

## 御前崎の地殻上下変動への気象要素の影響

岸尾政弘\*・小出 浩\*\*・高橋道夫\*\*\*

Meteorological Effects on the Crustal Level Change at Omaezaki

Masahiro KISHIO, Hiroshi KOIDE and Michio TAKAHASHI

(Received March 23, 1994; Accepted September 5, 1994)

Crustal level survey of Omaezaki referred to Kakegawa has been conducted by the Geographical Survey Institute. Possible meteorological effects on the crustal level change is investigated. It is found that the air temperature, relative humidity, and global solar radiation are closely correlated with the seasonal component of the crustal level change. No meteorological effect is found, however, to correlate with irregular component.

It is also demonstrated that the Bayesian seasonal adjustment program 'BAYSEA' based on the Akaike's Information Criterion (AIC) is effective in the decomposition of the level change into trend, seasonal, and irregular components.

### § 1. はじめに

プレート境界で発生する巨大地震は、定性的には、海側プレートの沈み込みに伴い、年々数mmずつ沈降していく陸側プレートの先端部が跳ね返るとき発生すると考えられている。跳ね返る直前の数年間は、沈降が鈍化し隆起に転じるとも言われているが、断定はできない。

建設省国土地理院は、日本列島の広域地殻変動を把握するため全国的に三辺測量や水準測量などを行なっているが、東海地震が懸念される東海地域においても様々な路線においてこれを実施し、その成果を地震予知連絡会などで報告している。なかでも「水準点2595(浜岡町)の経年変化」として公表されている「掛川～御前崎間における水準測量」は、掛川を不動点としたときの御前崎側の上下変動を測定したものであるが、東海地震の発生源とされるフィリピン海プレートのユーラシアプレートの下への沈み込みを反映したものであり、東海地震の中・長期的予知の資料として注目されている。

この資料によると、御前崎付近は年周変化を繰り返しながら一年に4～5mmの割合で沈降する傾向にあったが、最近(1993年2月15日)開催された第103回地震予知連絡会で国土地理院は、「これまで続いてきた御前崎の沈

降速度がやや鈍ったか、または反転してきた可能性がある」と指摘し、その原因として「1992年は降水量が少なかったからではないか」と報告した。しかしながら同年の総降水量は、静岡では2234.5mm(平年値2326.9mm)、浜松では1926.0mm(同1884.0mm)と「平年並」<sup>\*</sup>、御前崎では2287.0mm(同2053.8mm)と、むしろ「やや多い」ほどであり、平年値と比較する限りでは、鈍化の原因を単純に少降水量に求めるわけにはいかないと考えられる。

高々100mスパンの横坑、あるいは縦坑内における連続的な地殻変動観測への気象要素の影響は詳しく調べられた例はあるが(例えば、二瓶ほか(1987))、水準測量のような間欠的で長スパンの測量に対する雨量などの気象要素の影響は、必ずしも十分に調べられているとは言えない。水準測量の成果に気象要素の影響がどの程度含まれているかを評価することは、東海地震の中・長期的予知の資料という点からも重要なので、そのための基礎的な調査を行った。

なお、井内ら(1987)は水管傾斜計の観測データとの比較などから、「水準測量結果に現れる季節変化は水準測量を“日中”に行っているために生じた現象である」と結論している。

\* 静岡地方気象台, Shizuoka Local Meteorological Observatory

\*\* 御前崎測候所, Omaezaki Weather Station

\*\*\* 気象大学校, Meteorological College

※ 気象庁では、気象要素の観測値を平年値と比較して、解説用階級区分を、「かなり低(少)い」、「やや低(少)い」、「平年並」、「やや高(多)い」、「かなり高(多)い」の5段階にわけている。

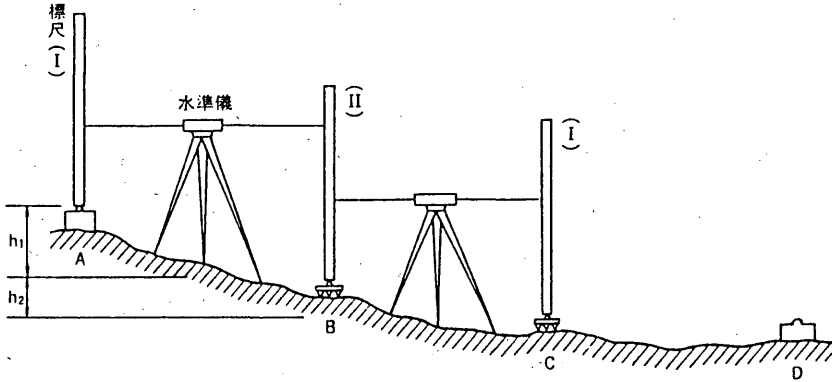


Fig. 1 Crustal level survey procedure (Labor Union of the Ministry of Construction, 1986).

