

# えびの地震予察調査速報

## (その2)

福田 理 木野義人 中条純輔 黒田和男

### 1. ま え が き

その1の付記で述べたように 宮崎・鹿児島両県の強い要望にこたえて 去る3月26日 政府(総理府)はえびの地震の被災地に 関係分野の専門家をもうらした総合技術調査団の派遣を決定し 直ちに人選が行なわれた。かくして決定された調査団のメンバーは 標記の地質班を除いて 次のとおりであった。

#### 建築物班

建設省建築研究所第三研究部	大崎順彦
〃 住宅局建築指導課	前川喜寛
農林省林業試験場木材部材質改良科	中村 章
消防庁	永瀬 章

#### 治山・砂防班

農林省林業試験場防災部	(団長) 川口武雄
建設省土木研究所砂防研究室	平尾公一

#### 総合調査班

科学技術庁国立防災科学技術センター	地震防災研究室 高橋 博
	(現地参加) 大野 譲
気象庁観測部地震課	増淵克己
内閣総理大臣官房審議室	

調査期間は 地質班が3月29日～4月4日(7日間) 他は3月29日～31日(3日間)であった。

地震による被害地に対して このような科学技術関係者のみの調査団の派遣が地元から要請され かつ 実現したことは おそらくこれまでになかったことである。これは 科学技術の重要性が一般国民ならびに行政にも認識されたことを示すもので おそまきながらまことに喜ばしいことである。とくに 地質班のメンバーが多く かつ 調査期間も長かったことは 仕事の性質にもよるが 震源域および被災地がどんな地質のところにあるのかを知らなければ 恒久的復興対策を立てられな

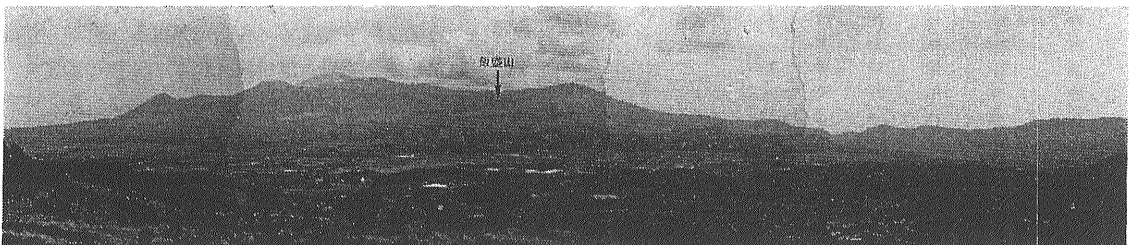
いという地元・地方自治体の強い要望によるところが大きい。もちろん この要望にこたえるためには大がかりな本格的な調査が必要であり 今回の調査では 問題のありかをおぼろげながら知り得たにすぎないが 本速報の(その1)で述べたことにさし当ってつけ加えるべきことをお伝えして 私どもの当座の責任を果たしたい。なお 前記調査団の公式の報告書は 去る4月10日 内閣総理大臣官房審議室から 印刷・公表されている。

### 2. 地震の経過

本震のあった2月21日から4月30日までの地震の経過を1日単位でとりまとめたのが 表1である。また本表に基づいて 地震の総回数および有感回数の日変化を折線グラフで示したのが図1である。図1から読みとれるように 大局的に見れば 地震活動は衰退の傾向をとっているが 3月10日以降においては やや不規則な間歇的発生を続けており 今後もこのような状態がなおしばらく続きそうだというのが 地震計測関係者のほぼ一致した見方の特徴である。

本速報(その1)付記に略述した3月25日の地震は 本震後1ヵ月以上も経過してからの余震としては 規模そのものが大きいばかりでなく 当日の地震の総回数が1,091もあったという点でも興味深いもので 地震学的に見たその性格の発表が待たれる。

