

沖縄県感染症サーベイランスに おける流行予測に関する研究 (I)

— 気象の影響について —

本 成 充

Epidemiological Studies on Surveillance of
Infectious Diseases in Okinawa (I)
— Effect of Atmospheric Factors —

Mitsuru MOTONARI

I はじめに

沖縄県は昭和55年7月から感染症サーベイランス事業を開始し、平成元年で9年目を迎えた。当所は昭和59年から年報等の作成に関与し、対象疾病の患者発生の変動や流行の実態を解析し、それらの精度の向上に努めてきた。また同時に、この事業の最大の目標の1つである流行予測による防疫的側面に寄与すべく、時系列解析、多変量解析等を行ってきた。¹⁾

感染症サーベイランスにおける流行予測に関する報告は少ないが、宮城県の庄司ら²⁾および千葉県の北山ら³⁾の報告がある。庄司らは気象の変動を解析し、水痘、麻疹様疾患、ヘルパンギーナ、手足口病、乳児嘔吐下痢症、インフルエンザ様疾患に対する流行予測が可能であることを示している。また、北山らは自己回帰による時系列解析により、麻疹様疾患、水痘、手足口病、インフルエンザ様疾患に関して流行予測モデルを計算している。著者は昭和59年～62年の4年間のデータを使用して、時系列解析、多変量解析を行い、各疾病は気象からの影響より、他の対象疾病からの影響を大きく受けていることを示した。すなわち、病原体と生体間の方が、両者を取り巻く環境の変化より影響が大きいことを示唆している。このことは、一般に感染症の時系列を傾向(平均値)変動分、季節的変動分、不規則(偶然)変動分の要素から成るものとする、その季節的変動分が自然環境に由来する気象的変動分と人間の生活環境に由来する、特に集団的に発生する対象疾病からの寄与を含む疾病の変動分(仮称)に分けられることを示唆している。気象的変動分は自然環境的な正規分布を示

すものと思料されるが、疾病の変動分は正規分から大きく外れた分布を示し、全体でも正規分布から外れていることを予想させる。すなわち感染症の季節的変動分は、気象的変動分と疾病の変動分に分割され、疾病の変動分の寄与が気象的変動分のそれより大きいことになる。その意味で、北山らは気象や人間の生活環境の影響を含めた生データを使用し、以前の系列値を現在の系列値に組み込む漸近的表式の自己回帰で流行予測を行ったのであろう。感染症の流行は、人間の衛生的環境に左右されるが、同時に自然環境の影響も受けていることを示している。且つ本県は全国唯一の亜熱帯性気候であることから、感染症へ及ぼす気象の影響を把握しておくことの意義は極めて大きいものと考えられる。流行予測モデルを確立する前段階として、今回は感染症へ及ぼす気象の影響について詳細に解析し、若干の知見を得たので報告する。

II 対象と方法

1. 対象

対象は、昭和59～62年の4年間分の沖縄県感染症サーベイランスデータと気象データである。

但し感染症サーベイランスの対象疾病は、昭和62年時点での小児・内科報告と眼科報告における疾病であるが、眼科報告の咽頭結膜熱に関する患者報告がなかったため本報告においては対象外とした。

2. 資料

(1) 沖縄県環境保健部予防課、感染症サーベイランス調査票(週報)及びその結果報告書、昭和59～62年

(2) 厚生省結核・感染症情報センター、感染症サーベイランス患者情報及び年報、昭和59～62年

(3) 沖縄県気象台、沖縄県気象月報、昭和59～62年

3. 方法

(1) 発生患者数の表現法

疾病の動向をみる指標として、患者実数、1 定点医療機関あたりの患者数（以下1 定点あたりと略する）、突発性発しんのカバー率から推定した罹患率等があるが、後記するように昭和62年の突発性発しんの分布が正規分布でないため、標準化指標として使用するのには若干問題があるものと考え、本報告では時系列的推移が重要であるとの見地から、1 定点あたりの患者数で表わした。1 定点あたりの患者数であっても、正確に週別定点数が把握されているのは昭和61年のみであって、その他の年次は定点数が把握されてなく、一律に定点総数で除して1 定点あたりの患者数を算出していたが、年次比較を行う場合は適切でないこと、および定点数の動きがほとんどないという経験的事実から、他の年次も昭和61年次の週別定点数によって、1 定点あたりの患者数で表わした。

(2) 流行曲線の正規性検定

本報告で使用したデータに関し、正規分布からの無作為抽出であるという帰無仮設のための検定統計量測定として、コルモゴロフ・スミルノフ統計量の修正D検定⁴⁾を用いた。

(3) 相関係数

対象疾患と気象因子との関連を、相関係数によって表わした。その検定に関し有意水準を次のように*で表現した。

* P ≤ 0.05

** P < 0.01

*** P < 0.001

**** P < 0.0001

なお、**** (P < 0.0001) の有意検定個数によって、対象疾患と気象因子の関連性に関する全体的傾向を調べた。

(4) 最良気象因子

各疾病に対する気象因子の寄与をみるため、各疾病を目的変数、および気象因子を説明変数とする重回帰分析⁵⁾を行った。更に逐次変数増減法により、最良変数を3変数選定し、重相関係数や検定統計量を求め、有意な最良変数となっているか否かを調べた。

但し、説明変数である気象因子のうち、共線性の強い気温（平均・最大・最小）と風速（平均、10分間最大）から各々気温平均、風速10分間最大を選び、即ち気圧、気温（平均）、蒸気圧、湿度（相対）、雲量、風向（10分間最大）、降雨量、日照時間に関し、解析を試みた。

(5) 定性的流行予測

各疾病と各気象因子との関係を流行曲線をオーバーレイすることで比較し、定性的に各疾患に対する気象因子の多発条件を調べた。またこれを庄司らの結果²⁾と比べた。更に各疾病と各気象因子との相関係数が有意なものに関し、年次比較を行うなど詳細な解析を試み、予測が可能か否かの定性的評価を試みた。年次別関連性の観察において、曲線全体の判定は次のような意味である。

a. 曲線全体の観察

○：対応は良い。

□：対応はまあまあ。全体的傾向としての対応は良い。

△：対応にずれがあったり、一部異なった部分がある。少々強引な傾向推定。

◎、◻、△ } 発生数は少ないが、分布が正しく反映されている。

・：発生数が少ない。散発的発生であり流行は無かったものとして処理できる。

？：対応が似た部分や異なる部分もあり判定しにくいもの。

b. ピーク部の観察

合：ピーク部の対応が良い。

右：疾患のピーク部が気象因子のそれよりやや右の方にずれていることを示す。

左：全く同様に、左の方にずれていることを示す。

c. 総合評価

- ：予測は一応可能である。
- ：全体的傾向による予測である。
- △：作為が入った予測の可能性はある。
- ？：予測不能か、信頼性の持てない予測である。

d. 分布型の分類

疾病の分布が気象条件で推測できるか否か、あるいは相関の度合で推測できるか否かによって、図A-1、A-2に示したように、同対応型、逆対応型および同条件型、逆条件型、混合条件型に分類した。

(6) 定量的流行予測

時系列的解析による予測分析でなく、重回帰分析による予測分析を行った。モデル式は各疾病に対して、共線性の配慮から最良気象因子を求める際に使った気象因子を線形関係に表式し、解析を試みた。今回はモデル式の評価等統計的考察は行わないが、

$$\text{誤差率 (\%)} = \frac{(\text{実測値} - \text{予測値})}{\text{実測値}} \times 100$$

により誤差率を求め、更にそれらの平均値、それらの最大値、最小値を求め比較した。

(7) 解析の方法

県情報管理課において、SAS (Statistical Analysis System) を使用して解析した。

III 結果と考察

1. 流行曲線

各対象疾病の時系列的推移をみるために、週単位情報を月単位で縮約したものを図1で示した。これをみると、患者数が毎年一定で、毎年同パターンを示すのは突発性発しんのみであった。しかも正規性の検定によって棄却されないのも、表1に示すように、突発性発しんのみであった。但し昭和62年の分布に対して正規性が棄却されているが、この原因は62年に実施されたシステム変更(オンライン化)による影響があったものと推察される。このように突発性発しんが年間を通じて正規型で且つ安定していることは、従来いわれてきた

ように、地域比較や年次比較の標準化の指標として量も適したものであることを示している。すなわち突発性発しんにより地域あるいは年次のカバー率を求め、更に各疾患の罹患率を推定し、この罹患率によって地域比較、年次比較が可能である⁶⁾。また、気象因子の多くが正規分布を示すことから、突発性発しんと気象因子との関連は、強いものと予想される。

流行曲線が毎年同じパターンを示すのは、すなわち図1で、年毎に縦に縮尺し発生数を平均化しそのパターンが類似している疾病は、水痘、溶連菌感染症、感染性胃腸炎、乳児嘔吐下痢症、手足口病、突発性発しん、ヘルパンギーナ、インフルエンザ様疾患、咽頭結膜熱、流行性角結膜炎等があるが、気象因子の多くが年周期で変動していることから、これらの疾病も正規分布を示す突発性発しんに次いで気象因子との関連性があるものと推察される。これに反して発生パターンが、特に周期が安定しない流行性耳下腺炎、異型肺炎、伝染性紅斑、川崎氏病等は気象因子との相関は弱いものと推察される。

発生患者数が多く、尖度の大きい急性出血性血小板炎、手足口病、水痘、風しん、流行性耳下腺炎等は、感染の強い疾病であり、流行予測による予防対策を取るのに適した疾病と思われるが、気象因子との関連が弱いものもあることが推察されるだけに、これらの疾病の流行予測に困難さが伴うことが予想される。