基準：140-1 基準年：1962

●：網平均計算値による。

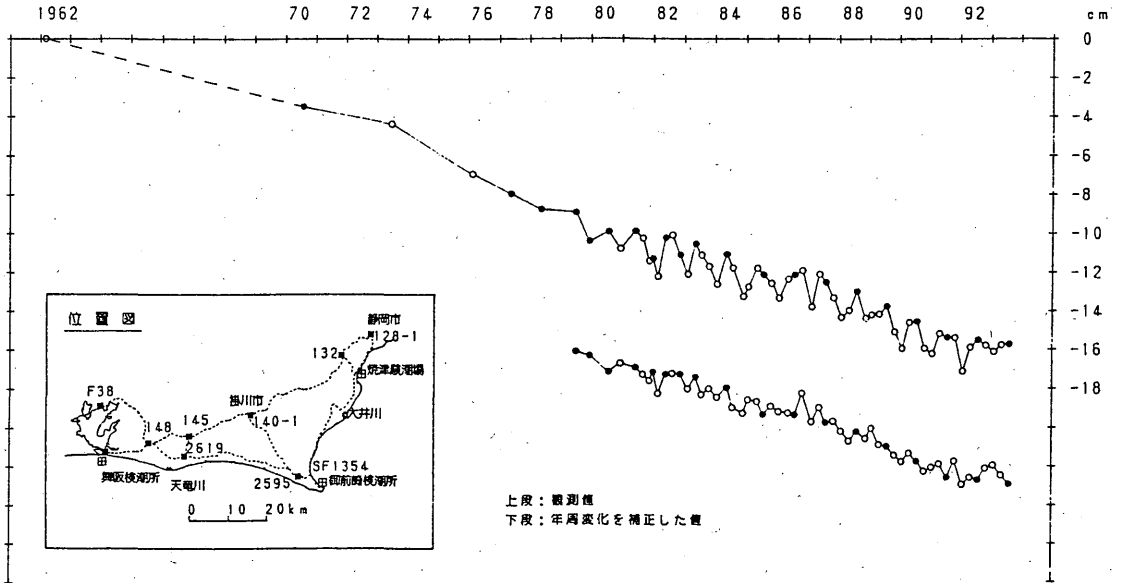


Fig. 2 Secular level changes of bench mark 2595 at Hamaoka near Omaezaki (Geographical Survey Institute, 1993).

§ 2. 水準測量の方法と結果

全建設省労働組合地理支部 (1986) によると、一般に水準測量は水準儀を用い、以下に示すような方法で行われる (Fig. 1)。そして、観測時の読み誤りやトラブルを避けるために往復し、往路と復路で基準以上の差があ

ればその区間を再測量することになっている。

- 1) 標尺とは水準測量で使用するものさしのことで、長さは3mある。また、標尺台は標尺を保持するために使用するもので、精度を維持するためには欠かせない。
- 2) 水準儀と両側標尺は最大50m以内で等距離とする。
- 3) 直射日光が水準儀にあたると、水準儀を水平に保つ

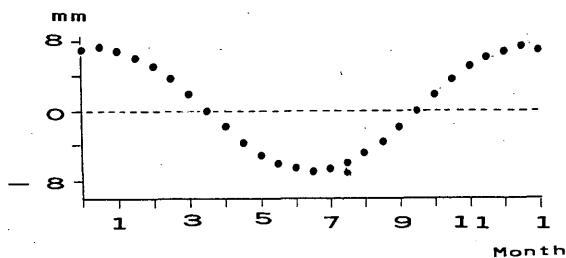


Fig. 3 Annual level changes of Omaezaki assumed by the Geographical Survey Institute in revising seasonal changes.

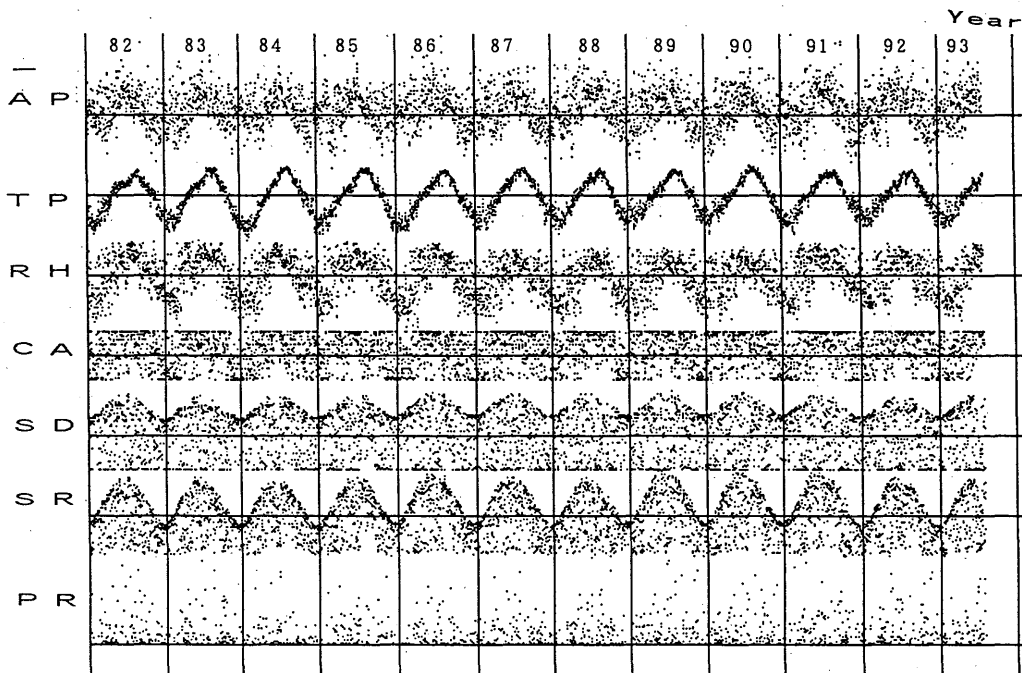


Fig. 4 Daily mean observation values of meteorological elements at Omaezaki from January 1982 to August 1993. AP : atmospheric pressure, TP : temperature, RH : relative humidity, CA : cloud amount, SD : sunshine duration, SR : global solar radiation, PR : precipitation. An arbitrary scale is used to show only seasonal change, and the scale for the atmospheric pressure (AP) is turned upside down.

