

降雪強度の予報に関する研究

—スモール・スケールにおける降雪量予報—

荒川 秀俊

福岡管区気象台

石原 健二*・野口 敏彦正

気象庁

広瀬 元孝・鈴木 栄一

気象研究所

Snowfall Prediction for Small Areas Based on Multiple Correlation Regression Equation

By H. Arakawa

Fukuoka District Meteorological Observatory

K. Ishihara* and T. Noguchi

Japan Meteorological Agency, Tokyo

and

M. Hirose and E. Suzuki

Meteorological Research Institute, Tokyo

Abstract

The rigorous prognostic equation of snowfall for small areas has not yet been established because of the complexities of dynamics governing small- and meso-scale meteorological phenomena. Especially in the areas of complicated topography like Japan, sometimes we feel it hopeless to give correct prediction of snowfall for small areas by solving dynamic equations.

Under such condition, it seems that a statistical method is a better approach, even if not the best, from the practical point of view. Using a high speed electronic computer, the prognostic equations for snowfall prediction were derived on the basis of the multiple correlation regression equations.

スモール・スケール(中気象スケール)における降雪量予報の問題は、雨量予報の問題とおなじく、スモール・スケールの気象資料、気象解析、気象力学等に、容易に解決されないいろいろの問題があるため、十分な予報方式が確立されていないというのが現状である。

そのため、ここでは統計的方法によって、電子計算機を用いてスモール・スケールの降雪量予報の多重相関回

帰方程式を作成した。

1. 予報区域

予報区域として、モデル的に雪の多い新潟県をとりあげ、図—1に示すように18の地区に分割した。この地区分割は地勢および雪の資料などを考慮して決定した。

2. 降雪量の資料および整理

図—1の18地区内の国鉄関係の毎日(08時、16時観

* 執筆者 (The writer assigned for the report)

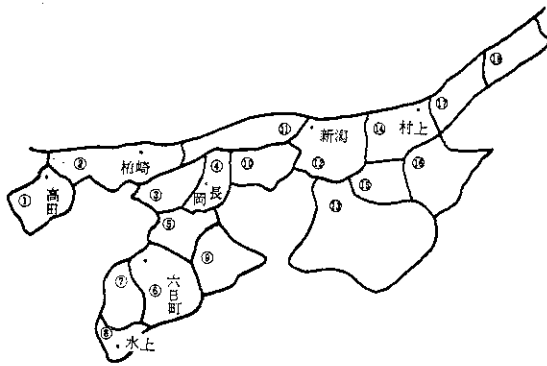


図-1 予報地区の分割
Division of predicted area.

測)の降雪量資料を3冬分(昭和35年12月~36年2月, 36年12月~37年2月, 37年12月~38年2月)について収集した。

各地区内の観測所数は次のとおりである。

(区域) (観測所数)	(区域) (観測所数)	(区域) (観測所数)
1区——8	7区——5	13区——14
2〃——13	8〃——3	14〃——12
3〃——6	9〃——1	15〃——2
4〃——7	10〃——11	16〃——8
5〃——7	11〃——4	17〃——13
6〃——3	12〃——19	18〃——10

上記の各分割地区ごとに地点降雪量の算術平均をとって、各地区の平均降雪量とした。

3. 降雪量の予想因子(気象要素)

降雪量を予想するパラメーターとして用いる気象要素を予想因子と呼ぶことにする。予想因子をいかに選ぶかはきわめて重要な問題である。このためには豪雪時の天気図解析から豪雪の機構を把握することが基礎となる。しかし天気図解析といっても、半球上の基本的な空気の流れを求める北半球天気図解析から局地的降雪分布に応じた局地天気図解析まで、各スケールに応じた気象解析があり、豪雪機構把握のためには、各スケール相互関連の立場で総合的に考えることが必要である。

このようなことから、本研究における予想因子としては、北半球的スケールのもの、アジア・太平洋スケールのもの、日本海、日本の日本海側を中心としたもの、新潟県の局地気象に関連したものなどできるだけ選び出すことにした。初めは、200ぐらいの予想因子をきめて、その中からさらに、120の予想因子を選択した。選択さ

れた予想因子は表-1に示すようなものである。

表-1の No. 1~No. 7の予想因子は北半球上のじょう乱の位置、ブロッキング高気圧の状況、偏西風の強度の変化、高層ジェット等を把握するためのパラメーターであり、No. 8~No. 17は日本海付近の大規模な気流系、うずの強さ、上昇気流の強さを見るための力学的パラメーターであり、No. 18~No. 98は北陸付近の低温場の状況、不安定度、水蒸気量、上昇気流の発生状況などを見るためのパラメーターであり、No. 99~No. 120は新潟県の局地的気流の収束状況を見るためのパラメーターである。現在のところ、局地現象を把握するためのパラメーターとしては地上の風向・風速くらいしか得られないのである。ここに局地予想の問題点の一つがあるように思われる。

表-1 18地区の降雪量予想因子(気象要素)
The predictors of 18 areas
(meteorological elements).

番号	予想因子	備 考
1	気圧の谷	(500 mb 空間平均図にある長波の谷)
2	500 mb の高度	(新疆省 Aleitai)
3	500 mb の高度	(カムチャッカ半島 Korf)
4	\bar{U} 60°N	(北緯 60° の偏西風の変化)
5	\bar{U} 50°N	(北緯 50° の偏西風の変化)
6	\bar{U} 40°N	(北緯 40° の偏西風の変化)
7	\bar{U} 30°N	(北緯 30° の偏西風の変化)
8	ΔP (福一根)	(福岡と根室の気圧差)
9	ΔP (ウー銜)	(ウラジオと銜子の気圧差)
10	日本海のうず度	(1000 mb)
11	日本海のうず度	(850 mb)
12	日本海のうず度	(700 mb)
13	日本海のうず度	(500 mb)
14	日本海の収束	(1000 mb 面の [ウラジオ・米子・秋田] 収束発散)
15	日本海の収束	(850 mb 面の [ウラジオ・米子・秋田] 収束発散)
16	日本海の収束	(700 mb 面の [ウラジオ・米子・秋田] 収束発散)
17	日本海の収束	(500 mb 面の [ウラジオ・米子・秋田] 収束発散)
18	北陸の収束	(1000 mb 面の [輪島・秋田・館野] 収束発散)
19	北陸の収束	(850 mb 面の [輪島・秋田・館野] 収束発散)
20	北陸の収束	(700 mb 面の [輪島・秋田・館野] 収束発散)
21	北陸の収束	(500 mb 面の [輪島・秋田・館野] 収束発散)
22	日本海中部の気温	(40°N 135°Eにおける500 mb の気温)
23	輪島の高度	(1000 mb)
24	輪島の高度	(850 mb)
25	輪島の高度	(700 mb)
26	輪島の高度	(500 mb)
27	輪島の層厚	(850 mb—1000 mb の高度差)
28	輪島の層厚	(700 mb—850 mb の高度差)
29	輪島の層厚	(500 mb—700 mb の高度差)
30	輪島の気温	(1000 mb)
31	輪島の気温	(850 mb)
32	輪島の気温	(700 mb)
33	輪島の気温	(500 mb)