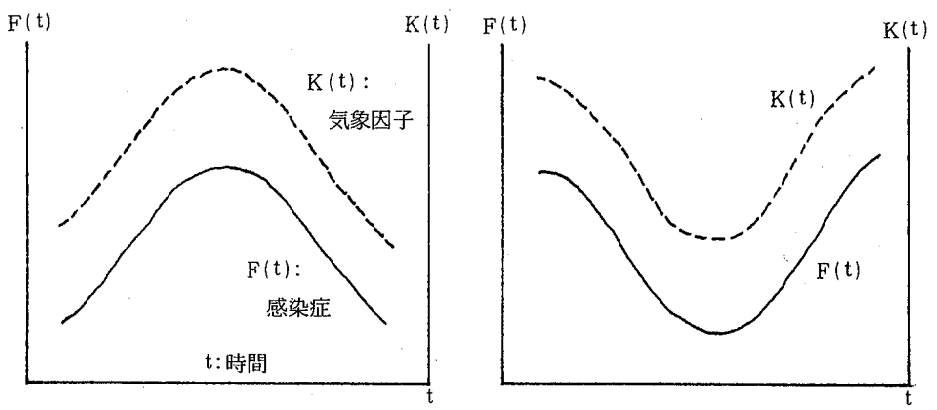
2. 流行季節

各疾病の動向を1地点あたりの患者数によって表2に示した。小児・内科報告において、本県が全国に比較して多発していたのは、水痘、流行性耳下腺炎、手足口病等であった。逆に少なかったのはインフルエンザ様疾患、感染性胃腸炎、乳児嘔吐下痢症、ヘルパンギーナ等でヘルパンギーナを除けば冬季の疾病ばかりであった。

各疾病の流行季節をみると、本県と全国では多くの疾病に流行季節のずれがあり、同じ季節だと推測されたのは乳児嘔吐下痢症、手足口病、ヘルパンギーナ、インフルエンザ様疾患、咽頭結膜熱のみであった。

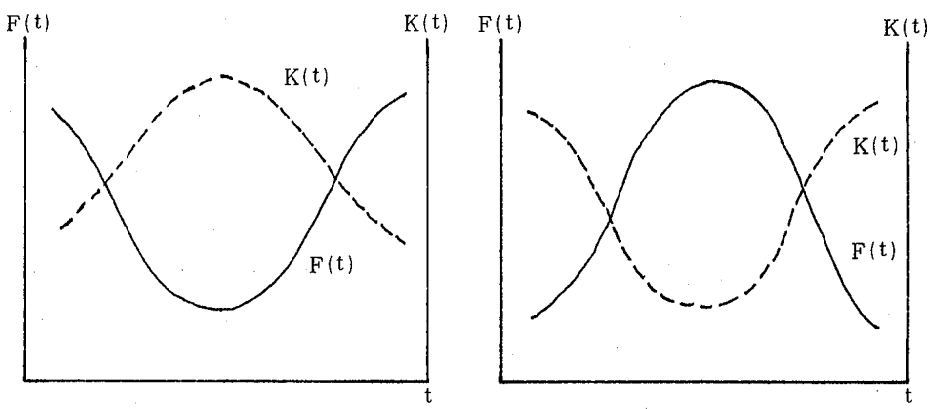
年間を通して多発した時期は、本県は春季、全

I 同対応型



- ① 曲線の変動が同じように変動するもの。
- ② 多発条件は広い (条件指定ができない)。
- ③ 単回帰で表わされる。
- ④ 正の相関。

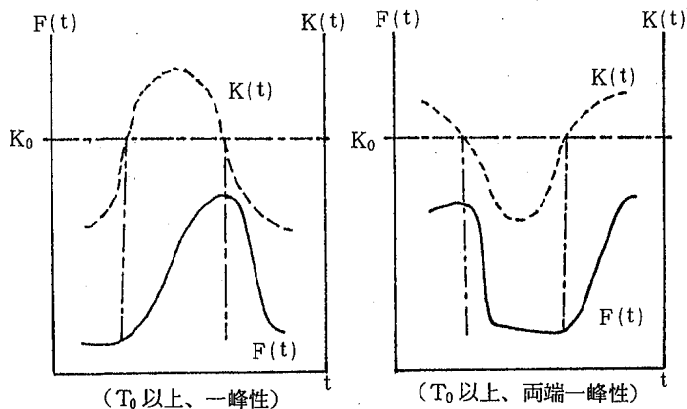
II 逆対応型



- ① 曲線の変動が全く逆なもの。
- ② 多発条件は広い (条件指定ができない)。
- ③ 単回帰で表わされる。
- ④ 負の相関。

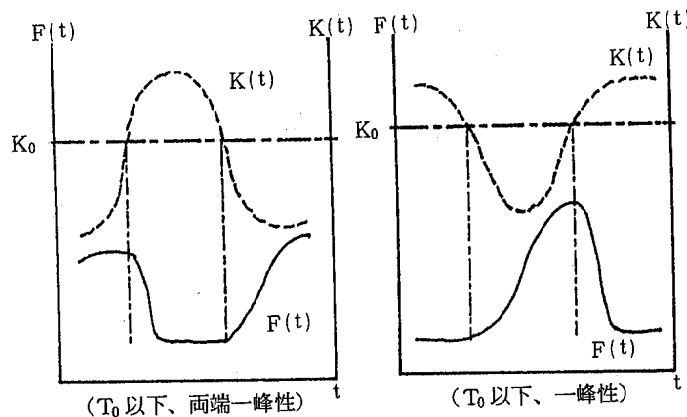
図 A-1. 分布型の分類 (同対応型、逆対応型)。

Ⅲ 同条件型



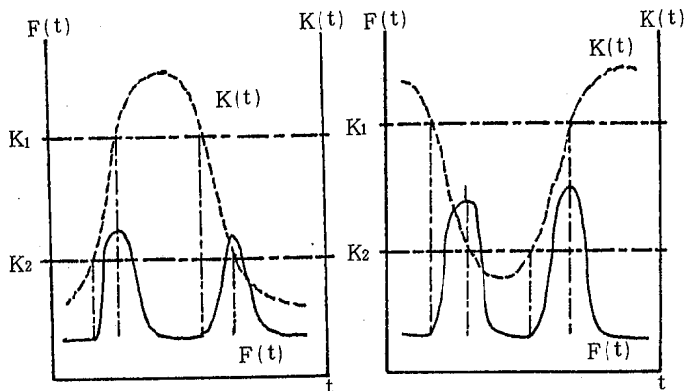
- ① 条件は定値以上の場合。
($K(t) > K_0$)
- ② 一峰性。
- ③ 曲線 $F(t)$ は右へずれ、形も変わる。
- ④ 正の相関。

Ⅳ 逆条件型



- ① 条件は定値以下の場合。
($K(t) < K_0$)
- ② 一峰性。
- ③ 曲線 $F(t)$ は右へずれ、形も変わる。
- ④ 負の相関。

Ⅴ 混合条件型



- ① 条件は定値の間
($K_1 > K(t) > K_2$)
- ② 二峰性。
- ③ 曲線 $F(t)$ は尖鋭化。
- ④ 正、負の相関を有する混合型。
- ⑤ 沖縄県の場合、この型はみられなかった。