ために必要な気泡管が狂ってしまうので、測量には一般に傘を使う。

4) 1 観測点ごとの観測は、

①水準点AにI標尺を鉛直に立て、Bの標尺台にII標尺を、A、Bの中央に水準儀を設置して目盛りを観測する。

②目盛りの観測が終ると、水準儀を次の地点に移動させる。I標尺もII標尺-水準儀間の距離と等しくなるような点に移動する。II標尺は動かず、標尺台に

のせのまま水準儀の方向に向きをかえる。

③I、IIの標尺が鉛直に立てられたことを確認して、前と同様の観測を行う。

5) これらの操作を水準点Dにたどり着くまで行う。水準点Dに立てる標尺は必ずAに立てられたのと同じ標尺Iが立つようにする。

このようにして測量を行い、1962年を基準として掛川に対する御前崎側の変化の様子を表したのが、Fig. 2の「水準点2595(浜岡町)の経年変化」である(国土地

理院 (1993))。

Fig. 2の測量は、1970年代はじめには3年に1回の割合で、東海地震説が発表された1976年以降は1～2回、さらに1982年以降は、年4回行われている。ところで、1982年以降の測量は通常、1月、4月、7月、10月に行われている(そこで、以下ではそれぞれの月に行われた測量を、「1月期の測量」あるいは「測量月」などと言うことにする)が、1回の測量に要する期日は、普通の場合には2日～15日、網平均計算\*を行う年1回の測量時には18日から53日を要している。そして、例えば4月23日から30日にかけて行った測量の「測量月」は4.5月とするなど、国土地理院は「測量月」を0.5月単位で規定し、「測量月」ごとにFig. 3に示すような正弦波形をした補正値を定め、年周変化の補正を行っている。Fig. 2の上段は「測量月」における測量値そのものを、また、下段は測量値と重ならないよう下方にシフトして、年周変化を補正した値を示している。

§ 3. 気象要素に関する資料

気象要素の影響を調べるために用いた資料は、1982年以降に御前崎測候所で観測された気圧 (Fig. 4等ではAPと略記)、気温 (TP)、湿度 (RH)、雲量 (CA) の各日平均値及び日毎の日照時間 (SD)、日射量 (SR)、降水量 (PR)である。その他、水準測量期間における御前崎 (検潮所) の日平均潮位 (TD) も使用した。なお、風向、風速は今回の調査からは除外した。

なお、よく知られているように、地下水の汲み上げに伴う地盤沈下が起きており、地下水位の変動が水準に何らかの影響を与えることは間違いない。しかし、適当なデータが入手できなかったため、地下水位は今回の調査から除いた。

§ 4. 結果と考察

(1) 気象要素の年周変化

Fig. 4は1982年1月から1993年8月までの御前崎における各気象要素の観測結果の日平均値を示したものである。各項目ごとに引かれている横軸は平均的な値及び基準線を示し、また、縦軸は数値が大きい方を上と定め、それぞれが一定の幅内に収まるように縦軸のスケールを設定して、日平均値等をプロットしている。ただし、気圧のみ下の方の数値を大きくして表示した。

\* 広域の閉じた路線 (例えばFig. 2の挿入図の破線に沿う路線) を一周するように水準測量を行った時、最小自乗法によりもっとも確からしい成果を得るための計算。

気温のように一見して季節変動が認められるものもあるが、季節変動があいまいであったり、変動傾向を識別することが困難な要素もみられる。これらの中から短周期変動を除去し年周変化を抽出するために、デジタルフィルタ (例えばHamming (1980)) をかけた。

一般に入力を  $X_n$ 、出力を  $Y_n$  とするとき、

$$Y_n = \sum_{j=-\infty}^{\infty} C_j X_{n-j} + \sum_{j=-\infty}^{\infty} D_j Y_{n-j} \dots\dots\dots (1)$$

という演算をデジタルフィルタと呼ぶ。ただし、C、Dはフィルタの係数である。この時、Aをパラメータとして  $C_0 = 1 - A$ 、 $C_k = 0 (k \neq 0)$ 、 $D_1 = A$ 、 $D_k = 0 (k > 1)$  としたフィルタ

$$Y_n = (1 - A) X_n + A Y_{n-1} \dots\dots\dots (2)$$

は最も単純な低減フィルタのひとつであり、長周期の変動を抽出することができる。(2)の特性 (短周期変動の小さくなる様子、および位相遅れの様子) をつかむために入力  $X_n$  を有限の幅をもったパルスとランダムノイズの和とし、パラメータAをいろいろ (0.8～0.993) に変化させて出力  $Y_n$  の変化を見たものをFig. 5に示す。

Fig. 4に示した気象要素の長周期変動を見るために、(2)で  $A = 0.96$  としたフィルタをかけた。その結果をFig.