降雪強度の予報に関する研究—荒川・石原・野口・広瀬・鈴木

No.	予想因子	備考	No.	予想因子	備考
34	輪島の露点温度	(1000 mb)	95	秋田の風	(700 mb の風向)
35	輪島の露点温度	(850 mb)	96	秋田の風	(700 mb の東西成分)
36	輪島の露点温度	(700 mb)	97	秋田の風	(700 mb の南北成分)
37	輪島の飽差	(1000 mb の気温・露点温度の差)	98	秋田の風	(500 mb の風向)
38	輪島の飽差	(850 mb の気温・露点温度の差)	99	酒田の風	(地上の風向)
39	輪島の飽差	(700 mb の気温・露点温度の差)	100	酒田の風	(地上の東西成分)
40	輪島の風	(1000 mb の風向)	101	酒田の風	(地上の南北成分)
41	輪島の風	(1000 mb の東西成分)	102	相川の風	(地上の風向)
42	輪島の風	(1000 mb の南北成分)	103	相川の風	(地上の東西成分)
43	輪島の風	(850 mb の風向)	104	相川の風	(地上の南北成分)
44	輪島の風	(850 mb の東西成分)	105	新潟の風	(地上の風向)
45	輪島の風	(850 mb の南北成分)	106	新潟の風	(地上の東西成分)
46	輪島の風	(700 mb の風向)	107	新潟の風	(地上の南北成分)
47	輪島の風	(700 mb の東西成分)	108	高田の風	(地上の風向)
48	輪島の風	(700 mb の南北成分)	109	高田の風	(地上の東西成分)
49	輪島の風	(500 mb の風向)	110	高田の風	(地上の南北成分)
50	輪島の風	(500 mb の東西成分)	111	新潟の気圧変化	(前24時間の気圧変化)
51	輪島の風	(500 mb の南北成分)	112	長岡の風	(地上の風向)
52	輪島の安定度	(不安定エネルギー)	113	長岡の風	(地上の東西成分)
53	輪島の層厚差	([850mb-1000mb]-[700mb-850mb]の層厚差)	114	長岡の風	(地上の南北成分)
54	相当温位	(700 mb)	115	塩沢の風	(地上の風向)
55	相当温位	(850 mb)	116	塩沢の風	(地上の東西成分)
56	相当温位差	(850mb-700mb)	117	塩沢の風	(地上の南北成分)
57	米子の高度	(1000 mb)	118	十日町の風	(地上の風向)
58	米子の高度	(850 mb)	119	十日町の風	(地上の東西成分)
59	米子の高度	(700 mb)	120	十日町の風	(地上の南北成分)
60	米子の層厚	(850mb-1000mb)			
61	米子の層厚	(700mb-850mb)			
62	米子の層厚差	([850mb-1000mb]-[700mb-850mb]の層厚差)			
63	米子の気温	(850 mb)			
64	米子の気温	(700 mb)			
65	米子の気温	(500 mb)			
66	米子の露点温度	(850 mb)			
67	米子の露点温度	(700 mb)			
68	米子の風	(1000 mb の風向)			
69	米子の風	(1000 mb の東西成分)			
70	米子の風	(1000 mb の南北成分)			
71	米子の風	(850 mb の風向)			
72	米子の風	(850 mb の東西成分)			
73	米子の風	(850 mb の南北成分)			
74	米子の風	(700 mb の風向)			
75	米子の風	(700 mb の東西成分)			
76	米子の風	(700 mb の南北成分)			
77	米子の風	(500 mb の風向)			
78	米子の風	(500 mb の東西成分)			
79	米子の風	(500 mb の南北成分)			
80	秋田の高度	(1000 mb)			
81	秋田の高度	(850 mb)			
82	秋田の高度	(700 mb)			
83	秋田の層厚	(850mb-1000mb)			
84	秋田の層厚	(700mb-850mb)			
85	秋田の層厚差	([850mb-1000mb]-[700mb-850mb]の層厚差)			
86	秋田の気温	(850 mb)			
87	秋田の気温	(700 mb)			
88	秋田の気温	(500 mb)			
89	秋田の風	(1000 mb の風向)			
90	秋田の風	(1000 mb の東西成分)			
91	秋田の風	(1000 mb の南北成分)			
92	秋田の風	(850 mb の風向)			
93	秋田の風	(850 mb の東西成分)			
94	秋田の風	(850 mb の南北成分)			

表一に示す各予想因子の値を、降雪量資料と同期間の3冬について、高層観測資料、地上観測資料、同解析資料から、毎日9時、21時の時刻について収集した。これらのデータは降雪量のデータと共にパンチカードに整理された。

4. 18地区の統計的降雪量予想法

2節の降雪量予想資料および3節の予想因子資料から電子計算機により両者の多重相関関係を求め地区の統計的降雪量予想方式を作成する。

予想量と予想因子との時間的対応は表一2のようになる。

表一2 予想量と予想因子の時間的対応
Time relation of predictand to predictor.

	予想因子	予想量
0-LAG	当日9時の気象要素	当日8時~当日16時の降雪量
	当日21時の気象要素	当日16時~翌日8時の降雪量
12-LAG	当日9時の気象要素	当日16時~翌日8時の降雪量
	当日21時の気象要素	翌日8時~翌日8時の降雪量
24-LAG	当日9時の気象要素	翌日8時~翌日16時の降雪量
	当日21時の気象要素	翌日16時~翌々日8時の降雪量

まず予想因子の各々と各地区の予想量との単純相関

係数を求める。各地区ごとに整理した結果の1例を表-3に示す。表-3には、0-LAG, 12-LAG, 24-LAGのものを示してある。大部分の予想因子については、LAGの大きくなるほど相関係数の小さくなる傾向がみられる。

しかし中にはそうでないものもいくつかある。多数例のしかも重相関関係のなかの個々の相関係数であるので、係数0.3というような値はきわめて相関度の大きい

ものである。次に各予想因子ごとに、相関係数の地域分布図を作成する。そのうちから特徴のあるものを図-2に示そう。

図で○印内の数字は地区番号で、別の数字は相関係数を示している。図-2に示してあるものについてその特徴を次に記載してみる。

(1) 福岡, 根室の気圧差について相関の大きい地区は、信越線, 上越線の山間部の地区である。それと

表-3 (a) 2区の予想因子と予想量との単純相関係数 (0-LAG)
2区 (柏崎地区)

The single correlation coefficient between predictor and predictand of area No. 2. (0-LAG)

