのべたが、金属の腐食には、既にのべたとおり²⁾、多くの気象因子が関与することがわかっており、これらの要因と腐食速度との多角的な相関性については引続き検討していきたい。

5 塗装試験片の劣化状況

5・1 外観検査による塗膜の劣化状況

表-10に塗装試験片の外観検査結果の1例を示したが、H~Qまでの8種類×6地区の試験片について同様な検査を実施した。このうち、とくにさびの発生程度を評価したレイティングナンバー(RN値)を図-13に示した。また、外観検査の試験片別劣化順位は、J>K>L>N>P>Q>M>Hと観察され、H試験片(エポキシ+ポリエステル24 μ)およびJ試験片(エポキシ粉体塗料)が興味ある経過を示している。

表-10 塗装試験片の外観検査表

試験片番号	さび (RN値)	白化	ふくれ	割れ	光沢
1 H _{7 8} 表	10	あり	なし	なし	なし
ウラ	10	なし	"	"	あり
2 H _{7 8} 表	9.8-5	あり	"	"	なし
ウラ	9.8-3	なし	"	"	あり
3 H _{7 8} 表	9.8-2	あり	"	"	なし
ウラ	10	なし	"	"	あり
4 H _{7 8} 表	10	あり	"	"	なし
ウラ	10	なし	"	"	あり
5 H _{7 8} 表	9.8-5	あり	"	"	なし
ウラ	10	なし	"	"	あり
6 H _{7 8} 表	10	"	"	"	
ウラ	9.8-4	"	"	"	
1 J _{7 8} 表	9.8-3	あり	"	"	なし
ウラ	さびのきざしあり	なし	"	"	あり
2 J _{7 8} 表	9.5-3	あり	ガイシ部フクレあり なし	"	なし
ウラ	10	なし	"	"	あり
3 J _{7 8} 表	9.3-2	あり	ガイシ部フクレあり "	"	なし
ウラ	10	"	"	"	あり
4 J _{7 8} 表	9.8-2	"	ガイシ部フクレあり "	"	なし
ウラ	9.8-2	なし	"	"	あり
5 J _{7 8} 表	9.8-3	あり	ガイシ部フクレあり "	"	なし
ウラ	9.8-2	なし	"	"	あり
6 J _{7 8} 表	9.8-2	あり	"		
ウラ		なし	"		