図 A-2. 分布型の分類 (同条件型、逆条件型、混合条件型)。

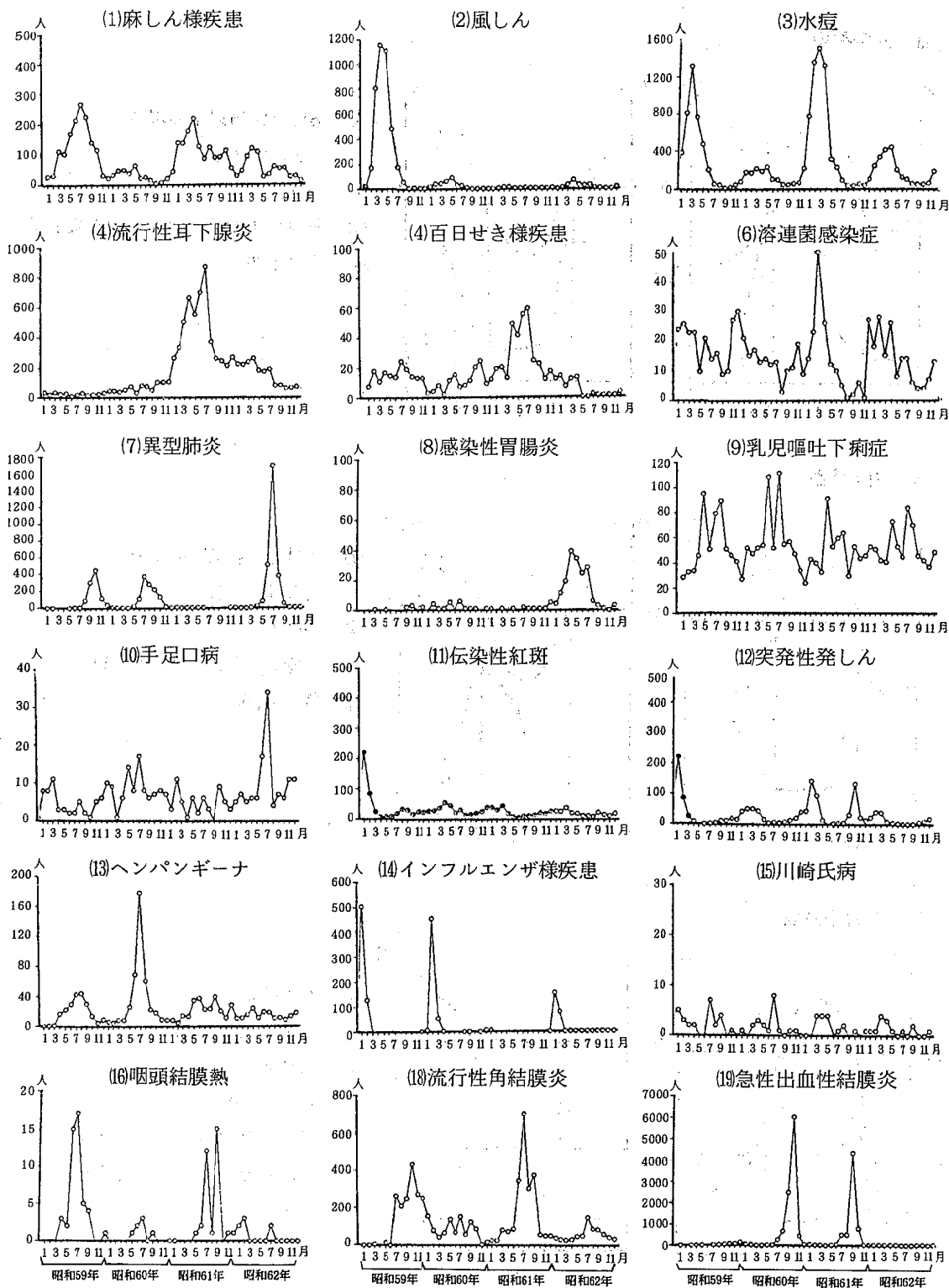


図1. 感染症の流行曲線 (月縮約図、S59-62).

表1. 正規性検定 (歪度、尖度、変動係数、S59-62).

No.	疾患\最良変数	昭和59年				昭和60年				昭和61年				昭和62年				正規分布
		歪度	尖度	変動係数	P>D	歪度	尖度	変動係数	P>D	歪度	尖度	変動係数	P>D	歪度	尖度	変動係数	P>D	
1	麻疹様疾患	0.6	-0.4	72	*	0.7	-0.4	77	*	0.5	-0.2	58	*	0.9	0.5	70	*	
2	風しん	1.1	-0.1	130	**	1.0	0.1	107	**	1.4	1.7	102	**	1.4	1.9	104	**	
3	水痘	1.0	-0.3	113	**	1.0	1.0	64	**	1.1	-0.4	123	**	1.0	-0.1	82	**	
4	流行性耳下腺炎	0.9	1.7	56		1.4	3.0	57	*	0.8	0.0	55	**	0.4	-1.0	57	**	
5	百日せき様疾患	0.6	-0.1	71	**	1.3	2.5	80	**	1.1	1.1	74	**	1.3	0.6	142	**	
6	溶連菌感染症	0.8	0.1	71	**	0.7	-0.0	73	*	1.8	3.4	113	**	1.0	0.2	85	**	
7	異型肺炎	1.2	1.3	110	**	0.9	0.7	84	**	1.0	0.5	108	**	1.2	0.7	93	**	
8	感性染胃腸炎	1.5	7.9	155	**	1.0	-0.1	97	**	1.9	2.6	144	**	2.2	5.3	77	**	
9	乳児嘔吐下痢症	2.9	8.8	151	**	1.1	1.5	67	**	0.7	-0.0	73	**	1.8	2.6	140	**	
10	手足口病	2.2	4.8	171	**	1.0	-0.4	130	**	2.3	5.3	187	**	2.5	5.6	205	**	
11	伝染性紅斑	2.5	6.1	249	**	3.0	10.1	215	**	2.7	9.9	212	**	1.0	-0.0	110	**	
12	突発性発しん	0.4	0.2	50		0.4	0.0	46		-0.0	-0.2	41		0.3	-1.1	36	**	
13	ヘルパンギーナ	1.5	2.9	105	**	2.0	3.2	145	**	1.5	2.2	83	**	0.3	-0.6	67	*	
14	インフルエンザ様疾患	4.1	17.5	349	**	3.3	10.2	309	**	5.8	37.1	446	**	4.7	23.0	413	**	
15	川崎氏病	1.6	1.5	170	**	5.4	33.9	310	**	2.3	5.6	201	**	2.0	3.2	210	**	
16	咽頭結膜熱	2.3	4.9	202	**	2.2	3.0	256	**	5.2	30.2	320	**	4.4	20.2	390	**	
18	流行性角結膜炎	0.7	-0.5	110	**	0.5	-0.3	70	**	1.5	1.1	122	**	0.9	0.5	70	**	
19	急性出血性結膜炎	1.9	2.4	165	**	2.8	7.2	222	△	3.4	11.2	264	**	1.4	1.9	104	*	

* P < 0.05, ** P < 0.01.

表2. 1 定点当り患者数と多発した季節の比較 (S59-62).

	比較方法		1 定点当り患者数		多発した季節	
	No.	疾患\地域	沖縄県	全国	沖縄県	全国
小 児 ・ 内 科 報 告	1	麻疹様疾患	0.84	0.53	春 ~ 夏	春
	2	風 し ん	1.01	1.29	春	夏 (6月)
	3	水 痘	2.99	2.18	春 (3月)	冬 ~ 夏
	4	流行性耳下腺炎	1.73	1.14	不定(2~4年)	一定(春夏)
	5	百日せき様疾患	0.15	0.10	夏	一定(9月)
	6	溶連菌感染症	0.15	0.45	冬 ~ 春	冬
	7	異型肺炎	0.07	0.27	夏	不定(冬)
	8	感染性胃腸炎	0.29	2.61	春	冬
	9	乳児嘔吐下痢症	0.22	1.08	冬 (2月)	冬
	10	手足口病	1.06	0.66	夏	夏
	11	伝染性紅斑	0.05	0.35	春	不 定
	12	突発性発しん	0.54	0.92	春 ~ 夏	夏 (7月)
	13	ヘルパンギーナ	0.23	1.10	夏	夏 (7月)
	14	インフルエンザ様疾患	0.30	2.08	冬 (1月)	冬 (1月)
	15	川崎氏病	0.02	0.02	不 定	不 定
	16	咽頭結膜熱	0.02	0.13	夏 ~ 秋	夏 ~ 秋
眼科報告	18	流行性角結膜炎	8.78	2.30	夏 ~ 秋	夏 (8月)
	19	急性出血性結膜炎	26.41	0.72	秋	夏 ~ 秋
小児科・内科 計			9.67	15.51	春	冬
眼科報告 計			35.19	3.02	秋	夏

註： 17 咽頭結膜熱 (眼科報告) は沖縄県での患者発生は無かったので除外した。

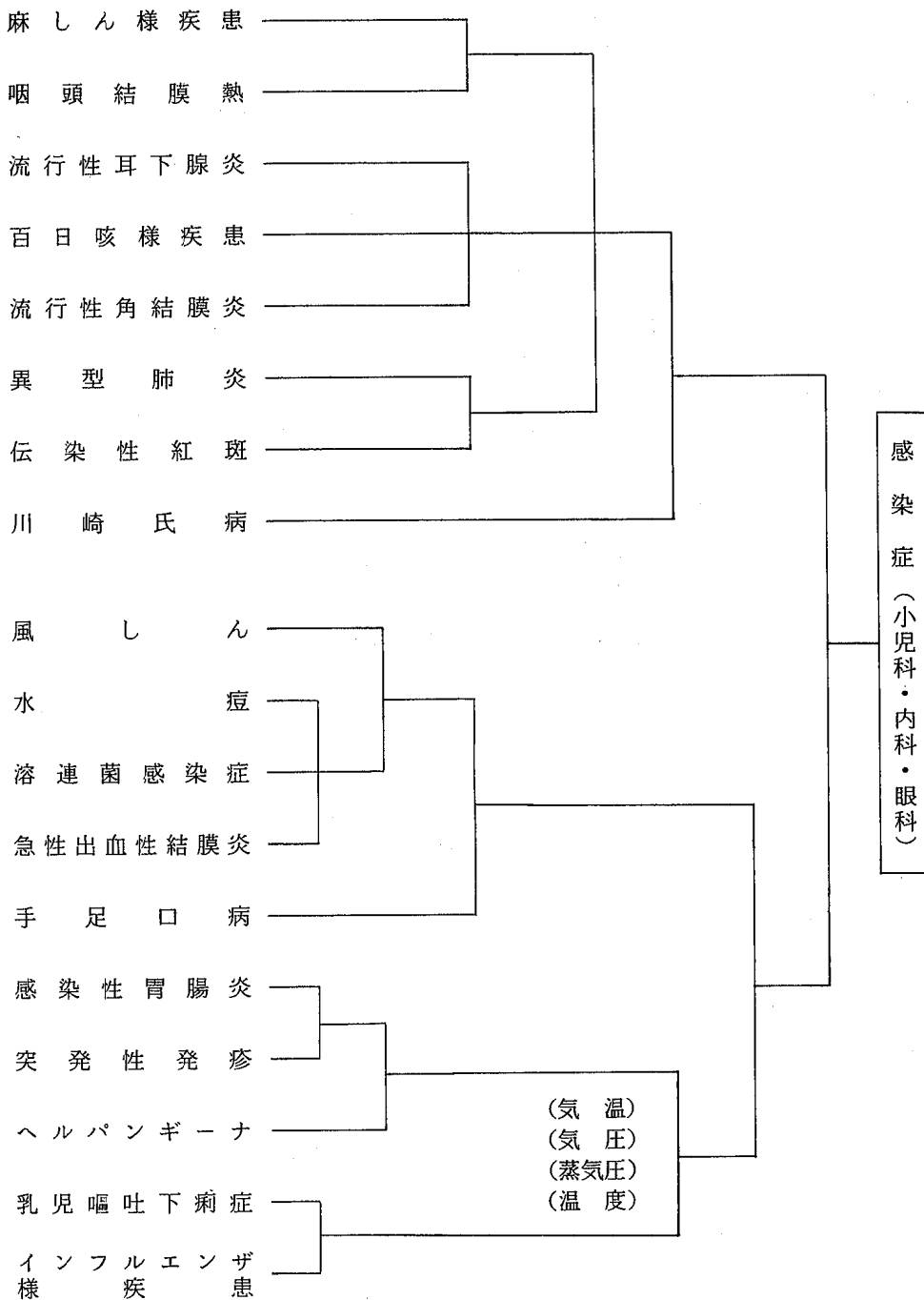


図2. 感染症と気象のクラスター分類 (S59-62).