予 想 因 子	相 関	予 想 因 子	相 関	予 想 因 子	相 関
1 気圧の谷 500 mb	0.010	41 輪島の風 1000 mb の東西成分	-0.017	81 秋田の高度 850 mb	-0.055
2 500 mb Aleitai	0.141	42 輪島の風 1000 mb の南北成分	-0.203	82 秋田の高度 700 mb	-0.409
3 500 mb Korf	0.215	43 輪島の風 850 mb の風向	0.076	83 秋田の層厚 850-1000	0.014
4 \bar{U} 60°N	-0.128	44 輪島の風 850 mb の東西成分	-0.077	84 秋田の層厚 700-850	-0.472
5 \bar{U} 50°N	-0.142	45 輪島の風 850 mb の南北成分	-0.211	85 秋田の層厚差(85-100)-(70-85)	0.157
6 \bar{U} 40°N	-0.011	46 輪島の風 700 mb の風向	-0.167	86 秋田の気温 850 mb	-0.188
7 \bar{U} 30°N	0.094	47 輪島の風 700 mb の東西成分	-0.091	87 秋田の気温 700 mb	-0.290
8 ΔP (渾一棋)	0.171	48 輪島の風 700 mb の南北成分	0.147	88 秋田の気温 500 mb	-0.279
9 ΔP (ウー銃)	-0.138	49 輪島の風 500 mb の風向	-0.182	89 秋田の風 1000 mb の風向	0.076
10 日本海のうず度 1000 mb	0.046	50 輪島の風 500 mb の東西成分	-0.038	90 秋田の風 1000 mb の東西成分	0.118
11 日本海のうず度 850 mb	0.241	51 輪島の風 500 mb の南北成分	0.194	91 秋田の風 1000 mb の南北成分	-0.053
12 日本海のうず度 700 mb	0.275	52 輪島の安定度	-0.347	92 秋田の風 850 mb の風向	0.069
13 日本海のうず度 500 mb	0.337	53 輪島の層厚差(85-100)-(70-85)	0.171	93 秋田の風 850 mb の東西成分	0.076
14 日本海の収束 1000 mb	-0.095	54 相当温位 700 mb	-0.348	94 秋田の風 850 mb の南北成分	0.010
15 日本海の収束 850 mb	-0.205	55 相当温位 850 mb	-0.307	95 秋田の風 700 mb の風向	-0.093
16 日本海の収束 700 mb	0.106	56 相当温位差	-0.180	96 秋田の風 700 mb の東西成分	0.103
17 日本海の収束 500 mb	0.148	57 米子の高度 1000 mb	-0.189	97 秋田の風 700 mb の南北成分	0.214
18 北陸の収束 1000 mb	0.019	58 米子の高度 850 mb	-0.326	98 秋田の風 500 mb の風向	-0.065
19 北陸の収束 850 mb	0.160	59 米子の高度 700 mb	-0.244	99 酒田の風 地上の風向	0.082
20 北陸の収束 700 mb	0.165	60 米子の層厚 850-1000	-0.380	100 酒田の風 東西成分	0.133
21 北陸の収束 500 mb	0.191	61 米子の層厚 700-800	-0.440	101 酒田の風 南北成分	-0.116
22 日本海中部の気温	-0.462	62 米子の層厚差(85-100)-(70-85)	0.218	102 相川の風 地上の風向	0.149
23 輪島の高度 1000 mb	-0.144	63 米子の気温 850 mb	-0.366	103 相川の風 東西成分	0.128
24 輪島の高度 850 mb	-0.049	64 米子の気温 700 mb	-0.413	104 相川の風 南北成分	-0.214
25 輪島の高度 700 mb	-0.390	65 米子の気温 500 mb	-0.408	105 新潟の風 地上の風向	0.062
26 輪島の高度 500 mb	-0.443	66 米子の露点温度 850 mb	-0.311	106 新潟の風 東西成分	0.005
27 輪島の層厚 850 mb-1000 mb	-0.296	67 米子の露点温度 700 mb	-0.127	107 新潟の風 南北成分	0.013
28 輪島の層厚 700 mb- 850 mb	-0.308	68 米子の風 1000 mb の風向	0.094	108 高田の風 地上の風向	-0.185
29 輪島の層厚 500 mb- 700 mb	-0.402	69 米子の風 1000 mb の東西成分	0.245	109 高田の風 東西成分	-0.039
30 輪島の気温 1000 mb	-0.354	70 米子の風 1000 mb の南北成分	0.185	110 高田の風 南北成分	-0.014
31 輪島の気温 850 mb	-0.286	71 米子の風 850 mb の風向	0.015	111 新潟の気圧変化	0.016
32 輪島の気温 700 mb	-0.384	72 米子の風 850 mb の東西成分	0.253	112 長岡の風 地上の風向	-0.053
33 輪島の気温 500 mb	-0.452	73 米子の風 850 mb の南北成分	0.025	113 長岡の風 東西成分	-0.065
34 輪島の露点温度 1000 mb	-0.192	74 米子の風 700 mb の風向	0.002	114 長岡の風 南北成分	0.064
35 輪島の露点温度 850 mb	-0.224	75 米子の風 700 mb の東西成分	0.072	115 塩沢の風 地上の風向	0.042
36 輪島の露点温度 700 mb	0.014	76 米子の風 700 mb の南北成分	-0.039	116 塩沢の風 東西成分	0.047
37 輪島の飽差 1000 mb	-0.107	77 米子の風 500 mb の風向	0.015	117 塩沢の風 南北成分	-0.006
38 輪島の飽差 850 mb	-0.132	78 米子の風 500 mb の東西成分	0.074	118 十日町の風 地上の風向	0.113
39 輪島の飽差 700 mb	-0.240	79 米子の風 500 mb の南北成分	-0.051	119 十日町の風 東西成分	0.018
40 輪島の風 1000 mb	0.142	80 秋田の高度 1000 mb	-0.235	120 十日町の風 南北成分	0.065

降雪強度の予報に関する研究—荒川・石原・野口・広瀬・鈴木

表—3 (b) 2区の予想因子と予想量との単純相関係数 (12—LAG)

2区 (柏崎地区)

The single correlation coefficient between predictor and predictand of area No. 2. (12—LAG)

予 想 因 子	相 関	予 想 因 子	相 関	予 想 因 子	相 関
1 気圧の谷 500 mb	0.002	41 輪島の風 1000 mb の東西成分	0.083	81 秋田の高度 850 mb	-0.098
2 500 mb Aleitai	0.144	42 輪島の風 1000 mb の南北成分	-0.108	82 秋田の高度 700 mb	-0.377
3 500 mb Korf	0.218	43 輪島の風 850 mb の風向	0.102	83 秋田の層厚 850—1000	-0.035
4 \bar{U} 60°N	-0.119	44 輪島の風 850 mb の東西成分	0.055	84 秋田の層厚 700—850	-0.389
5 \bar{U} 50°N	-0.164	45 輪島の風 850 mb の南北成分	-0.107	85 秋田の層厚差(85—100)-(70—85)	0.083
6 \bar{U} 40°N	-0.010	46 輪島の風 700 mb の風向	-0.134	86 秋田の気温 850 mb	-0.177
7 \bar{U} 30°N	0.137	47 輪島の風 700 mb の東西成分	-0.003	87 秋田の気温 700 mb	-0.151
8 ΔP (福一根)	0.195	48 輪島の風 700 mb の南北成分	0.167	88 秋田の気温 500 mb	-0.183
9 ΔP (ウー銃)	-0.081	49 輪島の風 500 mb の風向	-0.150	89 秋田の風 1000 mb の風向	-0.068
10 日本海のうず度 1000 mb	0.148	50 輪島の風 500 mb の東西成分	-0.006	90 秋田の風 1000 mb の東西成分	0.003
11 日本海のうず度 850 mb	0.234	51 輪島の風 500 mb の南北成分	0.196	91 秋田の風 1000 mb の南北成分	0.017
12 日本海のうず度 700 mb	0.278	52 輪島の安定度	-0.256	92 秋田の風 850 mb の風向	0.091
13 日本海のうず度 500 mb	0.327	53 輪島の層厚差(85—100)-(70—85)	0.162	93 秋田の風 850 mb の東西成分	0.015
14 日本海の収束 1000 mb	-0.188	54 相当温位 700 mb	-0.300	94 秋田の風 850 mb の南北成分	-0.052
15 日本海の収束 850 mb	-0.253	55 相当温位 850 mb	-0.271	95 秋田の風 700 mb の風向	-0.105
16 日本海の収束 700 mb	0.031	56 相当温位差	-0.139	96 秋田の風 700 mb の東西成分	0.052
17 北陸の収束 500 mb	0.096	57 米子の高度 1000 mb	-0.203	97 秋田の風 700 mb の南北成分	0.151
18 北陸の収束 1000 mb	-0.087	58 米子の高度 850 mb	-0.330	98 秋田の風 500 mb の風向	-0.065
19 北陸の収束 850 mb	0.020	59 米子の高度 700 mb	-0.231	99 酒田の風 地上の風向	0.071
20 北陸の収束 700 mb	0.069	60 米子の層厚 850—1000	-0.357	100 酒田の風 東西成分	0.099
21 北陸の収束 500 mb	0.139	61 米子の層厚 700—850	-0.382	101 酒田の風 南北成分	-0.094
22 日本海中部の気温	-0.415	62 米子の層厚差(85—100)-(70—85)	0.164	102 相川の風 地上の風向	0.065
23 輪島の高度 1000 mb	-0.033	63 米子の気温 850 mb	-0.332	103 相川の風 東西成分	0.124
24 輪島の高度 850 mb	-0.059	64 米子の気温 700 mb	-0.336	104 相川の風 南北成分	-0.160
25 輪島の高度 700 mb	-0.392	65 米子の気温 500 mb	-0.337	105 新潟の風 地上の風向	0.095
26 輪島の高度 500 mb	-0.412	66 米子の露点温度 850 mb	-0.284	106 新潟の風 東西成分	0.005
27 輪島の層厚 850 mb—1000 mb	-0.237	67 米子の露点温度 700 mb	-0.116	107 新潟の風 南北成分	-0.031
28 輪島の層厚 700 mb—850 mb	-0.272	68 米子の風 1000 mb の風向	0.100	108 高田の風 地上の風向	-0.035
29 輪島の層厚 500 mb—700 mb	-0.349	69 米子の風 1000 mb の東西成分	0.266	109 高田の風 東西成分	-0.011
30 輪島の気温 1000 mb	-0.298	70 米子の風 1000 mb の南北成分	0.145	110 高田の風 南北成分	0.002
31 輪島の気温 850 mb	-0.244	71 米子の風 850 mb の風向	0.014	111 新潟の気圧変化	-0.037
32 輪島の気温 700 mb	-0.373	72 米子の風 850 mb の東西成分	0.271	112 長岡の風 地上の風向	-0.015
33 輪島の気温 500 mb	-0.362	73 米子の風 850 mb の南北成分	0.028	113 長岡の風 東西成分	-0.042
34 輪島の露点温度 1000 mb	-0.129	74 米子の風 700 mb の風向	-0.045	114 長岡の風 南北成分	0.025
35 輪島の露点温度 850 mb	-0.149	75 米子の風 700 mb の東西成分	0.128	115 塩沢の風 地上の風向	-0.008
36 輪島の露点温度 700 mb	-0.100	76 米子の風 700 mb の南北成分	0.023	116 塩沢の風 東西成分	-0.024
37 輪島の飽差 1000 mb	-0.134	77 米子の風 500 mb の風向	-0.067	117 塩沢の風 南北成分	0.079
38 輪島の飽差 850 mb	-0.146	78 米子の風 500 mb の東西成分	0.141	118 十日町の風 地上の風向	0.075
39 輪島の飽差 700 mb	-0.197	79 米子の風 500 mb の南北成分	0.044	119 十日町の風 東西成分	0.017
40 輪島の風 1000 mb	0.144	80 秋田の高度 1000 mb	-0.241	120 十日町の風 南北成分	0.150