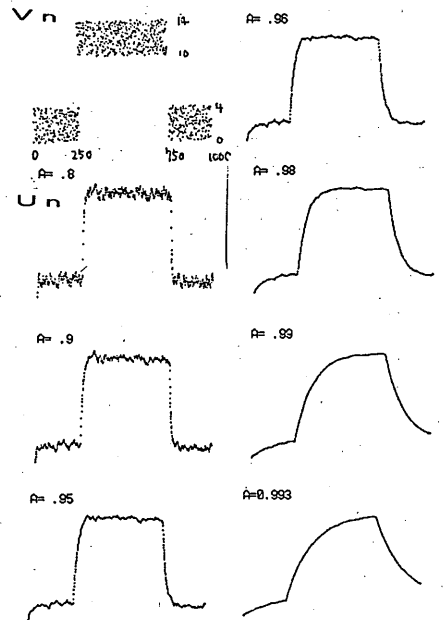


Fig. 5 Step response of the low-pass filter used. Input  $V_n$  is an impulse of finite duration with random noise. Changes are shown in the output,  $U_n$ , with parameter A (Kashiwabara, personal communication).

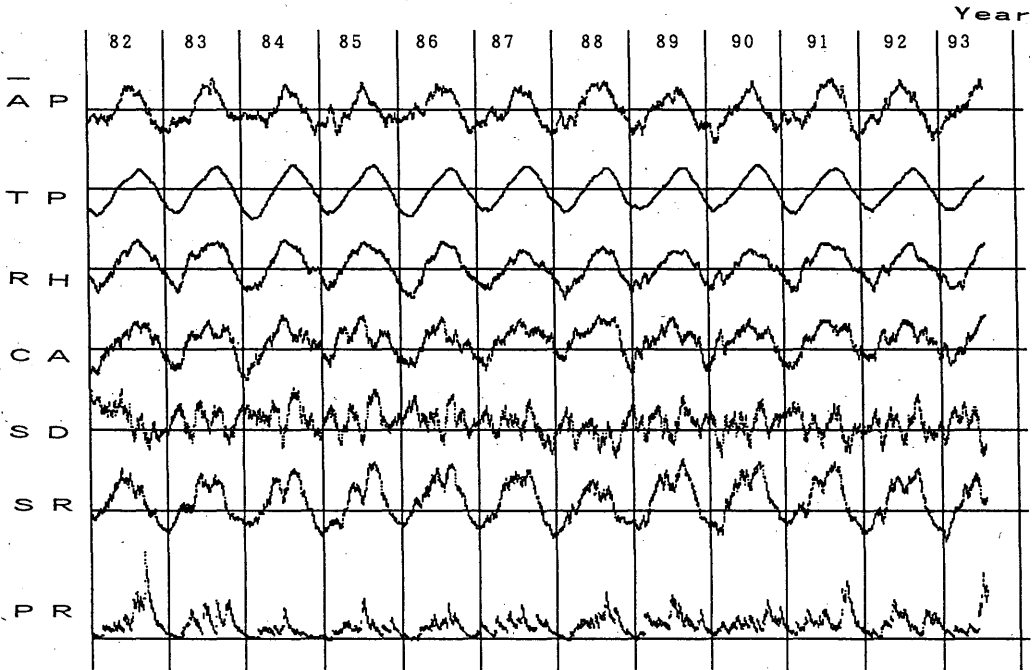


Fig. 6 A low-pass filter,  $A = 0.96$  (Fig.5), is applied to the daily mean observation values shown in Fig.4.

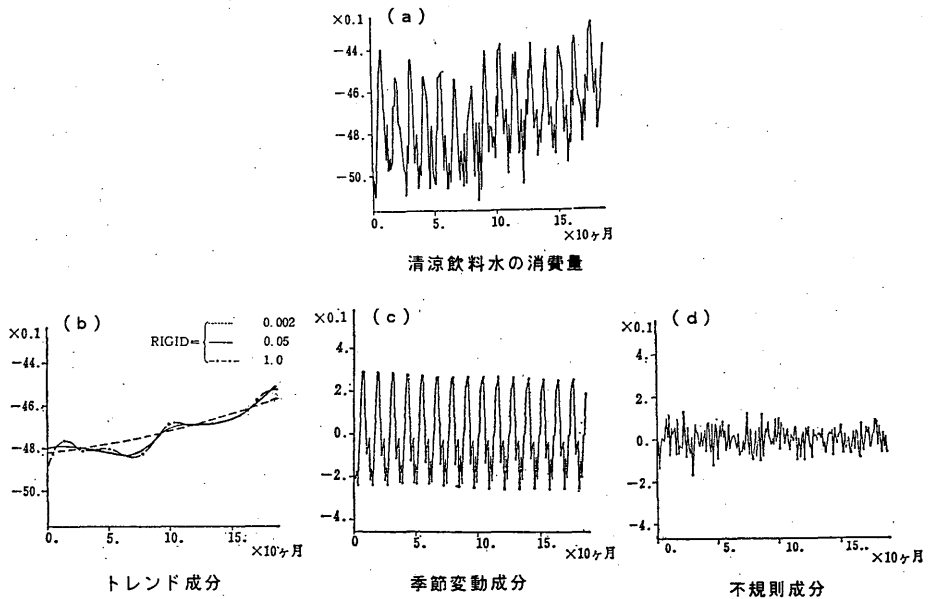


Fig. 7 Decomposition of consumption of soft drink by the computer program 'BAYS EA'. (a): original data of consumption of soft drink, (b): trend component, (c): seasonal component, (d): irregular component (Ishiguro, 1981).