国は冬季であり、流行季節に差が認められた。対象疾病中、本県は水痘が春季に最も多発し、全国はインフルエンザ様疾患、感染性胃腸炎等が冬季に多発していて、特に冬季における疾病の発生状況に大きな違いがあった。このことは気候の違いによるものであり、「本県には冬がない」亜熱帯性気候特有の現象だと推察される。

これら対象疾病に気象因子を組み込んで強引にクラスター分析により分類し、それらの間の関連性をみると、図2示すように、気温、気圧、蒸気圧、湿度が感染性胃腸炎、突発性発しん、ヘルパンギーナ、乳児嘔吐下痢症、インフルエンザ様疾患と関連性が強いことが判った。すなわち気象因子は冬型疾病と夏型疾病との関連性が強いことを意味し、気象の転回期に人間がその変化に順応できずに疾病に感染しやすいことを示唆している。

眼科報告をみると、急性出血性血膜炎、流行性角結膜炎共に本県の方が全国より多発していた。流行季節を眼科報告としてみると違いがあり、本県は秋、全国は夏季であった。この違いは、昭和60、61年の急性出血性血膜炎の発生差によるものであるが、本県の場合はコクサッキーA24型(CA24)変異株の我が国へのはじめての侵入例であることから、流行季節の違いを云々するのは時期尚早であり、引き続き観察が必要と思料される。

3. 気象因子との関連性

対象疾病と気象因子との関連性を、表3で示すように、相関係数と有意検定個数でみることにする。今、全体的傾向をみるため、有意水準0.01%以下の有意検定個数を比べると、気象因子と強い関連がある疾病は、水痘、溶連菌感染症、感染性胃腸炎、乳児嘔吐下痢症、突発性発しん、ヘルパンギーナ、インフルエンザ様疾患、咽頭結膜熱および流行性角結膜炎であり、逆に関連が弱かったのは麻疹様疾患、風しん、流行性耳下腺炎、百日せき様疾患、異型肺炎、伝染性紅斑、川崎氏病であった。このうち麻疹様疾患は全国では、気温等との関連が強く、本県とは異った発生状況にある。また、対象疾病と関連の強い気象因子は気圧、気温、蒸気圧、日照時間であり、逆に関連の弱いものは、風速、降雨量であった。

対象疾病と気象因子間の中で最も関連が強かつ

たのは、水痘と気温(平均 $r = -0.54$ 、最高=最低共に $r = -0.52$)、乳児嘔吐下痢症と気温(平均=最高 $r = -0.51$ 、最低 $r = -0.52$)等であった。その他各疾病と気象因子の関連性で興味深いものが多いが説明は省略する。

次に、重回帰分析に関し、逐次変数増減法により最良変数を3変数まで選定したものを、表4に示した。重相関係数値はかなり低い値であり、各疾病を気象因子で説明できるのは、最も大きい水痘でも約35%であるから、3割以下と低い割合である。表4で気象因子の寄与率が2割以上のものは、水痘、溶連菌感染症、感染性胃腸炎、乳児嘔吐下痢症、突発性発しん、ヘルパンギーナ等であった。逆に気象因子の寄与率が低い疾患は、流行性耳下腺炎、異型肺炎、伝染性紅斑、川崎氏病等であり、寄与率は5%以下であった。

第1最良変数に着目すると、各疾病とも興味深いのが特に、流行性耳下腺炎と気圧、百日せき様疾患と風速、異型肺炎と降雨量、突発性発しんと日照時間、流行性角結膜炎と雲量等の関連は、極めて興味深く示唆的である。

4. 定性的流行予測

疾病と気象因子との相関係数で有意差の認められたものに関して、流行曲線を年次別に分割して統計学的解析手法によらないで、詳細に比較観察を行った結果を、表5に示した。概して、水痘、溶連菌感染症、乳児嘔吐下痢症、手足口病、突発性発しん、ヘルパンギーナ、インフルエンザ様疾患等は流行予測が他の疾病に比較して良好であった。

(1) 麻疹様疾患

麻疹様疾患は、庄司らは気温との関連で予測を行っているが、本県では気温との関連は弱い。すなわち、庄司らは $0 \sim 18^{\circ}\text{C}$ が多発温度としているが、本県は各年次とも 18°C を超え 25°C 以上でも多発している。本県では、気圧との関連が最も強く、気圧が下降する春季から夏季にかけて多発する傾向があった。流行が大きくなると気圧の最低値である夏季に多発する傾向がある。

(2) 風しん

風しんは相対湿度との関連が最も強く、湿

表 3. 相関係数 (S59-62).

No. 疾患	気 象 因 子											検定個数	
	海面気圧平均 mb	気温平均 ℃	気温最高 ℃	気温最低 ℃	蒸気圧平均 mb	相対湿度平均 %	雲量平均	風速平均 m/s	風速10分最大 m/s	降水量 mm	日照時間 h	全 数	**** の 数
1 麻疹様疾患	-0.22**	0.11	0.11	0.11	0.15	0.13	-0.05*	-0.08	-0.09	0.08	0.16*	3	0
2 風 し ん	-0.10	-0.06	-0.06	-0.05	-0.00	0.22**	0.19**	-0.02	0.01	-0.00	0.04	2	0
3 水 痘	0.30**	0.54**	0.53**	0.53**	0.47**	0.16*	0.26**	-0.09	-0.08	-0.04	0.36**	8	7
4 流行性耳下腺炎	-0.07	0.03	0.04	0.03	0.01	-0.08	-0.07*	-0.08	-0.13	0.04	-0.02	0	0
5 百日せき様疾患	-0.18**	0.12	0.12	0.13	0.13	0.05	-0.03	-0.17	-0.25**	-0.09	0.10	3	0
6 溶連菌感染症	0.28**	0.41**	0.40**	0.41**	0.35**	0.07	0.16*	-0.04	-0.02	-0.04	0.22**	7	5
7 異型肺炎	-0.07	0.04	0.04	0.04	0.05	0.01	0.02	0.03	0.05	-0.06	0.03	0	0
8 感染性胃腸炎	0.29**	0.40**	0.39**	0.41**	0.31**	0.20**	0.12	-0.06	-0.06	-0.04	-0.12	6	6
9 乳児嘔吐下痢症	0.41**	0.51**	0.51**	0.52**	0.52**	0.44**	0.12	-0.07	-0.08	-0.09	0.27**	7	7
10 手足口病	-0.30**	0.38**	0.38**	0.38**	0.39**	0.22**	-0.14*	0.12	0.11	-0.01	0.27**	8	6
11 伝染性紅斑	-0.07	0.09	0.09	0.08	0.12	0.18**	0.11	0.11	0.15*	0.04	-0.08	2	0
12 突発性発しん	-0.36**	0.38**	0.38**	0.39**	0.42**	0.35**	-0.09	-0.07	-0.08	0.08	0.38**	7	7
13 ヘルパンギーナ	-0.39**	0.43**	0.42**	0.43**	0.44**	0.26**	-0.13	-0.06	-0.09	0.01	0.39**	7	7
14 インフルエンザ様疾患	0.20**	0.35**	0.33**	0.33**	0.28**	0.08	0.20**	0.04	0.08	-0.05	-0.18**	7	4
15 川崎氏病	-0.05	0.02	0.02	0.02	0.05	0.11	0.02	-0.05	-0.03	0.06	0.09	0	0
16 咽頭結膜熱	-0.27**	0.28**	0.28**	0.28**	0.30**	0.16*	-0.12	-0.02	-0.0	0.02	0.27**	7	6
18 流行性角結膜炎	-0.33**	0.38**	0.37**	0.37**	0.35**	0.13	-0.28**	-0.08	-0.11	-0.02	0.30**	7	7
19 急性出血性結膜炎	-0.07	0.23**	0.23**	0.23**	0.18**	-0.01	-0.21**	-0.11	-0.14*	0.03	0.12	6	0

検定	全 数	12	11	11	11	12	9	7	1	3	0	10
個数	**** の数	9	10	10	10	10	4	2	0	0	0	7

* P<0.05、 ** P<0.01、 *** P<0.001、 **** P<0.0001.

表 4. 最良 3 変数と重相関係数 (気象、S59-62).