表—3 (c) 2区の予想因子と予想量との単純相関係数 (24—LAG)

2区 (柏崎地区)

The single correlation coefficient between predictor and predictand of area No. 2. (24—LAG)

予 想 因 子	相 関	予 想 因 子	相 関	予 想 因 子	相 関
1 気圧の谷 500 mb	-0.020	6 \bar{U} 40°N	0.024	11 日本海のうず度 850 mb	0.244
2 500 mb Aleitai	0.100	7 \bar{U} 30°N	0.167	12 日本海のうず度 700 mb	0.312
3 500 mb Korf	0.191	8 ΔP (福一根)	0.166	13 日本海のうず度 500 mb	0.295
4 \bar{U} 60°N	-0.123	9 ΔP (ウー銃)	-0.121	14 日本海の収束 1000 mb	-0.158
5 \bar{U} 50°N	-0.178	10 日本海のうず度 1000 mb	0.063	15 日本海の収束 850 mb	-0.234

予 想 因 子	相 関	予 想 因 子	相 関	予 想 因 子	相 関
16 日本海の収束 700 mb	0.004	51 輪島の風 500 mb の南北成分	0.245	86 秋田の気温 850 mb	-0.041
17 日本海の収束 500 mb	0.139	52 輪島の安定度	-0.261	87 秋田の気温 700 mb	-0.134
18 北陸の収束 1000 mb	-0.051	53 輪島の層厚差(85-100)-(70-85)	0.152	88 秋田の気温 500 mb	-0.182
19 北陸の収束 850 mb	0.010	54 相当温位 700 mb	-0.234	89 秋田の風 1000 mb の風向	0.041
20 北陸の収束 700 mb	0.121	55 相当温位 850 mb	-0.205	90 秋田の風 1000 mb の東西成分	0.031
21 北陸の収束 500 mb	0.184	56 相当温位差	-0.119	91 秋田の風 1000 mb の南北成分	-0.102
22 日本海中部の気温	-0.357	57 米子の高度 1000 mb	-0.216	92 秋田の風 850 mb の風向	0.081
23 輪島の高度 1000 mb	-0.236	58 米子の高度 850 mb	-0.316	93 秋田の風 850 mb の東西成分	0.035
24 輪島の高度 850 mb	-0.048	59 米子の高度 700 mb	-0.256	94 秋田の風 850 mb の南北成分	-0.009
25 輪島の高度 700 mb	-0.359	60 米子の層厚 850-1000	-0.283	95 秋田の風 700 mb の風向	-0.163
26 輪島の高度 500 mb	-0.376	61 米子の層厚 700-850	-0.341	96 秋田の風 700 mb の東西成分	0.064
27 輪島の層厚 850 mb-1000 mb	-0.172	62 米子の層厚差(85-100)-(70-85)	0.184	97 秋田の風 700 mb の南北成分	0.204
28 輪島の層厚 700 mb-850 mb	-0.205	63 米子の気温 850 mb	-0.257	98 秋田の風 500 mb の風向	-0.107
29 輪島の層厚 500 mb-700 mb	-0.316	64 米子の気温 700 mb	-0.325	99 酒田の風 地上の風向	0.015
30 輪島の気温 1000 mb	-0.242	65 米子の気温 500 mb	-0.270	100 酒田の風 東西成分	0.078
31 輪島の気温 850 mb	-0.167	66 米子の露点温度 850 mb	-0.228	101 酒田の風 南北成分	-0.089
32 輪島の気温 700 mb	-0.267	67 米子の露点温度 700 mb	-0.071	102 相川の風 地上の風向	0.060
33 輪島の気温 500 mb	-0.311	68 米子の風 1000 mb の風向	0.096	103 相川の風 東西成分	0.109
34 輪島の露点温度 1000 mb	-0.117	69 米子の風 1000 mb の東西成分	0.255	104 相川の風 南北成分	-0.172
35 輪島の露点温度 850 mb	-0.189	70 米子の風 1000 mb の南北成分	0.161	105 新潟の風 地上の風向	0.100
36 輪島の露点温度 700 mb	0.097	71 米子の風 850 mb の風向	0.009	106 新潟の風 東西成分	0.061
37 輪島の飽差 1000 mb	-0.092	72 米子の風 850 mb の東西成分	0.302	107 新潟の風 南北成分	0.032
38 輪島の飽差 850 mb	-0.143	73 米子の風 850 mb の南北成分	0.051	108 高田の風 地上の風向	-0.045
39 輪島の飽差 700 mb	-0.188	74 米子の風 700 mb の風向	-0.052	109 高田の風 東西成分	0.041
40 輪島の風 1000 mb	0.100	75 米子の風 700 mb の東西成分	0.199	110 高田の風 南北成分	-0.044
41 輪島の風 1000 mb の東西成分	0.013	76 米子の風 700 mb の南北成分	0.022	111 新潟の気圧変化	-0.098
42 輪島の風 1000 mb の南北成分	-0.080	77 米子の風 500 mb の風向	-0.036	112 長岡の風 地上の風向	-0.079
43 輪島の風 850 mb の風向	0.079	78 米子の風 500 mb の東西成分	0.189	113 長岡の風 東西成分	-0.025
44 輪島の風 850 mb の東西成分	0.036	79 米子の風 500 mb の南北成分	0.049	114 長岡の風 南北成分	0.161
45 輪島の風 850 mb の南北成分	-0.049	80 秋田の高度 1000 mb	-0.256	115 塩沢の風 地上の風向	0.016
46 輪島の風 700 mb の風向	-0.187	81 秋田の高度 850 mb	-0.240	116 塩沢の風 東西成分	-0.070
47 輪島の風 700 mb の東西成分	-0.005	82 秋田の高度 700 mb	-0.290	117 塩沢の風 南北成分	-0.004
48 輪島の風 700 mb の南北成分	0.207	83 秋田の層厚 850-1000	0.025	118 十日町の風 地上の風向	0.048
49 輪島の風 500 mb の風向	-0.142	84 秋田の層厚 700-850	-0.113	119 十日町の風 東西成分	-0.034
50 輪島の風 500 mb の東西成分	0.037	85 秋田の層厚差(85-100)-(70-85)	0.029	120 十日町の風 南北成分	-0.020