3月25日には 大きな地震が2回あった。第1回目は午前0時59分に起こったもので えびの町真幸地区で震度Ⅴ 枕崎・鹿児島・都城・宮崎・阿久根・人吉・牛深・延岡・熊本・雲仙岳で震度Ⅲ 阿蘇・柳川で震度Ⅱ また 長崎・大分・下関で震度Ⅰと判定された(図2)。この九州全域で人体に感じた地震の後 それまで減っていた地震の回数は にわかに多くなり 真幸地区では震度ⅢからⅣの地震が次々に起こり 午前1時21分には



京町温泉北方の見晴し台より霧島火山群を望む 東西に走る細長い低地の中央部が京町温泉街である

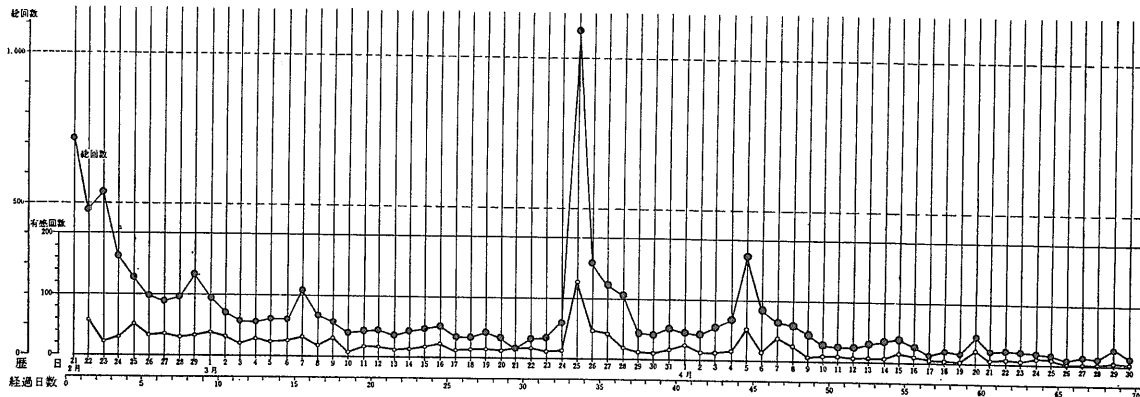


図1 えびの地震の経過(昭和43年2月21日~4月30日)

表1 えびの地震の経過(昭和43年2月21日~4月30日)

月 日	総回数	有感回数	震 度 別 回 数					
			I	II	III	IV	V	VI
2月21日	721	不明	不明	1	11	1	1	1
22	479	57	26	16	14		1	
23	541	23	17	6				
24	329	29	23	4	2			
25	257	50	27	22		1		
26	200	33	24	6		8		
27	178	35	14	16		5		
28	196	30	21	7		2		
29	236	32	19	7	4			
3月1日	192	37	29	8				
2	141	29	23	5				
3	116	20	14	1	5			
4	112	27	21	5	1			
5	119	23	16	4	3			
6	121	23	19	13	1			
7	217	29	22	6	1			
8	133	14	10	4				
9	110	27	20	6	1			
10	76	5	4	1				
11	83	15	10	4	1			
12	84	13	8	3	2			
13	71	11	10		1			
14	86	12	7	4	1			
15	91	16	12	3	1			
16	99	19	14	3	2			
17	65	9	7	1	1			
18	58	12	9	2	1			
19	79	12	10	1	1			
20	62	11	9	2				
21	29*	15	7	7	1			
22	61	14	7	5	2			
23	62	9	7	1	1			
24	115	12	9	3				
25	1,091	127	88	30	7		2	
26	316	44	33	10	1			
27	246	41	33	8				
28	211	18	14	2	2			
29	88	12	10	2				
30	83	11	7	4				
31	102	17	15	2				
4月1日	89	26**	21	5				
2	86	13	12	1				
3	111	12	11	1				
4	136	16	13	3				