No.	疾患 \ 最良変数	第 1	第 2	第 3	重相関係数
1	麻しん様疾患	気圧 ***	風速 *	気温 *	0.29 ***
2	風しん	湿度 ****	蒸気圧 ****	気圧 *	0.35 ****
3	水痘	湿度 ****	蒸気圧 *	気圧 *	0.59 ****
4	流行性耳下腺炎	気圧 **	湿度 *	風速 *	0.23 **
5	百日せき様疾患	風速 ****	気圧 ***	雲量	0.35 ****
6	溶連菌感染症	気温 *****	蒸気圧 ***	日照	0.46 ****
7	異型肺炎	降雨量	気圧	風速	0.13
8	感染性胃腸炎	気温 ****	日照 ***	雲量 *	0.46 ****
9	乳児嘔吐下痢症	湿度 **	気温 **	蒸気圧	0.55 ****
10	手足口病	蒸気圧 ****	風速 *	降雨量	0.42 ****
11	伝染性紅斑	湿度 *	風速 *	気圧	0.23
12	突発性発しん	日照 ****	雲量 ***	蒸気圧 **	0.50 ****
13	ヘルパンギーナ	日照 ****	蒸気圧 **	雲量 **	0.50 ****
14	インフルエンザ様疾患	気温 ****	蒸気圧 **	日照	0.38 ****
15	川崎氏病	湿度 **	日照 *	気温 *	0.22
16	咽頭結膜熱	蒸気圧 *	日照 *	気温 *	0.34 ****
18	流行性角結膜炎	雲量 **	気圧 *	気温	0.43 ****
19	急性出血性結膜炎	気温 ***	気圧 *	蒸気圧	0.32 ****

* P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001, **** P < 0.0001.

度が急上昇する春季に多発する傾向があった。

(3) 水痘 (図3-1、3-2)

水痘は気圧と同条件型、気温、蒸気圧、湿度と逆条件型の分布を示す。

水痘は、気温平均との関連が最も強く、20℃以下で多発していた。これは庄司らの結果5～20℃と同じであり、全国的な共通な指標として使用できるものと思われる。

水痘と蒸気圧との関係を見ると、18mb以下で多発していた。

また、日照時間との関係は、3時間以下で多発し、気圧とは1,020mb以上で、相対湿度とは70%以下の条件で多発していた。

(4) 流行性耳下腺炎

本疾患は気象因子との関連が弱い。流行曲線は多発すると3～4年にまたがって長期化する独特な曲線を描き、気象因子による流行予測は困難であり、長期的観察が必要である。

(5) 百日せき様疾患

本疾患は気圧、風速(平均、10分間最大)と有意な関連を示しているのは興味深い、風速と負の相関を示すのは矛盾している。そこで週を2週間ずらすと正の相関を示すことから、潜伏期の影響によるものと推測される。本研究は潜伏期間を考慮に入れてなく、従って風速、雲量等のように激しく変動する気象因子は、特に解析上の問題を抱えているものと思料される。本疾患と風速10分間最大との関係は、風速が大きく且つその変動が大きいところで多発傾向にあった。また、気圧が1気圧(1.013mb)以下で多発していることから、百日せき様疾患は気圧の低下と風速及び風向きの激しい変化が流行予測のポイントであろう。

(6) 溶連菌感染症 (図3-3)

本疾患は気温との関連が最も強く、これも水痘と同じく20℃以下で多発していた。

蒸気圧も、水痘と同じく18mb以下で多発し、気圧は1気圧以上、日照時間は3時間以下で多発していた。

(7) 異型肺炎

本疾患は、気象因子との関連の弱い疾患で

ある。すなわち昭和59、61年は冬季に多発し全体的傾向として小峰、昭和60、62年は夏季に多く大峰を描き、年毎のパターンが不定のため、統計上気象因子との相関係数が小値となったのであろう。本疾患の病原微生物(あるいはそれに起因して罹患した疾病)が夏季や冬季で異種のものとするれば、同じ気象条件であっても異った流行曲線を描くことになり、厳密な流行予測を行うためには、病原微生物の種類を情報化する必要がある。そう云った意味で病原微生物情報や免疫保有情報と患者情報のリンク等有機的、総合的システム化が急がれる。

(8) 感染性胃腸炎 (図3-4)

本疾患は気温最低との関連が最も強く、16℃以下で多発していた。また、蒸気圧は18mb以下、気圧は1,118mb以上、相対湿度は70%以下で多発していた。特に8～10月に小峰があるが、これは夏季におけるクーラー使用等、実際の生活環境下での気象の変化によるものかも知れない。

(9) 乳児嘔吐下痢症 (図3-5、3-6)

本疾患は蒸気圧、気温最低との関連が最も強く、各々18mb以下、15℃以下の感染性胃腸炎とはほぼ同じ気象条件で多発していた。その他相対湿度は65%以下、気圧は1,018mb以上、日照時間は3時間以下で多発していた。庄司らは、本疾患を気温平均によって10℃以下で多発傾向にあると予測しているが、これは全国共通でなく、地域地域で予測可能だとしている。

(10) 手足口病 (図3-7、3-8)

手足口病は湿度と同条件型の分布を示す。

本疾患は蒸気圧との関連が最も強く、23mb以上で多発している。また、気温平均は15℃以上、気圧は1,015mb以下、日照時間は7時間以上、相対湿度80%以上、雲量5以下の気象条件で多発していた。庄司らは気温15℃以上で多発し、桜前線型としているが、本県の場合も同じ気象条件であるから、全国共通の気象条件と考えられる。

表 5. 気象因子による流行予測 (S59-62).

疾患名	関 連 性										多発傾向					
	気象因子		相 関 係 数	昭和59年				昭和60年		昭和61年		昭和62年		総合観察		
	番 号	因 子 名		符 号	検 定	曲 線 全 体	ピ ーク 部	曲 線 全 体	ピ ーク 部	曲 線 全 体		ピ ーク 部	曲 線 全 体	ピ ーク 部	分 布 型	評 価
麻疹様疾患	1-1	気 圧	(-)	**	□	合	△	左	△	左	△	左	逆対応	△	下降～最低期	
	1-2	蒸 気 圧	(+)	*	□	合	△	左	△	左	△	左	同対応	△	最低～上昇期	
	1-3	日 照 時 間	(+)	*	□	合	△	左	△	左	△	左	"	△	上昇期	
風 し ん	2-1	湿 度	(+)	**	△	左	△	合	・		△	合	"	△	急上昇期	
	2-2	雲 量	(+)	**	△	合	△	合	・		△	合	"	△	最高期	
水 痘	3-1	気 圧	(+)	****	□	右	□	右	□	右	□	右	同条件	□	1,020mb以上の下降期	
	3-2	気 温 平 均	(-)	****	□	右	□	右	○	合	□	右	逆条件	○	20℃以下で変動大期	
	3-3	蒸 気 圧	(-)	****	□	右	□	右	○	合	□	右	"	○	18mb以下で変動大期	
	3-4	湿 度	(-)	*	□	右	□	右	□	右	□	右	"	□	70%以下	
	3-5	雲 量	(+)	****	□	合	△	合	△	合	△	合	同対応	△	6.5以上	
	3-6	日 照 時 間	(-)	****	□	右	□	右	○	右	□	右	逆対応	○	3時間以下で変動大期	
百日咳様疾患	5-1	気 圧	(-)	**	△		?		□	左	・		逆対応	?	1気圧以下	
	5-2	風 速 平 均	(-)	*	?		?		?		・		逆対応	?		
	5-3	風速10分最大	(-)	***	?		?		?		・		逆対応	?		
溶連菌感染症	6-1	気 圧	(+)	****	□	合	□	左	□	右	□	合	同対応	□	1気圧以上	
	6-2	気 温 平 均	(-)	****	□	合	△	左	□	右	□	合	逆対応	□	20℃以下	
	6-3	蒸 気 圧	(-)	****	□	合	□	合	△	右	□	合	"	□	18mb以下	
	6-4	雲 量	(+)	*	△	合	△	左	△	合	△	左	同対応	△	9以上で変動大期	
	6-5	日 照 時 間	(-)	***	□	合	△	左	△	右	△	合	逆対応	□	3時間以下	
感染性胃腸炎	8-1	気 圧	(+)	****	△	合	△	右	△	合	△	合	同対応	△	1,118mb以上	
	8-2	気 温 最 低	(-)	****	△	左	△	右	□	合	△	合	逆対応	△	16℃以下	
	8-3	蒸 気 圧	(-)	****	△	左	△	右	□	合	△	合	"	△	18mb以下	
	8-4	湿 度	(-)	***	△	左	△	右	□	合	△	合	"	△	70%以下	
乳児嘔吐下痢症	9-1	気 圧	(+)	****	□	合	□	合	△	右	△	合	同対応	□	1,018mb以上	
	9-2	気 温 最 低	(-)	****	□	左	□	合	△	合	□	合	逆対応	□	15℃以下	
	9-3	蒸 気 圧	(-)	****	□	左	□	合	△	合	□	合	"	□	18mb以下	
	9-4	湿 度	(-)	****	□	左	□	合	△	合	□	合	"	□	65%以下	
	9-5	日 照 時 間	(-)	****	□	合	□	合	△	合	□	合	"	□	3時間以下	
手 足 口 病	10-1	気 圧	(-)	****	△	右	○	合	・		○	合	"	○	1,015mb以下	
	10-2	気 温 平 均	(+)	****	△	右	○	合	・		□	左	同対応	□	15℃以上	
	10-3	蒸 気 圧	(+)	****	△	右	○	合	・		□	左	"	□	23mb以上	
	10-4	湿 度	(+)	****	△	右	□	右	・		□	右	同条件	□	80%以上	
	10-5	雲 量	(-)	****	□	合	△	左	・		□	合	逆対応	□	5以下	
	10-6	日 照 時 間	(+)	****	△	右	□	合	・		□	左	同対応	□	7時間以上	

表 5. (続き).