直角方向の気圧差であるウラジオ・銚子の気圧差については、全地区ともほとんど相関がみつめられない。

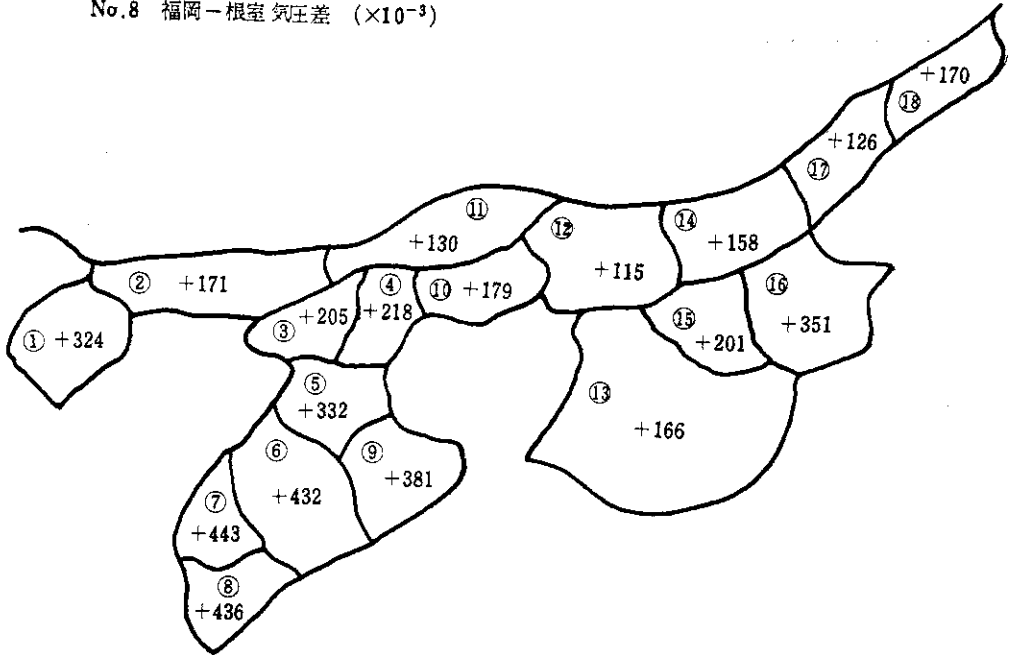
- (2) 日本海の収束は 850 mb において相関がもっとも大きい。しかも沿岸部の地区との相関が大きい。
- (3) 日本海中部の気温(500 mb)は全地区とも相関が大きい。特に沿岸部、内陸部で大きい。
- (4) 日本海うず度との相関は、図-2(c)に示されるように、高度の増大と共に次第に大きくなり、500 mb 高度において最も大きい。
- (5) 輪島の特定の指定気圧面の気温との相関は、図-2(d)に示すように 700 mb と 500 mb 面におけるものが最も大きく 700 mb 面の方が大きい地区と 500 mb 面の大きい地区とは地域的にはっきりわかれている。

すなわち沿岸部、内陸部では 500 mb 面の方が相関度合いが大きい。

表-4には、予想因子別、地区別に相関係数の大きいものを整理した。表中の○印は相関係数 0.2 以上、◎印は相関係数 0.3 以上のものである。

さて、以上の予想因子のうちから、相関係数の値の大きいもの、相互に従属性の少ないもの、多少相関係数の値が小さくても物理的意味の大きいものを、14~15選び出し、予想因子の組み合わせによる重相関のもっとも大きなものを、選別法により求める。重相関の回帰方程式が結果として得られる。これらの計算は電子計算機でおこなった。多数の予想因子を用いての回帰方程式は、計算が非常にふく雑であるので、今回は実用を目的として、とりあえず三つの予想因子による重相関回帰方程式を作成した。以下に示すものがそれである。以下の式でSは

No.8 福岡-根室気圧差 ($\times 10^{-3}$)



No.9 ウラジオー桃子気圧差 ($\times 10^{-3}$)

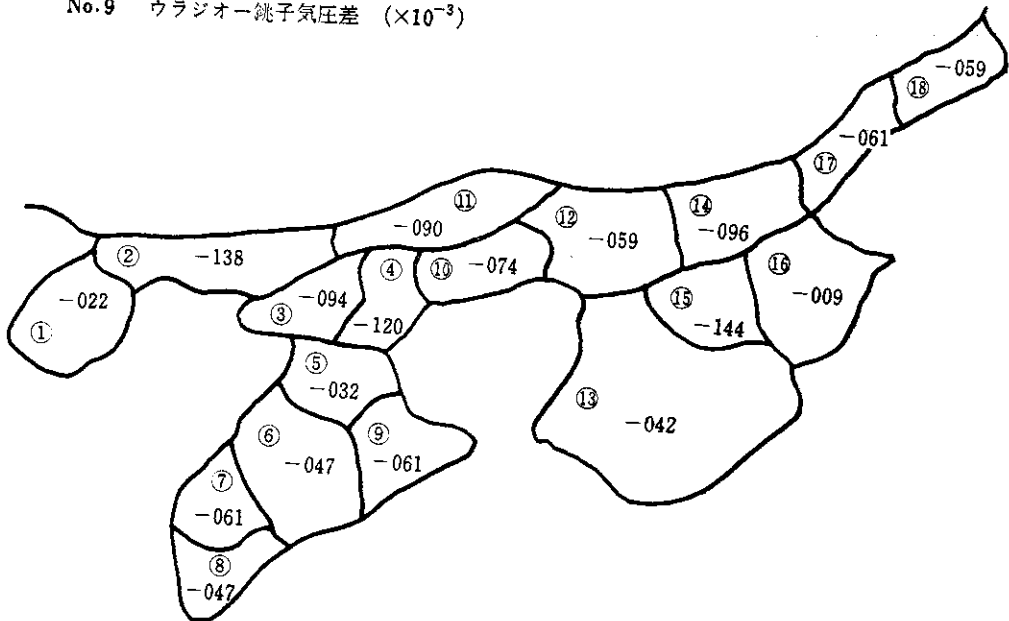
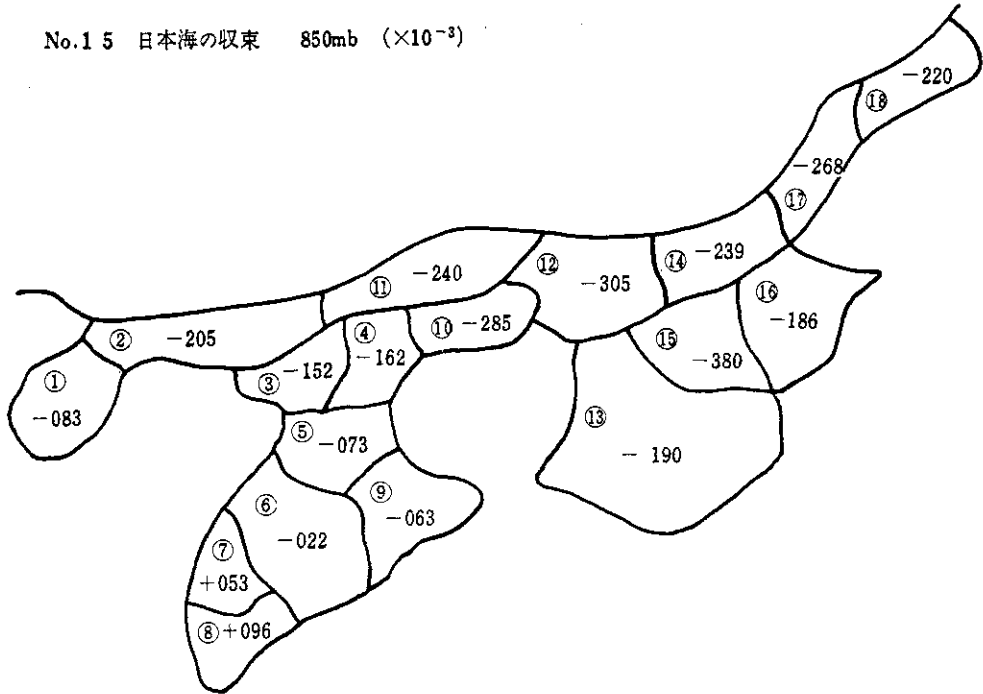


図-2 a 単純相関係数の地域分布(0-LAG)
Areal distribution of single correlation coefficient, (0-LAG)

No.15 日本海の収束 850mb ($\times 10^{-3}$)



No.22 日本海中部の気温 500mb ($\times 10^{-3}$)