6に示す。この図からわかるように、最も顕著な季節的変動を示した要素は気温で、次いで湿度、雲量である。気圧と日射量も一定の季節的変化を持っているが、気圧

は冬場に、日射量は夏場に不規則な成分が含まれることが多い。降水量は夏から秋にかけてピークが現れるなど、全体的に年周変化を示しているが、断続的現象である

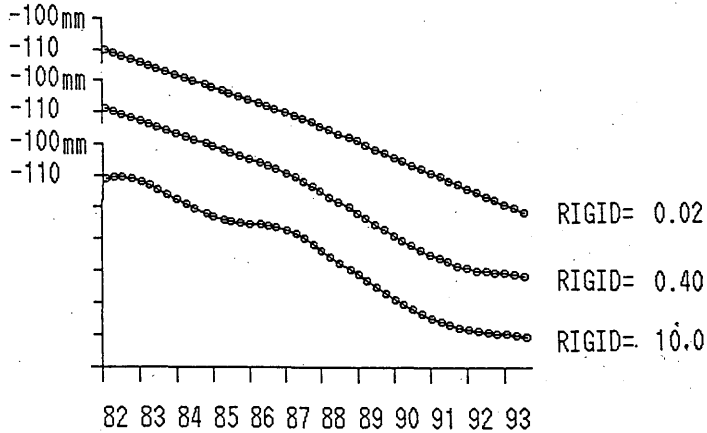


Fig. 8 Trend component of secular level change of bench mark 2595 (Fig. 2) decomposed by 'BAYSEA' (Akaike and Ishiguro, 1980). The middle trace of RIGID=0.40 gives the minimum ABIC, which indicates the optimum decomposition.

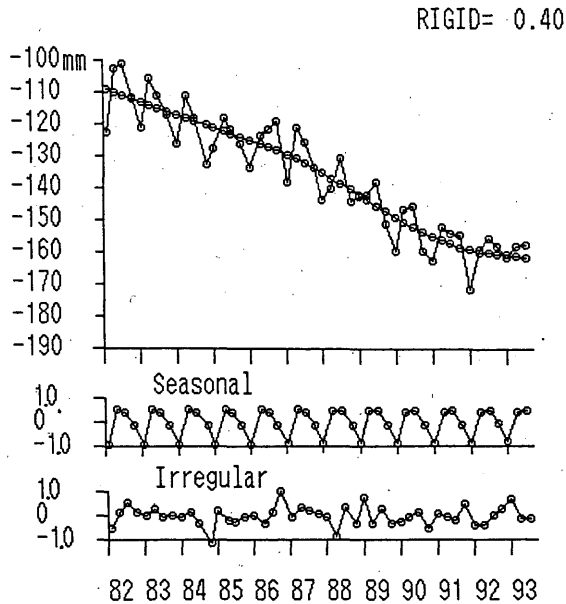


Fig. 9 Trend, seasonal, and irregular components of secular level change of bench mark 2595 (Fig. 2) decomposed by 'BAYSEA' using parameter RIGID=0.40 (Fig.8).

ためか、はっきりとした季節的变化は見られない。なお、雨量が平年値と比べて「かなり少ない」あるいは「やや少ない」年は1984～1986年で、逆に「かなり多い」あるいは「やや多い」年は1982～1983及び1989～1992年（結果的には、1993年も「かなり多い」年になった）だった。