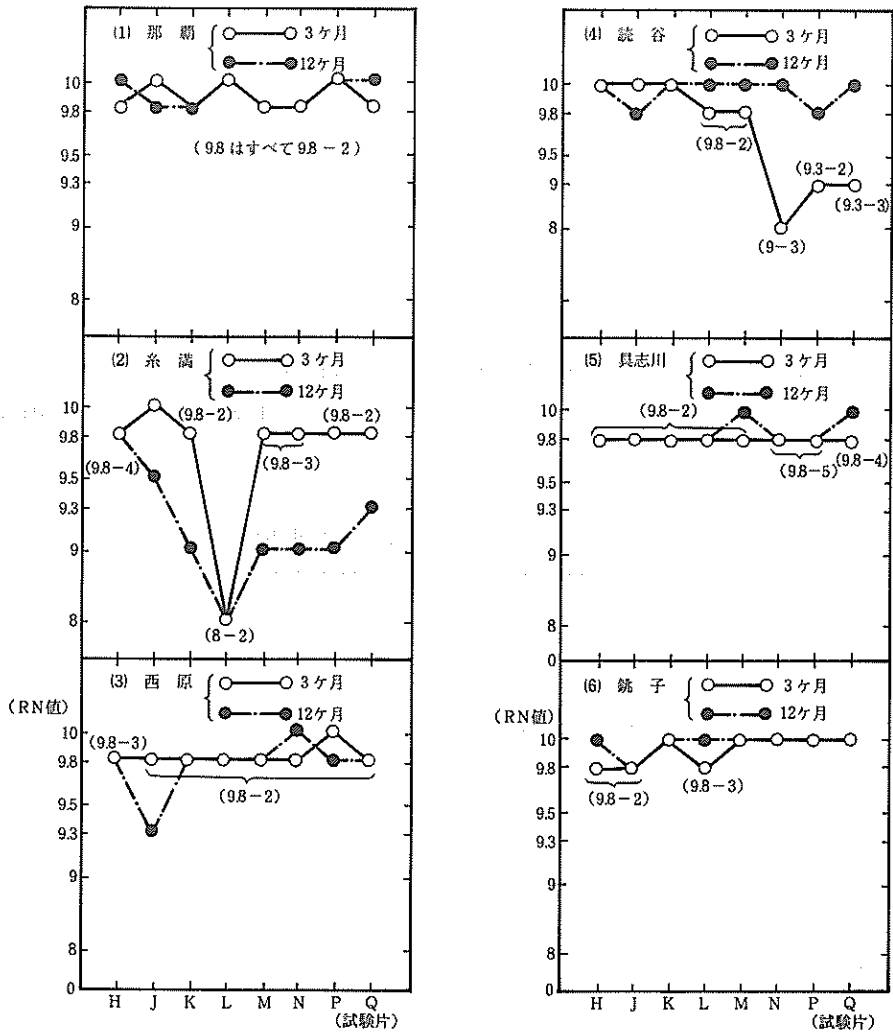


図-13 外観とRN値

また、地域別の劣化順位は、読谷>糸満>具志川=西原>那覇>銚子の順と観察され、素材試験片の腐食順位、糸満>読谷>具志川>西原>那覇>銚子と概ね一致している。

5・2 残留光沢度と明度差でみる塗膜の劣化状況

使用した試験片はいずれも白色で色相の変化はないが、上塗塗料の性質によって、光沢度は大きく違っている(図-14~16)。

いずれの地区も3ヶ月と12ヶ月とでは残存光沢率に大きな差があり、塗膜劣化が進んでいることを示している。また試験片別にみても西海岸側(糸満②、読谷⑤)においては、K(鉛系さび止め+フタル酸、125 μ)とP(ジクロメートプライマー+NCラッカー)が、大きな光沢度の変化を示すのに対し、東海岸側(西原③、具志川⑤)では、L(有機ジンクリッチ+塩化ゴム)が大きな変化を示している。