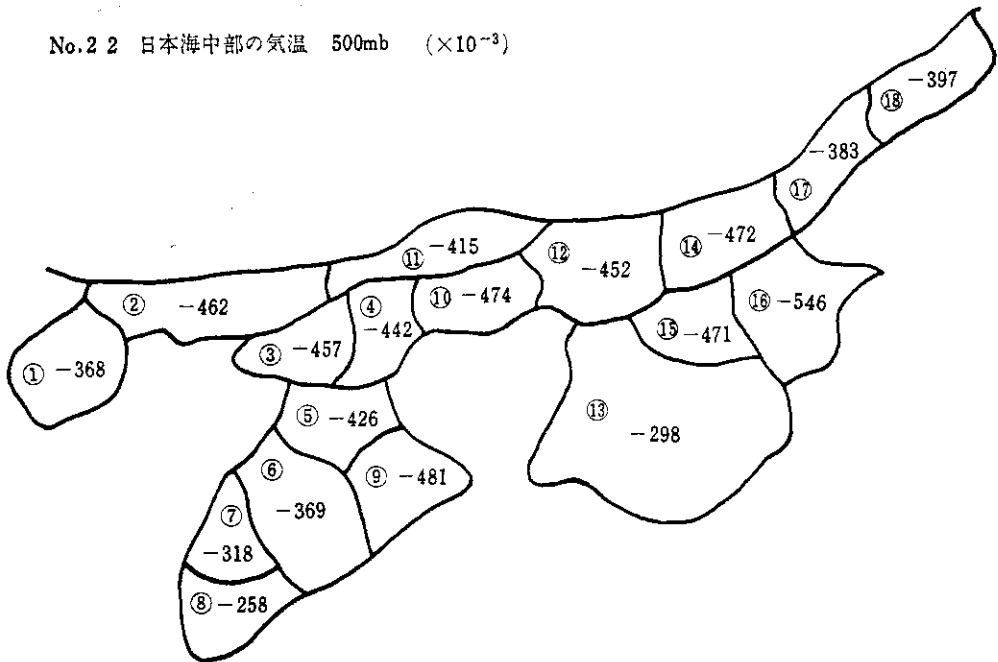


図-2 b 単純相関係数の地域分布 (0-LAG)
Areal distribution of single correlation coefficient. (0-LAG)

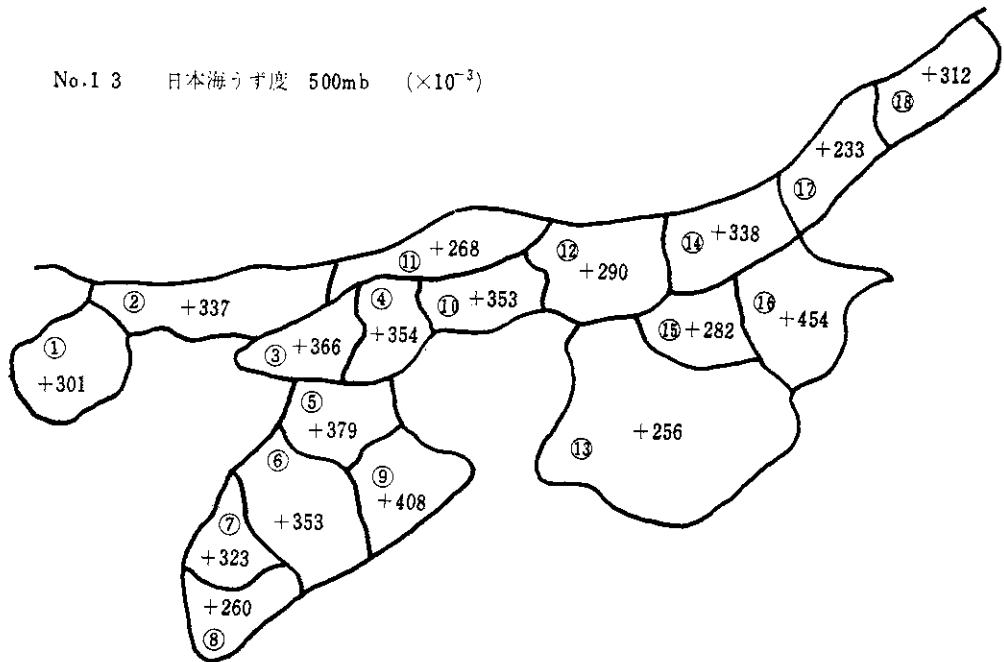
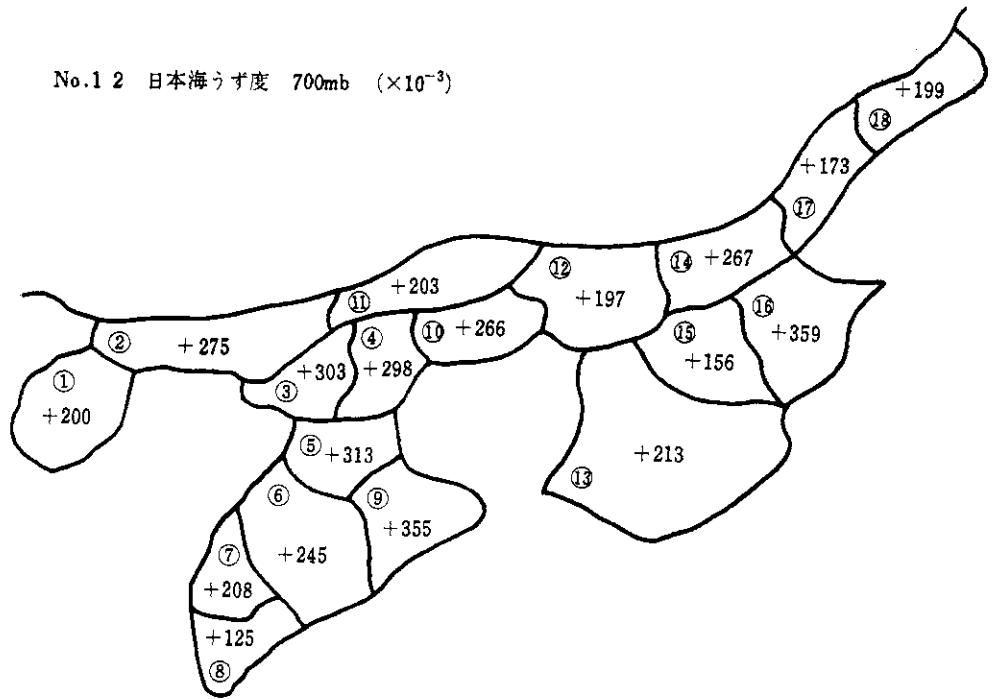
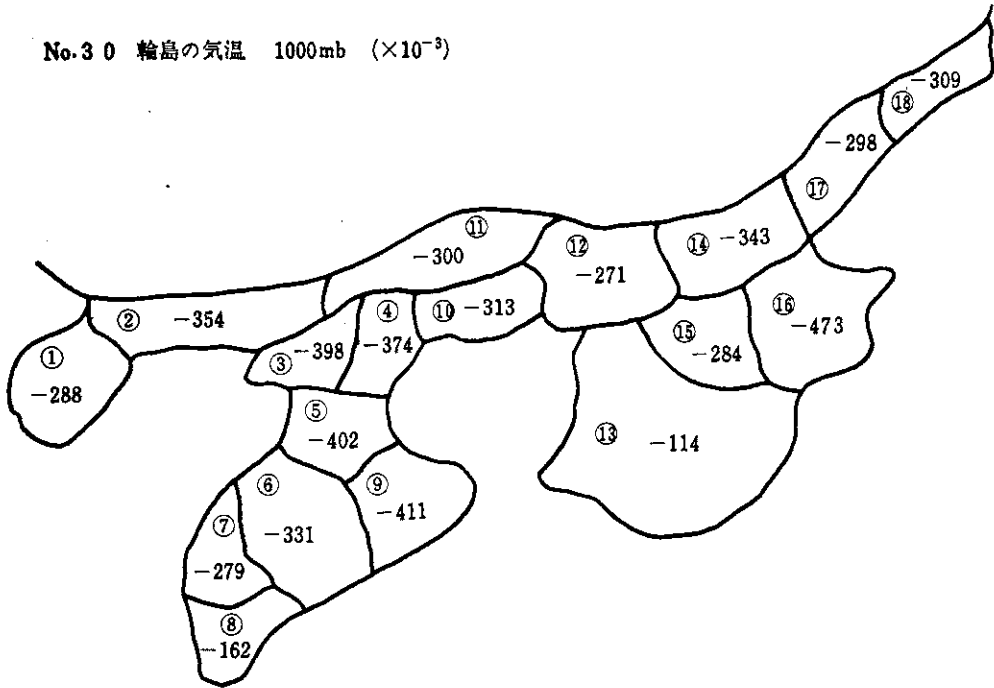


図-2 c 単純相関係数の地域分布(0-LAG)
Areal distribution of single correlation coefficient. (0-LAG)