日照時間には季節的变化は見られない。  
 (2) 水準測量結果からの季節的変動等の抽出  
 1) ベイズ型季節調整モデル

Akaike and Ishiguro (1980) は、A B I C (A Bayesian Information Criterion, ベイズ型の情報量

Table 1 各水準測量期間における気象要素及び潮汐の観測値と季節変動、不規則変動成分

NO	測量年月日			日数	気圧	気温	湿度	雲量	日照	日射	降雨量	潮汐	季節変動 成分	不規則変 動成分
	年	測量月	期間		hP *	℃	%		時間	MJ/m <sup>2</sup>	mm	cm		
1	1982	2.0	2/ 5- 2/1	11	012.0	4.6	49.5	3.5	7.8	14.0	0.0	157.6	-0.87	-0.48
2	1982	5.0	5/ 6- 6/	34	006.6	19.8	81.4	6.9	7.6	18.4	248.0	178.4	0.58	0.15
3	1982	7.5	7/22- 7/3	10	011.3	23.3	90.0	9.1	5.3	15.0	89.0	172.8	0.42	0.56
4	1982	10.5	10/18-11/	19	016.7	17.6	71.6	4.8	6.8	12.0	61.0	179.7	-0.13	0.20
5	1983	1.5	1/21- 2/	12	019.0	6.9	55.0	2.7	8.1	12.2	8.5	158.4	-0.87	0.05
6	1983	4.5	4/19- 5/	18	017.3	16.9	84.9	7.6	4.8	13.7	88.5	159.9	0.58	0.27
7	1983	7.0	7/ 6- 7/1	12	002.5	22.8	79.2	8.6	4.5	14.3	21.5	192.7	0.42	-0.03
8	1983	10.0	10/13-10/2	14	015.8	18.2	66.7	6.9	5.0	10.3	54.5	181.0	-0.13	0.04
9	1984	1.0	1/10- 1/2	14	013.8	4.7	59.7	4.1	6.2	9.1	20.0	162.3	-0.87	-0.04
10	1984	4.5	4/26- 6/1	53	013.8	18.5	80.7	7.5	6.8	17.7	215.5	165.3	0.58	0.14
11	1984	7.0	7/ 3- 7/	5	005.1	27.7	89.8	6.9	9.5	22.0	0.0	173.0	0.42	-0.29
12	1984	11.0	11/ 1-11/	8	014.8	15.9	62.5	3.5	7.3	11.3	0.5	176.2	-0.13	-1.12
13	1985	1.0	1/10- 1/1	5	008.1	5.2	57.2	5.1	5.5	7.7	0.5	153.8	-0.87	0.22
14	1985	4.5	4/25- 4/2	5	008.9	16.2	75.4	3.9	8.8	20.0	2.0	161.2	0.58	-0.18
15	1985	7.0	6/21- 7/1	23	001.4	23.3	90.9	9.2	4.1	13.8	340.0	180.7	0.42	-0.25
16	1985	10.0	10/18-10/2	8	012.1	16.7	65.7	6.0	5.2	11.7	0.0	181.4	-0.13	-0.04
17	1986	1.0	1/10- 1/1	7	012.4	4.0	47.6	3.1	7.4	10.5	0.0	153.3	-0.87	0.03
18	1986	4.5	4/23- 4/2	2	008.7	17.0	84.0	5.2	10.2	24.4	7.0	162.9	0.58	-0.33
19	1986	7.0	6/21- 7/2	31	002.9	22.4	89.5	9.0	3.6	14.8	227.0	170.6	0.42	0.16
20	1986	10.0	10/ 9-10/2	15	010.7	17.1	63.7	4.0	8.1	14.9	30.5	174.5	-0.13	1.02
21	1987	1.5	1/15- 1/2	10	012.9	7.5	61.2	5.2	8.1	9.8	36.0	172.7	-0.86	-0.01
22	1987	4.5	4/23- 4/3	8	009.9	16.1	67.3	5.9	8.5	19.9	20.5	176.2	0.55	0.40
23	1987	7.0	6/19- 7/2	34	002.6	23.7	81.0	8.4	5.4	17.2	402.0	186.2	0.45	0.21
24	1987	10.0	10/14-10/21	8	006.5	19.8	65.9	6.1	5.1	11.2	24.5	177.4	-0.13	0.12
25	1988	1.0	1/ 8- 1/18	11	011.7	8.0	55.6	2.8	7.5	10.4	2.0	161.4	-0.85	-0.01
26	1988	4.0	4/21- 4/30	10	004.8	15.6	68.1	6.7	5.8	16.5	64.5	174.9	0.50	-0.82
27	1988	7.0	6/10- 7/28	49	002.4	22.6	82.1	8.8	4.6	15.7	355.0	178.3	0.47	0.34
28	1988	10.5	10/16-10/28	13	011.2	18.6	68.4	7.7	4.8	9.9	18.5	179.5	-0.13	-0.27
29	1989	1.0	1/10- 1/24	15	012.3	10.3	67.5	7.2	4.2	7.9	73.5	167.2	-0.83	0.80
30	1989	4.0	4/22- 4/29	8	006.8	14.5	69.8	7.1	7.5	19.6	88.5	166.8	0.48	-0.31
31	1989	7.0	6/20- 7/14	25	004.6	22.2	83.5	9.1	4.3	15.7	411.0	182.1	0.48	0.27
32	1989	10.0	10/12-10/21	10	009.5	18.4	68.6	6.0	6.1	12.9	46.5	183.4	-0.12	-0.28
33	1990	1.0	1/10- 1/20	11	010.1	8.4	63.4	6.3	5.1	8.3	51.0	175.3	-0.85	-0.22
34	1990	4.0	4/20- 4/26	7	005.8	15.3	74.6	7.2	5.7	16.8	64.0	181.0	0.47	-0.04
35	1990	7.0	6/20- 7/25	36	003.8	24.4	82.4	8.0	5.1	17.7	223.5	186.0	0.49	0.15
36	1990	10.0	10/12-10/19	8	010.3	20.5	72.8	7.4	4.9	11.9	14.5	187.6	-0.11	-0.50
37	1991	1.0	1/10- 1/22	13	011.5	6.5	60.8	3.7	6.8	10.0	36.0	175.2	-0.85	0.10
38	1991	4.0	4/23- 5/ 4	12	007.3	15.5	69.9	6.2	7.1	20.2	42.5	166.7	0.45	-0.05
39	1991	7.0	7/ 2- 7/26	25	002.5	24.4	85.0	8.2	7.2	21.3	127.0	178.0	0.49	-0.17
40	1991	10.0	10/23-11/ 3	12	010.2	17.2	74.7	8.5	2.7	7.2	73.0	188.2	-0.08	0.48
41	1992	1.0	1/ 9- 1/20	12	011.7	7.9	62.3	3.8	3.9	9.0	20.0	170.3	-0.84	-0.39
42	1992	4.0	4/24- 5/ 1	8	003.0	16.3	68.9	5.4	8.0	20.0	109.5	185.5	0.42	-0.37
43	1992	7.0	6/ 6- 7/24	49	003.1	22.2	84.2	8.5	4.9	16.0	367.5	183.7	0.48	-0.00
44	1992	10.0	10/13-10/17	5	007.4	20.1	78.8	9.1	1.5	7.1	40.5	200.3	-0.06	0.29
45	1993	1.0	1/14- 1/18	5	007.2	8.2	77.2	7.6	2.0	3.7	36.5	179.5	-0.79	0.72
46	1993	4.0	4/23- 5/ 1	9	004.6	15.1	76.6	7.8	4.4	14.0	63.5	178.0	0.42	-0.10
47	1993	7.0	7/13- 7/22	10	- 0.7	22.6	84.5	8.8	4.5	14.8	50.5	181.5	0.47	-0.10