那覇と銚子における残存光沢率の変化を12ヶ月値についてみると(図-15)、全般的に那覇は残

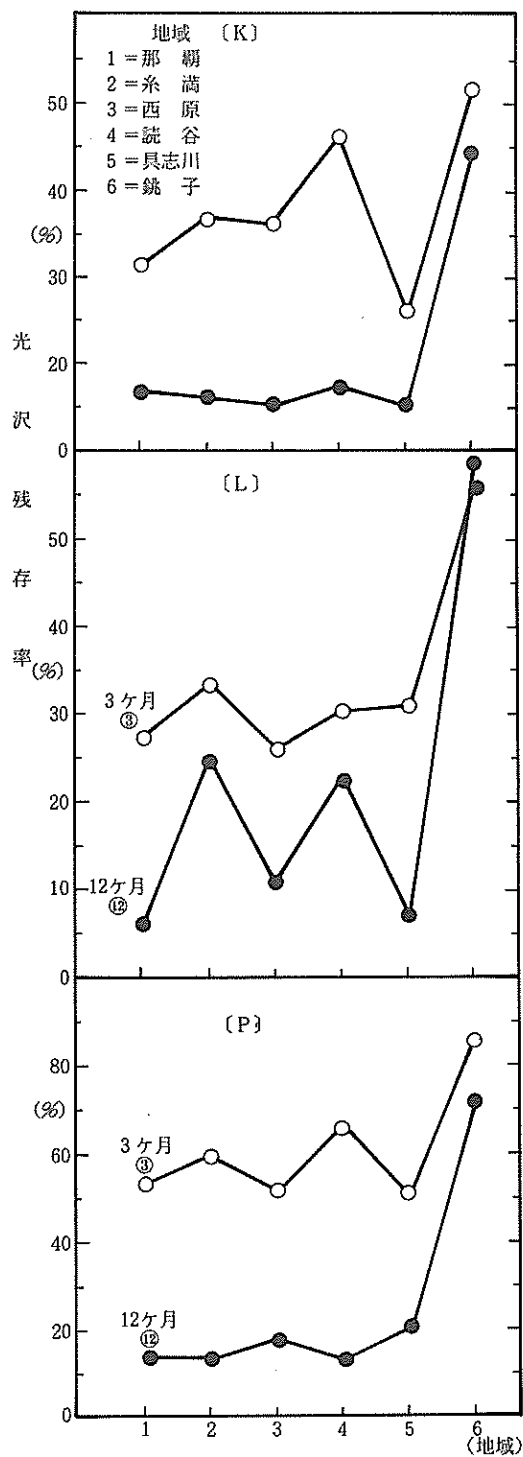


図-14 地域別光沢残存率

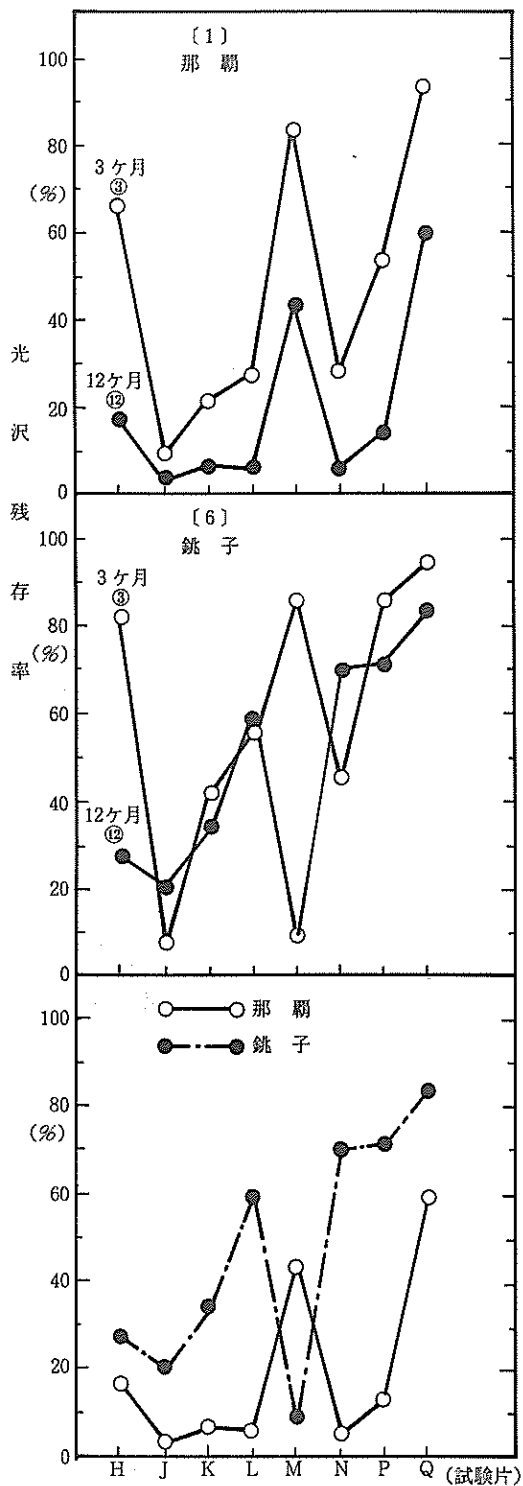


図-15 那覇と銚子における光沢残存率

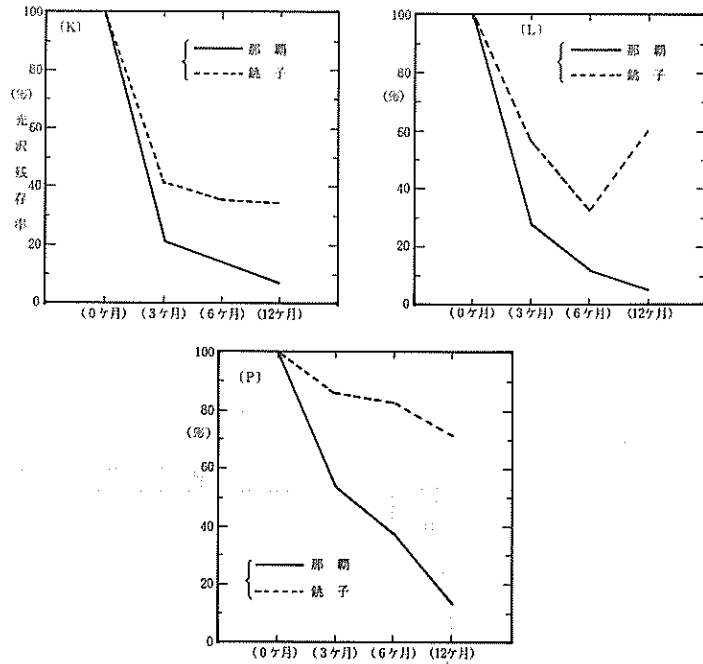


図-16 那覇と銚子における光沢残存率の経時変化

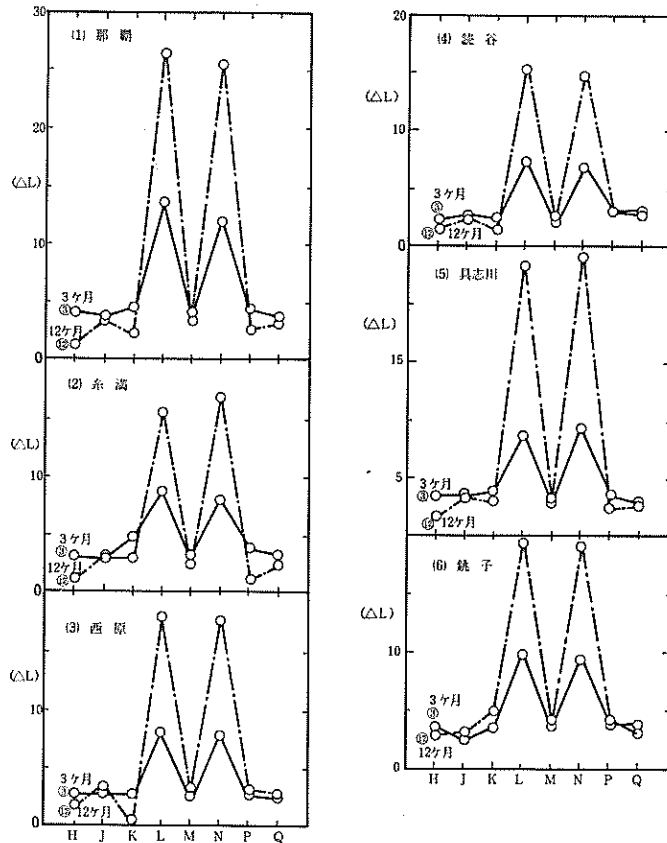


図-17 地域別試験片別明度差

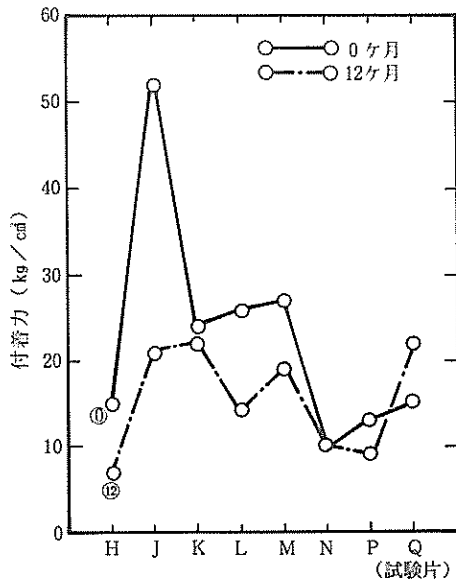


図-18 Pull off値の経時変化

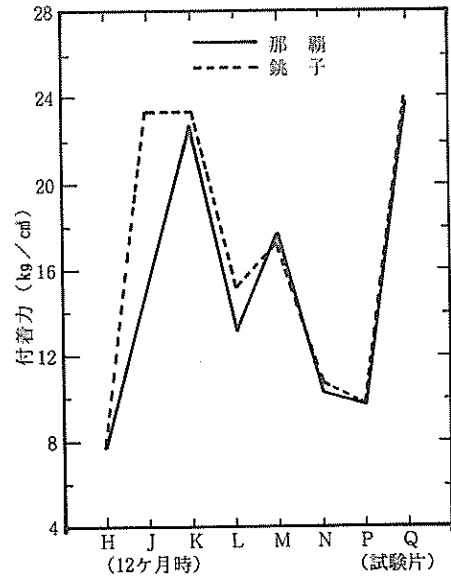


図-19 Pull off値の地域差

存光沢率が低く、劣化の進行を示している。このことは図-16におけるK、P、L試験片の光沢残存率の経時変化からも明らかなおりである。