No. 30 輪島の気温 1000mb ($\times 10^{-3}$)



No. 31 輪島の気温 850mb ($\times 10^{-3}$)

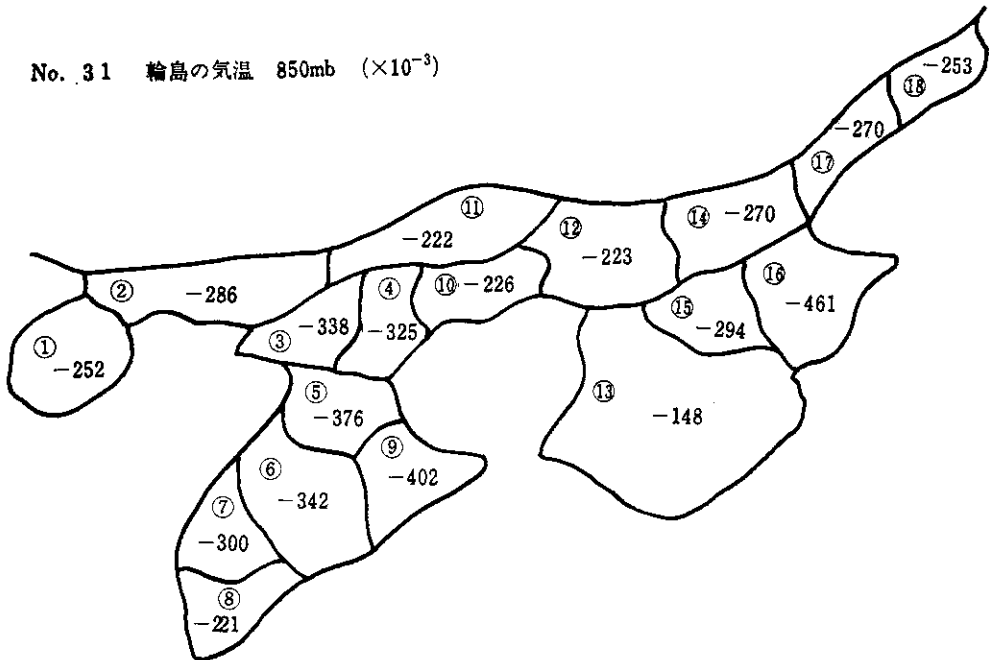
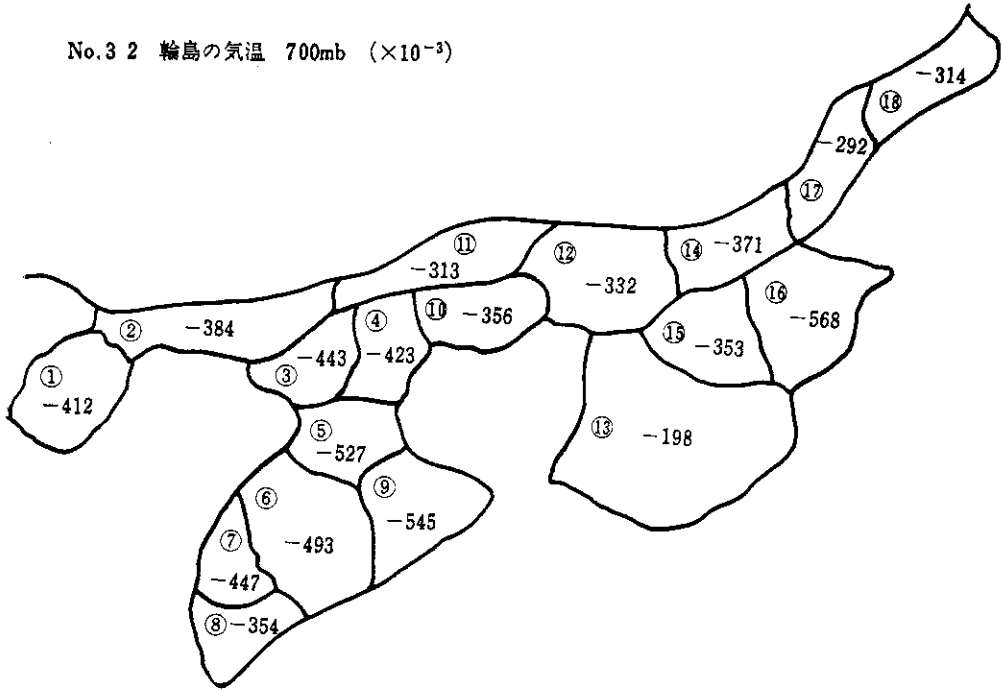


図-2 d(1) 単純相関係数の地域分布 (0-LAG)
Areal distribution of single correlation coefficient. (0-LAG)

No.3 2 輪島の気温 700mb ($\times 10^{-3}$)



No.3 3 輪島の気温 500mb ($\times 10^{-3}$)

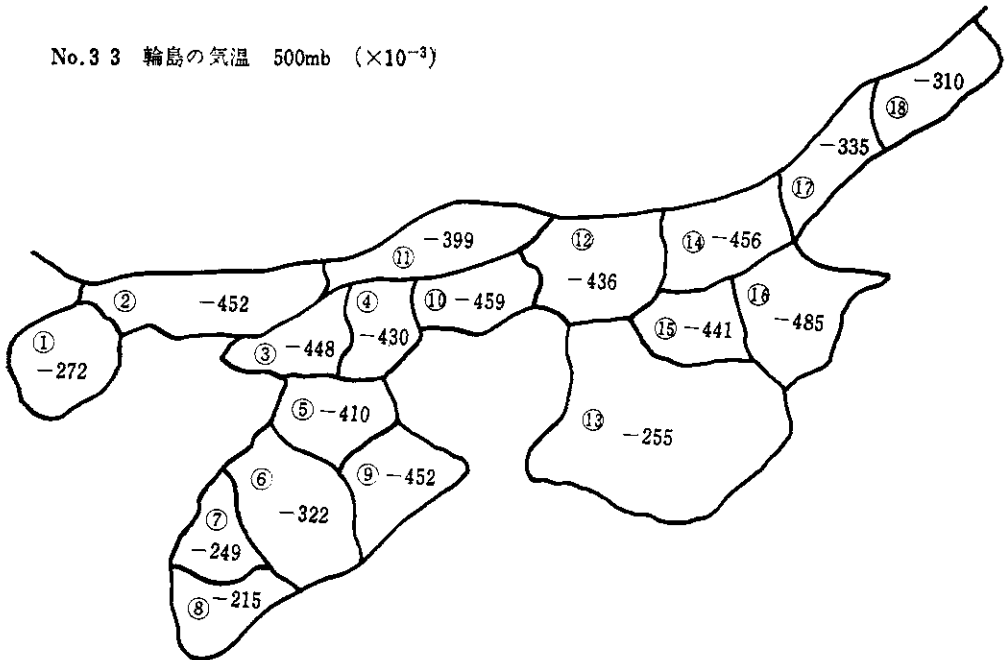


図-2 d(2) 単純相関係数の地域分布(0-LAG)
Areal distribution of single correlation coefficient. (0-LAG)

表-4 予想因子の単純相関表(0-LAG)

The table of single correlation coefficient between predictor and predictand. (0-LAG)

地 区 番 号	予 想 因 子	予 想 因 子																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		取田の谷	500 mb 高	500 mb 高	50°N	50°N	40°N	30°N	30°N	1000 mb	850 mb	700 mb	500 mb	500 mb	1000 mb	850 mb	700 mb	500 mb	500 mb	1000 mb	850 mb	700 mb	500 mb	1000 mb	850 mb	700 mb
1	(信越) 田口 地 区								◎			◎										◎				
2	(信越・越後・越前) 津島 地 区		○									◎	◎		○							◎				
3	(信越) 新上 地 区			○					○			◎	◎		◎							◎				
4	(信越・上越) 長岡 地 区								○			◎	◎		◎							◎				
5	(上越) 小出 地 区											◎	◎		◎							◎				
6	(上越) 六日町 地 区											◎	◎		◎							◎				
7	(上越) 湯沢 地 区											◎	◎		◎							◎				
8	(上越) 土全 地 区											◎	◎		◎							◎				
9	(只見) 入道 地 区					○			◎			◎	◎		◎							◎				
10	(信越・越後) 東三條 地 区								◎			◎	◎		◎							◎				
11	(越後) 西吉田 地 区											◎	◎		◎							◎				
12	(信越・越後・白新) 新潟 地 区		○									◎	◎		◎							◎				
13	(越前) 津川 地 区											◎	◎		◎							◎				
14	(羽越) 坂町 地 区											◎	◎		◎							◎				
15	(赤谷) 赤谷 地 区											◎	◎		◎							◎				
16	(米坂) 小口 地 区				○	○			◎			◎	◎		◎							◎				
17	(羽越) 藤木 地 区											◎	◎		◎							◎				
18	(羽越) 酒田 地 区				○							◎	◎		◎							◎				