\* 百位以下を表示

規準)を用いて季節的変動を含むデータ(D)から季節的変動及び不規則変動を除き、全体的な大きな動き(トレンド)を抽出する方法として「ベイズ型季節調整モデル」を提唱し、その考えに基づくプログラムとして、「BAYSEA」(BAYesian SEasonal Adjustment program)を発表した。さらに石黒(1981)は、このプログラムを清涼飲料水の消費量(Fig. 7-a)に適用し、Fig. 7-b, c, dに示すようなトレンド(T)成分、季節変動(S)成分及び不規則変動(I)成分を得た。このうちT成分には、3とおりのパラメータによる結果が描かれているが、石黒はABICを判断基準に用いて、「破線の結果(RIGID=0.002)は、データの変動を十分にとらえていない、一点鎖線の結果(RIGID=1.0)はデータの細かい動きに引かれ過ぎている」とし、ABICが最も小さい「実線の結果(RIGID=0.05)が最もよい」と結論している。なお、S成分とI成分には、T成分のうち実線の結果に対応するものが描かれている。

ABICあるいはAICは、データとそれを説明する統計モデルの間の距離を測るための一種の「ものさし」であり、セメント製造工程の制御、船舶の自動操縦、地球の極運動の解析、地震波形の検測等々の、多くの分野で実際問題に適用して、その有効性が確認されている(赤池, 1976)量である。われわれはこれを水準測量結果の解釈にも適用した。

2) 水準測量への適用

「水準点2595(浜岡町)の経年変化」に、季節変動の周期を4にしてこの「BAYSEA」を適用し、3とおりのRIGIDから得られたT成分がFig. 8である。このうち最もABICの小さいRIGID=0.40の場合の結果をFig. 9に示す。上段が測量値とT成分、中段がS成分、下段がI成分である。なお、測量月がTable 1に示すように年ごとに少し異なるが、「BAYSEA」の適用に際しては無視した。

T成分の特徴は、①1987年より沈下が加速したことである。これについては岡田(1992)が内浦・御前崎の潮位差を用いて、「御前崎の沈下速度は、1980年代前半は減速傾向だったが、後半に入ると再び加速している」と述べていることと調和的である。また、②1992年以降は沈下速度が鈍り、1987年以前の沈下速度と同程度、またはそれ以下になったことである。I成分では1984年の10月期と1986年の10月期に比較的大きな変化が認められる。さらに、S成分においては、1982年以降1月期は沈降を示し、4月期あるいは7月期には隆起傾向になるという点が共通しているが、①沈下が加速しはじめた頃から4月より7月期の方が隆起量が多くなったこと、及び、②1月期の沈降水量は年々少なくなったことが特徴的である。

3) 気象要素及び潮汐と季節的変動等との比較

各気象要素及び潮汐と季節的変動の比較を行うため、Fig. 4に示した観測値のうちで水準測量期間における

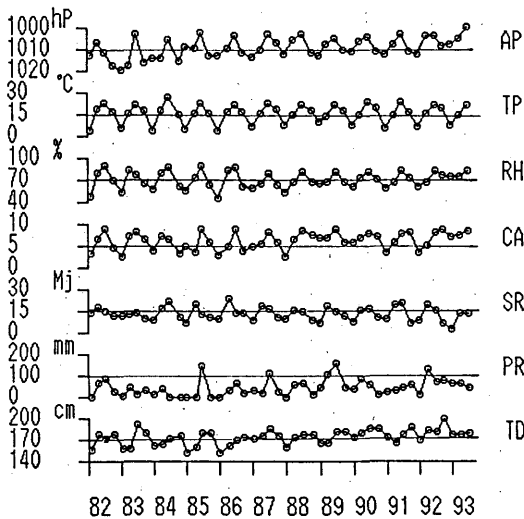


Table 2 各気象要素及び潮汐の年周変化と季節変動、不規則各成分との相関関係

	季節変動成分			不規則成分		
	相関係数	上限	下限	相関係数	上限	下限
気圧	*-0.54	-0.30	-0.72	0.05	0.34	-0.24
気温	* 0.81	0.89	0.68	-0.03	0.31	-0.26
湿度	* 0.77	0.87	0.63	0.16	0.43	-0.14
雲量	* 0.60	0.76	0.38	0.24	0.49	-0.05
日照時間	0.07	0.35	-0.22	-0.29	0.00	-0.53
日射量	* 0.77	0.86	0.62	-0.23	0.06	-0.48
降水量	* 0.46	0.66	0.20	0.19	0.46	-0.10
潮汐	* 0.34	0.57	0.05	-0.04	0.33	-0.25

上限, 下限 : 相関係数の信頼率95%の信頼限界

\* : 検定統計量5%有意

Fig.10 Observation values of meteorological elements at Omaezaki averaged over the period of level measurement.



平均値と季節変動、不規則変動成分をTable 1に、平均値の変化をFig. 10に示した。なお、日照時間については年周変化が認められないので(Fig. 6)、この図には描かなかった。

①気圧は、1986年頃から変動幅が小さくなるとともに、1月期は年々低下(Fig. 10では上の方向)する傾向が見られた。また、1992年10月頃からは各月期とも特に低くなっている。②気温、湿度及び雲量も、1986年頃から変動幅が小さくなった。気圧と同様に1992年10月期頃から湿度、雲量は特に多くなっている。③日射量の変動幅及び変動傾向はほぼ一定だったが、1993年1月期頃からは少なくなっている。④降水量は1982年、1989年及び1992年が多かったようである。⑤潮汐は1986年頃から上昇傾向を示したが、他の要素と同様に、1992年10月期頃から変動幅が小さくなった。