疾患名	関 連 性											多発傾向			
	気象因子		相 関 係 数		昭和59年	昭和60年	昭和61年	昭和62年	総合観察		評 価				
	番 号	因 子 名	符 号	検 定 * P<0.05 ** P<0.01 *** P<0.001 **** P<0.0001	曲線 全体	ピーク 部	曲線 全体	ピーク 部	曲線 全体	ピーク 部			曲線 全体	ピーク 部	分 布 型
伝染性紅斑	11-1	湿度	(+)	**	•	合	•	•	•	□	合	同対応	?		
	11-2	風速10分最大	(+)	*	•	合	•	•	•	□	?	"	?		
突発性発しん	12-1	気圧	(-)	****	□	合	□	合	△	左	△	合	逆対応	□	単回帰予測
	12-2	気温最低	(+)	****	□	合	□	合	△	左	△	左	同対応	□	"
	12-3	蒸気圧	(+)	****	□	合	□	左	△	左	△	合	"	□	"
	12-4	湿度	(+)	****	□	合	□	合	□	合	□	合	"	□	"
	12-5	日照時間	(+)	****	□	合	□	合	□	左	□	合	"	□	"
ヘルパンギーナ	13-1	気圧	(-)	****	□	合	□	合	△	合	•		逆対応	□	1気圧以下
	13-2	気温平均	(+)	****	□	合	□	合	△	合	•		同対応	□	23℃以上
	13-3	蒸気圧	(+)	****	□	合	□	合	△	合	•		"	□	25mb以上
	13-4	湿度	(+)	****	□	合	△	合	△	合	•		"	△	75%以上
	13-5	日照時間	(+)	****	□	合	△	合	△	合	•		"	△	8時間以上
インフルエンザ 様疾患	14-1	気圧	(+)	**	□	合	□	合	•		□		"	□	1,020mb以上で変動大
	14-2	気温平均	(-)	****	□	合	□	右	•		□		逆対応	□	15℃以下
	14-3	蒸気圧	(-)	****	□	合	△	左	•		□		"	□	12mb以下
	14-4	雲量	(+)	**	□	合	□	合	•		?		同対応	△	8以上
	14-5	日照時間	(-)	**	□	合	△	左	•		△		逆対応	△	7時間以上
咽頭結膜熱	15-1	気圧	(-)	****	△	合	•		△	合	•		"	?	1気圧以下
	15-2	気温平均	(+)	****	□	合	•		△	合	•		同対応	?	26℃以上
	15-3	蒸気圧	(+)	****	□	合	•		△	合	•		"	?	25mb以上
	15-4	湿度	(+)	*	△	合	•		?		•		"	?	
	15-5	日照時間	(+)	****	□	合	•		□	合	•		"	?	8時間以上
流行性角結膜炎	18-1	気圧	(-)	****	△	右	△	右	□	合	•		逆対応	△	1気圧以下
	18-2	気温平均	(+)	****	△	右	□	合	□	合	•		同対応	△	25℃以上
	18-3	蒸気圧	(+)	****	△	右	□	合	□	合	•		"	△	20mb以上
	18-4	雲量	(-)	****	□	合	□	合	□	合	•		逆対応	□	5以下
	18-5	日照時間	(+)	****	△	右	△	右	□	合	•		同対応	△	8時間以上
急性出血性血膜炎	19-1	気温平均	(+)	***	•		△		△		•		"	?	27℃以上
	19-2	蒸気圧	(+)	***	•		△		△		•		"	?	30mb以上
	19-3	雲量	(-)	**	•		△		△		•		逆対応	?	4以下
	19-4	風速10分最大	(-)	*	•		?		?		•		"	?	高値で変動大期

図3. 疾病と気象の分布図(S59-62).

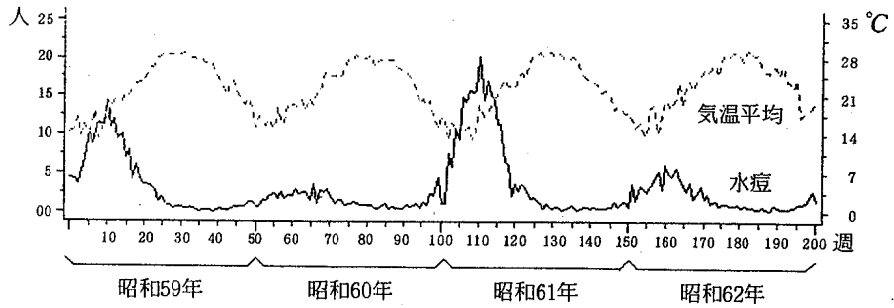


図3-1. 水痘と気温平均.

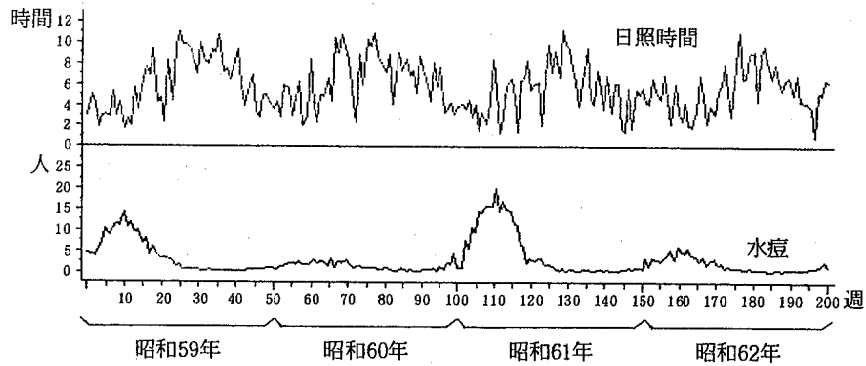


図3-2. 水痘と日照時間.

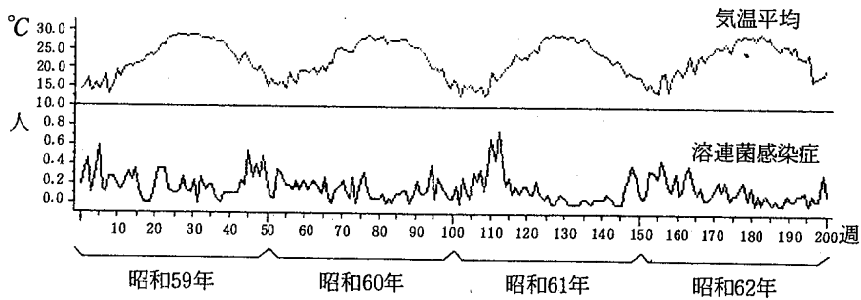


図3-3. 溶連菌感染症と気温平均.

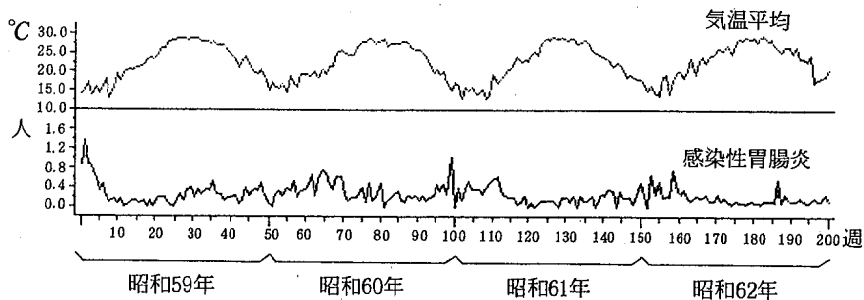


図3-4. 感染性胃腸炎と気温平均.

图3. (続き).

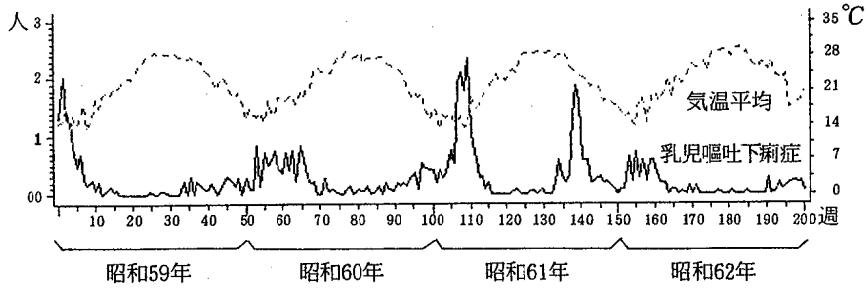


图3-5. 乳児嘔吐下痢症と气温平均.

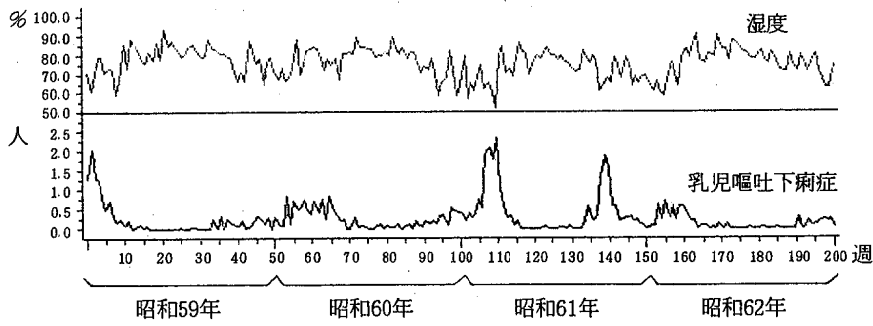


图3-6. 乳児嘔吐下痢症と湿度.