図-17に明度差の変化を示した。図において、地域別試験片別の明度差(ΔL)をみると、LとN試験片の明度の変化が目立っているが、両試験片はどちらも塩化ゴム塗料でヨゴレが付着しやすい性質を有しているようである。

外観および光沢度の両面から劣化度の比較的小さいH、M、Qは明度の変化も小さく、耐候性のよいことを示しているが、J、K、Pなどは外観検査での劣化度が大きい割には、明度差の小さいのが特徴的である。

5・3 ゴバン目試験、プルオフ試験でみる塗膜の劣化状況

ゴバン目試験ではエポキシ樹脂塗料(H、J)塩化ゴム塗料(L、N)およびアクリル塗料(Q)は剥離し難く、フタル酸(K)、NCラッカー(P)は剥離しやすい。12ヶ月時点ではKおよびPは評点B(5~30%の剥離)の状態を示している。

また、付着力の経時変化を定量的にとらえるために行ったプルオフ試験の結果では、暴露前と1カ年暴露後とは図-18にみるような変化があるほか、那覇および銚子の地域差もわずかにみられている(図-19)。

6 暴露試験12ヶ月のまとめ

- (1) 県内の気象条件は金属腐食の因子として、国内他地区にくらべてきびしい条件にある。
- (2) 普通鋼および耐候性鋼の腐食速度と大気中の海塩粒子量との間には、正の相関々係が見られる。