各気象要素及び潮汐の年周変化とS成分、I成分との相関係数はTable 2のとおりである。S成分と比較的強い相関、すなわち、季節の変動に強い相関を示した要素は気温、湿度及び日射量で、次いで雲量、気圧、降水量も検定統計量5%で有意な相関を示した。このうち、気圧、気温、日射量を説明変数として選択し、重回帰式を求めたところ、重相関係数は0.9以上となり、有意水準1%で仮説を棄却した。なお、日照時間はS成分との間に全く相関が認められなかった。

次にI成分との相関では、全く認められなかった要素が気温、潮汐、気圧で、わずかの相関を示した要素は高い順に、日照時間、雲量、日射量、降水量、湿度であっ

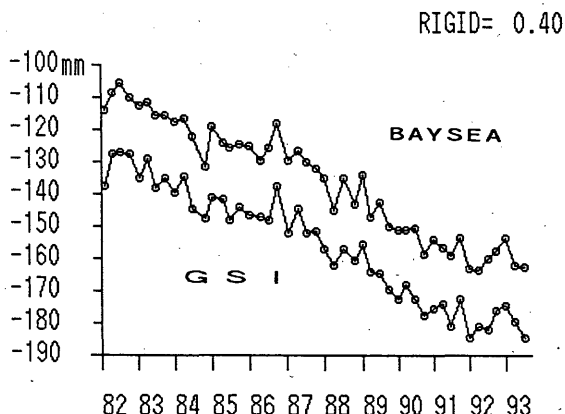


Fig. 11 Secular level change of bench mark 2595, with the seasonal component having been removed. The results from BAYSEA processing are plotted together with those of the Geographical Survey Institute (G.S.I).

た。いずれも検定統計量5%で有意ではなかった。このうち変数増減法などを用い、最終的に日射量と降水量を説明変数として重回帰式を求めて検定を行ったところ、有意水準5%でも仮説を棄却することはできなかった。I成分はホワイトなスペクトルをもった不規則変動として抽出された成分であり、特定の要素と相関が見られるならば、地殻変動はその要素の影響を受けているということになる。ここではそういう要素はみつけれなかったことになる。

水準測量データから季節変動成分を除いたもの、すなわち、

$$(D) - (S) = (T) + (I)$$

がFig. 11のBAYSEAである。Fig. 3の補正值を用いた国土地理院の季節変動補正図(Fig. 11のGSI)とよく似た変化を示している。詳しくみると、国土地理院による季節変動補正図はRIGID=10.0とした時の結果によく似ており、ABICを判断基準に用いる限り、「データの細かい動きに引かれ過ぎている」と評価できる。多くの分野で実績のあるABICを用いた「季節調整モデル」により補正する方がより効果的と言えよう。

## § 5. まとめ

「掛川～御前崎間における水準測量」結果から季節的変動、不規則変動、全体的な大きな動き(トレンド)を分離抽出し、気象要素との関連を調べた結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 季節変動成分との関係においては、気温と湿度、日射量が比較的強い相関を示した。
- (2) 不規則成分と相関のある要素は見いだせなかった。
- (3) 1992年の降水量は前年に比べれば少ないものの、平年値との比較では「やや多い」ほどである。また、同年の測量期間中の降水量も他の年に比較してむしろ多い方であり、沈降速度の鈍化の原因を少降水量に求めることはできないが、降水量との関連については、より詳細な検討が必要である。
- (4) 季節変動調整モデルを適用することにより、統計的基準から見るとより効果的な季節変動補正を行うことができた。

## 謝 辞

調査を行うにあたり、建設省国土地理院地殻調査部調査課に水準測量日や測量値などを快くご提供いただきましたことを感謝いたします。また、終始励ましていただき有益なご助言をいただいた土屋喬・前静岡地方気象台長、及び問題点や改善点についてご指摘をいただいた査

読者にお礼申し上げます。

なお、気象観測データは気象庁観測部統計室からFDで提供していただいたものを用いました。

本論文は、1993年9月3日に静岡地方気象台で開催された「平成5年度静岡県気象研究会」に、「掛川～御前崎間上下変動の最近の傾向と気象要素の影響」と題して発表したものをさらに検討し、加筆したものである。

#### 参考文献

- 赤池弘次 (1976) : 情報量規準AICとは何か——その意味と将来への展望, 数理科学No.153, 5-11.
- 井内登, 細野武庸 (1987) : 掛川-御前崎間水準測量における年周変化について, 測地学会誌, 33, 107-114.
- 石黒真木夫 (1981) : ベイズ型季節調整モデル, 数理科学No.213, 57-61.
- 岡田正実 (1992) : 検潮記録から見た最近の御前崎周辺の地殻変動, 地震学会講演予稿集, 1992, No.2, 242.
- 国土地理院 (1993) : 水準点2595 (浜岡町) の経年変化, 第105回地震予知連絡会資料.
- 二瓶信一, 上垣内修, 佐藤馨 (1987) : 埋込式体積歪計による観測(1) 1976年～1986年の観測経過, 験震時報, 50, 65-88.
- R.W. Hamming 著, 宮川洋, 今井秀樹訳 (1980) : デジタル・フィルタ, 科学技術出版社, 230pp.
- 全建設省労働組合筑波地方本部地理支部 (1986) : 地図をつくる, 大月書店, 48-52.
- AKAIKE, H. and M. ISHIGURO (1980) : BAYSE A, a Bayesian Seasonal Adjustment Program, Computer Science Monograph (The Institute of Statistical Mathematics) No.13, 1-50.