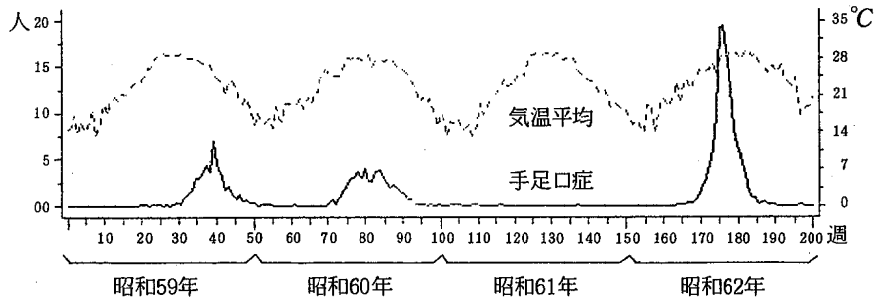


图3-7. 手足口病と气温平均.

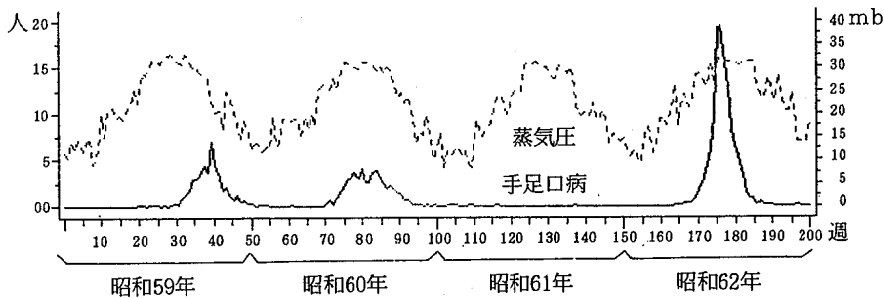


图3-8. 手足口病と蒸気圧.

図3. (続き).

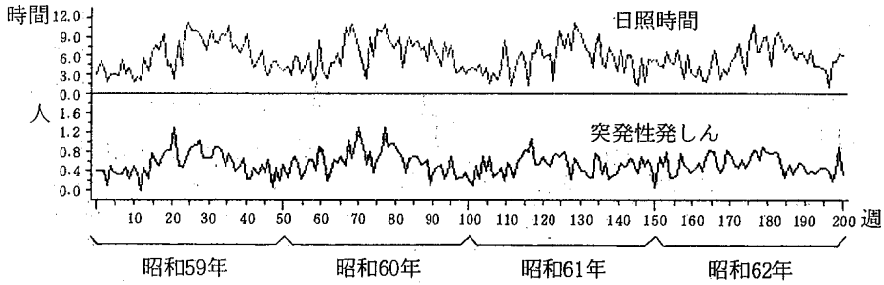


図3-9. 突発性発しんと日照時間.

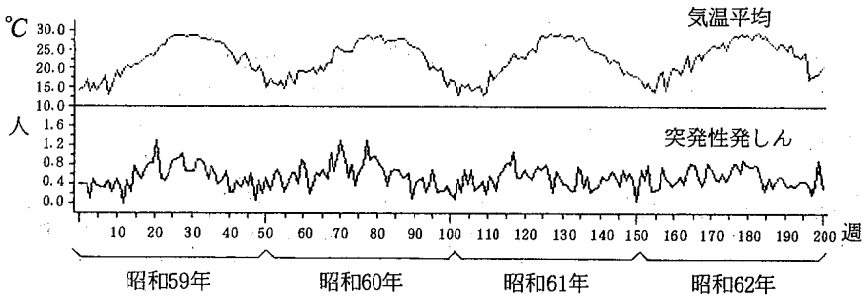


図3-10. 突発性発しんと気温平均.

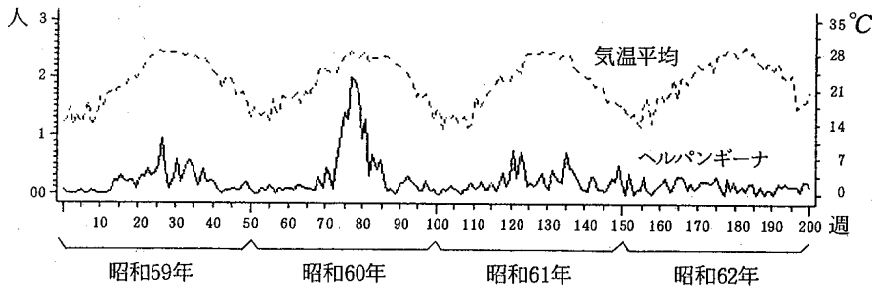


図3-11. ヘルパンギーナと気温平均.

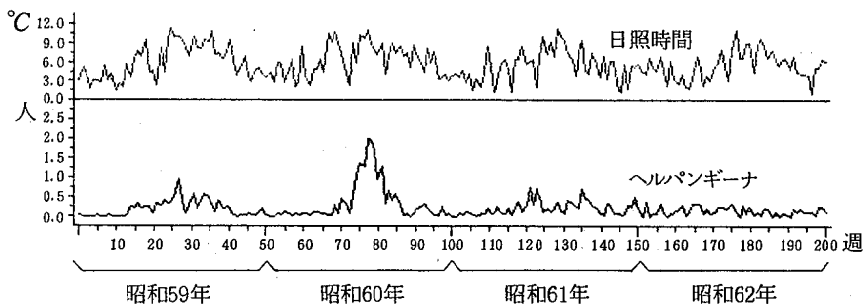


図3-12. ヘルパンギーナと日照時間.

図3. (続き).

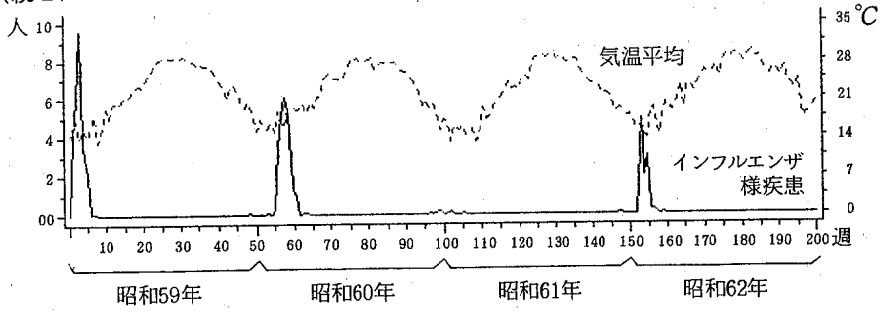


図3-13. インフルエンザ様疾患と気温平均.

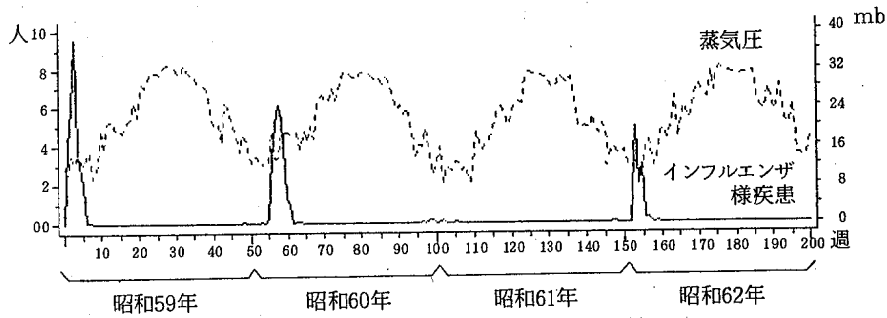


図3-14. インフルエンザ様疾患と蒸気圧.

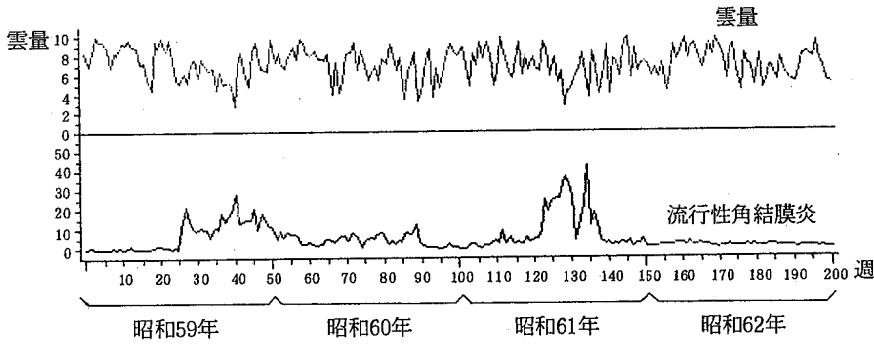


図3-15. 流行性角結膜炎と雲量.

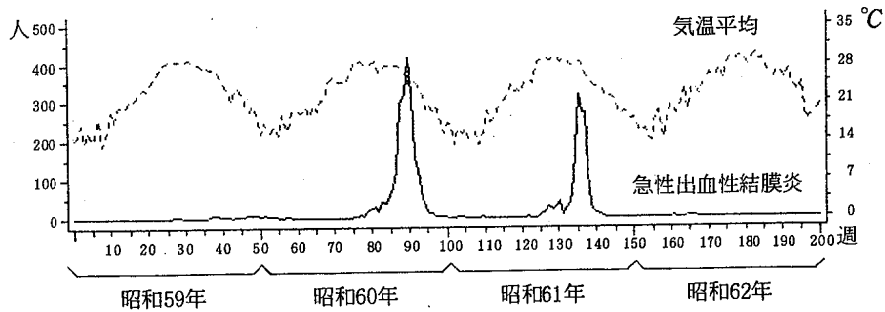


図3-16. 急性出血性結膜炎と気温平均.