降雪強度の予報に関する研究—荒川・石原・野口・広瀬・鈴木

26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱	降雪の強弱

地 区 番 号	子 想 因 子	地 区 名																										
		56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80		
		米汁の濃度 塩加減	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	米汁の濃度 米汁の濃度 米汁の濃度	
		1000 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	500 mb 500 mb 500 mb	
1	(信越) 田口 港 区				○																							
2	(信越・北陸・越後) 田口 港 区		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	(信越) 山 港 区			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
4	(信越・上越) 美 港 区			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
5	(上越) 小 港 区			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
6	(上越) 六 港 区				◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
7	(上越) 湯 港 区					◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
8	(上越) 土 港 区					◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
9	(只見) 入 港 区	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
10	(信越・越後) 東 港 区	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
11	(越後) 西 港 区			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
12	(信越・越後・山新) 新 港 区	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
13	(越後西) 津 港 区					◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
14	(羽越) 坂 港 区	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
15	(赤谷) 赤 港 区			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
16	(米坂) 小 港 区	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
17	(羽越) 野 港 区					◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
18	(羽越) 酒 港 区					◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

地区番号	予 想 因 子 地区名	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
		新潟の風 田代の風	奥羽の風 奥羽の風	奥羽の風 奥羽の風	奥羽の風 奥羽の風	奥羽の風 奥羽の風	奥羽の風 奥羽の風	奥羽の風 奥羽の風	奥羽の風 奥羽の風	奥羽の風 奥羽の風	奥羽の風 奥羽の風
1	(信越) 田口地区					○					
2	(信越・北陸・越後) 柏崎地区										
3	(信越) 桑山地区										
4	(信越・上越) 奥羽地区										
5	(上越) 小庄地区										
6	(上越) 大田町地区				○	◎					
7	(上越) 藤沢地区				○	◎					○
8	(上越) 土合地区				○	◎					◎
9	(只見) 入広瀬地区								○		
10	(信越・越後) 東三条地区										
11	(越後) 西吉田地区										
12	(信越・越後・白新) 新潟地区										
13	(信越西) 津川地区										
14	(羽越) 坂野地区										
15	(赤谷) 赤谷地区										
16	(氷坂) 小坂口地区										
17	(羽越) 藤木地区										
18	(羽越) 酒田地区										

予想降雪量, その添字は地区番号, P は予想因子, その添字は電子計算機の都合で今回は間に合わなかった. 添字は予想因子番号である. なお, 15・16・17・18地区

0—LAG

9時の予想因子と8～16時の降雪量
21時の予想因子と16～翌8時の降雪量 との回帰方程式

- 1 $S_1 = -0.187P_{32} - 0.076P_{104} - 0.061P_{42} - 38.095$
(輪 700T) (相川風SN) (輪1000風SN)
- 2 $S_2 = -0.088P_{22} - 0.033P_{24} + 0.042P_{52} + 15.078$
(日本海T) (秋層厚70—85) (輪安定度)
- 3 $S_3 = -0.059P_{22} - 0.033P_{52} - 0.039P_{66} + 72.994$
(日本海T) (秋H 700) (米子T 850)
- 4 $S_4 = -0.027P_{26} - 0.044P_{84} - 0.022P_{66} + 212.09$
(輪H 500) (秋層厚70—85) (米子 T_d 850)
- 5 $S_5 = -0.080P_{32} - 0.037P_{104} - 0.024P_{32} + 57.955$
(輪 700T) (相川風SN) (秋H 700)
- 6 $S_6 = -0.121P_{32} - 0.055P_{104} - 0.027P_{42} - 19.362$
(輪 700T) (相川風SN) (輪1000風SN)
- 7 $S_7 = -0.064P_{104} - 0.073P_{32} - 0.074P_{107} - 11.866$
(相川風SN) (輪 700T) (新風SN)
- 8 $S_8 = -0.047P_{104} - 0.097P_{110} - 0.050P_{34} + 0.722$
(相川風SN) (高田風SN) (輪 T_d 1000)
- 9 $S_9 = -0.121P_{32} - 0.032P_{52} - 0.038P_{104} + 75.181$
(輪 700T) (秋H 700) (酒風SN)
- 10 $S_{10} = -0.075P_{33} + 0.061P_{52} + 0.017P_{13} - 28.725$
(輪 500T) (輪安定度) (日本海うず度 500)
- 11 $S_{11} = -0.067P_{22} - 0.032P_{66} + 0.033P_{52} - 27.884$
(日本海T) (米子 T_d 850) (輪安定度)
- 12 $S_{12} = -0.047P_{66} - 0.034P_{22} - 0.028P_{15} - 16.107$
(米子 T_d 850) (日本海T) (日本海収束 850)
- 13 $S_{13} = -0.065P_{22} - 0.027P_{26} - 0.041P_{66} + 119.86$
(日本海T) (輪H 500) (米子 T_d 850)
- 14 $S_{14} = -0.040P_{22} + 0.008P_{12} + 0.006P_{21} - 12.243$
(日本海T) (米 850 風EW) (北陸収束 500)

以上の式は, 降雪量が cm 単位で出るようにしてある. 上式の計算値と実測値との対応の1例を図—3に示す.

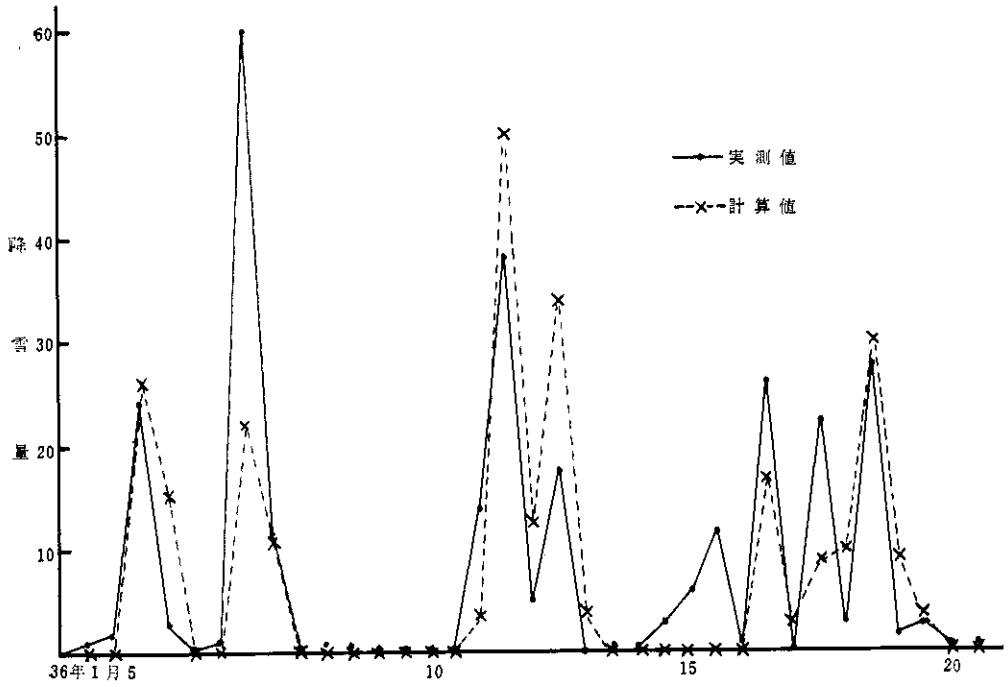


図-3 実測値と計算値の比較 1区（信越線田口地区）
Comparison between observed and predicted values (area No. 1).