- (3) 県内5カ所の腐食速度の平均値は千葉県銚子市にくらべておよそ2倍の値が得られているが、測定点の海岸からの距離も考慮して、更に詳しく検討する必要がある。
- (4) 金属塗膜の耐食性についても、沖縄と銚子とは明らかに地域差がみられ、沖縄の方では早く

発錆する傾向にあるが、その差は塗料の種類によって一様ではない。また仕上げ塗料が同一で下地塗料のちがう塗装系については現在のところその耐食性のちがいは明らかではない。

参 考 文 献

- 1) 石原ほか2名：金属の塩害に関する調査研究、研究計画と大気暴露6カ月の結果、沖工試報告第9号、1982（昭57）
- 2) 陸上鉄骨構造物防食研究会：各種金属材料および防錆被覆の大気腐食に関する研究（第9報）大気腐食量の実測値と計算値の考察、防食技術 Vol. 22、No. 3、1972（昭47）
- 3) 東京天文台編纂：理科年表（昭和58年）、丸善
- 4) 多和田ほか2名：沖縄本島の鋼橋塗膜の実態調査、鋼橋塗装 Vol. 6、No. 4、1978（昭53）
- 5) 大見謝辰男ほか4名：台風時における塩分の異常降下について、沖縄県公害衛研究所11、1977

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。