(11) 伝染性紅斑

本疾患は相対湿度との関連が最も強いが、昭和62年のみ多発して、残りの年次は散発的発生であった。

(12) 突発性発しん (図3-9、3-10)

本疾患は蒸気圧との関連が最も強く、次いで気温最低、日照時間、気圧、相対湿度等との関連が強かった。本疾患は気象因子との対応が良く、流行曲線は気象曲線と同じように相変動するため、気象条件が設定できず、気象因子の単回帰式により予測可能である。昭和63年、大阪大学微生物病研究所の山西らによって本症の病因がヒトヘルペスウィルス6型(HHU-6)であることが明らかにされた。本症は母子間の垂直感染を疑われているが、本研究は本症の発生が蒸気圧、気温、日照時間と強い関連があることを示しており、特に日照時間との関連は表皮との直接作用上、興味深い現象である。

(13) ヘルパンギーナ (図3-11、3-12)

本疾患は蒸気圧との関連が最も強く、25mb以上で多発傾向にあった。また、気温平均は23°C以上、気圧は1気圧以下、日照時間は8時間以上、相対湿度が75%以上で多発傾向にあった。全国では、ヘルパンギーナは手足口病と同様15%以上で多発するが、本県も同じく15°C以上の条件を満し、その上に23°C以上で多発傾向にあることを示している。

(14) インフルエンザ様疾患 (図3-13、3-14)

本疾患は気温平均との関連が最も強く15°C以下で多発していた。また蒸気圧は12mb以下、気圧は1,020mb以上で多発傾向にあった。庄司らは宮城県では気温5°C以下で発生し、0°C以下で大きくなるものの全国共通でなく地域によってその条件は異なるとしている。また気温より関連が良いとされる蒸気圧に関しても宮城県では6mb以下で多発傾向にあるとしている。従って、インフルエンザ様疾患の気温平均、蒸気圧の多発条件は本県と宮城県では、大きく異っている。

(15) 川崎氏病 (MCLS)

本疾患は時系列的に不規則変動し、気象因

子のいずれとも有意な関連は認められなかった。

(16) 咽頭結膜熱 (小児科・内科報告)

本疾患は蒸気圧との関連が最も強く25mb以上で多発し、気温平均は26°C以上で、気圧は1気圧以下で、日照時間は8時間以上で多発していたが、昭和60年と62年は散発的発生のため、全体的評価はできない。引き続き長期的観察が必要である。

(17) 流行性角結膜炎 (図3-15)

本疾患は平均気温との関連が最も強く、25°C以上で多発していた。また、蒸気圧は20mb以上、気圧は1気圧以下、日照時間は8時間以上、雲量は5以下の気象条件の際多発傾向にあった。

(18) 急性出血性血膜炎 (図3-16)

本疾患は気温平均との関連が最も強く、27°C以上で多発し、蒸気圧は30mb以上、雲量は4以下で、風速10分最大は速度大で且つその変動が大きい際に多発する傾向があった。急性出血性血膜炎は流行性角結膜炎より気象因子との関連が弱い傾向にあった。両者の違いは急性出血性結膜炎は風速と、流行性角結膜炎は気圧、日照時間と関連づけられることにあり、極めて興味深い現象である。

5. 定量的流行予測

各疾病が気象因子の線形結合になるものとモデル化して、重回帰予測分析を行った。モデル式の評価等は次回の研究課題として、ここでは前述したように、他の疾病からの寄与率より低い気象因子による流行予測が、誤差率の平均、最大値、最小値などによって、どのような推定結果が得られたかをみている。それらの値を表6に示した。予測値の平均値と実測値の平均値は全く同じ値であるが、誤差率の平均値は急性出血性血膜炎の約50%を除けば5%内にあり、かなり良い推定値となっている。誤差率の最小値をみると20%以上のものが3疾患(急性出血性血膜炎、風しん、手足口病)あり、残りは4%内であった。一方、誤差率の最大値は、20%以上が8疾患(急性出血性血膜炎、手足口病、風しん、流行性角結膜炎、流行性耳下腺炎、麻疹様疾患、水痘、ヘルパンギーナ)あり、残りは11%内であった。特

表 6. 気象因子による流行予測 (重回帰分析 S 59-62).

No.	疾患\最良変数	実測値	予測値	誤差率 (%)		
		平均	平均	平均	最大	最小
1	麻疹様疾患	0.84	0.84	-1.4	0.7	-28.0
2	風しん	1.01	1.01	-4.7	28.9	-69.6
3	水痘	2.99	2.99	-1.1	3.5	-26.4
4	流行性耳下腺炎	1.73	1.73	-2.8	3.1	-40.8
5	百日せき様疾患	0.15	0.15	-0.4	0.8	-5.1
6	溶連菌感染症	0.15	0.15	-0.3	0.8	-4.5
7	異型肺炎	0.07	0.07	-0.02	0.8	-1.4
8	感染性胃腸炎	0.25	0.25	-0.4	0.7	-8.5
9	乳児嘔吐下痢症	0.26	0.26	-0.6	1.6	-6.8
10	手足口病	1.06	1.06	-4.9	20.7	-79.6
11	伝染性紅斑	0.05	0.05	0.3	1.5	-1.2
12	突発性発しん	0.54	0.54	0.3	0.5	-10.9
13	ヘルパンギーナ	0.22	0.22	-0.6	1.8	-7.9
14	インフルエンザ様疾患	0.30	0.30	-4.2	0.9	-24.8
15	川崎氏病	0.02	0.02	0.7	1.0	0.2
16	咽頭結膜熱	0.02	0.02	0.4	1.0	-0.5
18	流行性角結膜炎	8.71	8.71	-3.5	1.7	-55.2
19	急性出血性血膜炎	26.41	26.41	-45.6	114.7	-775.9

* P<0.05、** P<0.01、*** P<0.001、**** P<0.0001.

に、急性出血性結膜炎、手足口病、風しん等は定量的流行予測の困難な疾病である。急性出血性血膜炎は昭和60年10月の1ヶ月間で約6,000人の患者発生があり、誤差率の最大値が約800%に及んでいるのもそのことに起因したものと考えられる。正規分布でない疾病型分布を気象等自然環境的正規分布で定量的に表現することは、流行規模且つ流行速度が大きい疾病ほど困難であることが推察される。

以上から各疾病に対する気象因子の寄与は低かったにも拘わらず、定量的重回帰予測を試みると、流行規模や流行速度がそれほど大きくなければ、各疾病の流行予測は、かなり良い予測値となり、逆にそれらの条件が充分大きければ疾病の予測は難しいものとなる。従って異常に大きい流行などを数多く観察して対策を取る必要があり、そのためには長期的観察すなわち長期的データの蓄積が必要である。過去4年間分のデータからでは、これらの疾病の流行予測は難しいことが推察される。

IV ま と め

昭和59～62年の感染症サーベイランス週情報と気象情報との関連性について解析したところ次の結果を得た。

1. 18対象疾病中、突発性発しんのみが正規分布であり、標準化の指標として最もよい疾病と史料される。
2. 本県は、全国に比較して冬季の疾病が極端に少ないが、そのことは本県が我が国唯一の亜熱帯性気候に属し、相対的に冬季が短いことに起因した現象と推察される。
3. 対象疾病と関連の強い気象因子は、気圧、気温、蒸気圧、日照時間であり、逆に関連が弱かったのは、風速、降雨量であった。
4. 対象疾病と気象因子との中で最も相関が認められたのは、水痘と気温 ($r = -0.54$) であった。
5. 対象疾病に対する気象因子の寄与は、全て40%

未満であり低い値であった。気象因子の寄与率が20%以上の疾病は、水痘、溶連菌感染症、感染性胃腸炎、乳児嘔吐下痢症であり、5%以下は流行性耳下腺炎、胃型肺炎、伝染性紅斑、川崎氏病であった。

6. 疾病と気象因子の流行曲線間の定性的比較を行うと、水痘、溶連菌感染症、乳児嘔吐下痢症、手足口病、突発性発しん、ヘルパンギーナ、インフルエンザ様疾患等は、気象条件を定めることにより流行予測が可能である。
7. 各疾病を気象因子を変数として重回帰分析により定量的流行予測を行うと、誤差率の平均値は、急性出血性血膜炎を除いて5%以下であり、かなり良い流行予測結果が得られた。
8. 流行規模、流行速度の大きい急性出血性血膜炎、手足口病、風しん等は誤差率の変動が大きく、流行予測から大きく外れているが、過去4年間のデータからはこれらの疾病の流行予測は難しく、長期的観察が必要と史料される。

V 参考文献

- 1) 本成 充, “沖縄県における感染症サーベイランス患者情報の統計的解析 (II) —昭和59～62年の過去4年間の動向—”. 第20回沖縄県公衆衛生学会発表, No.34, (1988. 11. 24)
- 2) 庄司 真他, “気象と感染症流行の相関に関する研究 (1報～5報) 仙台市衛生試験報, (1982～1988)
- 3) 北山秋雄他, “感染症サーベイランスにおける患者発生予測に関する統計的解析”. 千葉衛生研究所報告, 10号, 30—34, (1986)
- 4) Stephens M. A., “Use of the Kolomogorov-Smirnov, Cramer-von Miges and Related Statistics without Extensive tables”. Journal of the Royal Statistical Society, Ser B, 32, No.1, 115 — 22 (1970)
- 5) 奥野忠一他, “多変量解析法”. 日科技連, (1983)