月 日	総回数	有感回数	震 度 別 回 数					
			I	II	III	IV	V	VI
5	341	49	35	14				
6	165	13	10	3				
7	126	34	26	8				
8	116	22	17	5				
9	80	6						
10	50	7						
11	44	8						
12	46	6						
13	59	7						
14	71	8						
15	78	16						
16	53	12						
17	28	5						
18	43	6	4	2				
19	34	3	3					
20	94	22	16	3	3			
21	44	7	5	2				
22	42	8	7	1				
23	41	5	5					
24	38	9	7	2				
25	32	9	7	2				
26	18	1	1					
27	28	3	3					
28	22	3	2	1				
29	50	4	4	1				
30	20	1	1					

註 総回数 気象庁鹿兒島地方気象台霧島火山観測所における倍率5,000の地震計による  
 有感回数 えびの町真幸区における現地警備本部の観測による  
 \* 午前中の記録を欠く  
 \*\* 日向地震によるものを含まない

また震度Vの強い地震に見舞われた。この第2回目の地震は 真幸地区で震度V 人吉で震度IV 枕崎・宮崎・阿久根・牛深・延岡・雲仙岳・熊本・阿蘇で震度II また 長崎で震度Iと判定され その規模は 第1回目のものに比べて 多少小さかった(図3)。なお 真幸地区から60km離れた宮崎地方気象台の地震計(倍率100倍)で記録した地震の総回数は 3月25日だけで15回に及び 2月21日(29回)同22日(20回)に次ぐものであ

った。宮崎地方気象台の発表によれば これら3月25日の両度の地震の宮崎および延岡における観測結果はそれぞれ表2および表3に示すとおりである。この観測結果に基づいて これら両度の地震の震央はえびの町付近 また 深さは0kmと判定された。

えびの・吉松地区地震総合技術調査団報告書に基づいて 参考までにこれまでのおもな地震をとりまとめて示したものが表4である。

### 3. 被害状況(概要)

警察庁の調査によれば 2月21・22日の地震および3月25日の地震による宮崎・鹿児島両県下の被害状況はそれぞれ表5および表6に示すとおりである。これら両表から読みとれるように 3月25日の地震による被害

は 震度の割りには少なかつた。これは 震度V程度の地震で倒れる家はすでに倒れ尽しており かつ スジカイなどによる補強工事が効果を上げたためであろう。また 3月25日の地震では これまで被害の少なかつたえびの町加久藤・飯野両地区 および真幸地区岡元部落の高台にまで被害が広がったのが特徴である。また 宮崎・鹿児島両県の報告による3月25日までの地震による施設関係などの総被害額は 表7に示すとおりである。なお 災害救助法は 宮崎県えびの町および鹿児島県吉松町に対して それぞれ2月21日19時および2月23日16時に発効しており 3月25日の地震に対しても これを延長して適用している。

### 4. 日向灘地震

表2 3月25日の第1回目の地震の観測結果

官署名	震度	発時 分	震秒	初期 微動時間	初動方向		最大全振幅	記 事
					上 下	水 平		
宮 崎	3	00時59分	02秒	0.09秒	+	E	4000 $\mu$	マグニチュード
延 岡	3	00時59分	21秒	0.12秒	-	SW	650 $\mu$	5.6

(宮崎地方気象台)

表3 3月25日の第2回目の地震の観測結果

官署名	震度	発時 分	震秒	初期 微動時間	初動方向		最大全振幅	記 事
					上 下	水 平		
宮 崎	2	01時21分	12秒	0.08秒	+		2200 $\mu$	マグニチュード
延 岡	2	01時21分	19秒	0.14秒	-	SW	150 $\mu$	5.1

(宮崎地方気象台)

表4 えびの地震のおもな地震

発 現 日 時	規 模	震 度
月 日 時 分	マグニチュード	
2 21 08 51	5.6	V
" " 10 45	6.1	VI
" " 22 19 19	5.5	V
" " 26 17 49	4.8	IV
3 6 00 05	4.4※	III
3 19 13 18	4.0※	IV
3 25 00 59	5.5	V
" " 01 21	5.1	V
" " 28 15 51	4.4	III

注 1. 震度はえびの町の警備本部の観測による  
2. ※は宮崎地方気象台の地震計により決定した  
もの

(大野 譲・高橋 博)

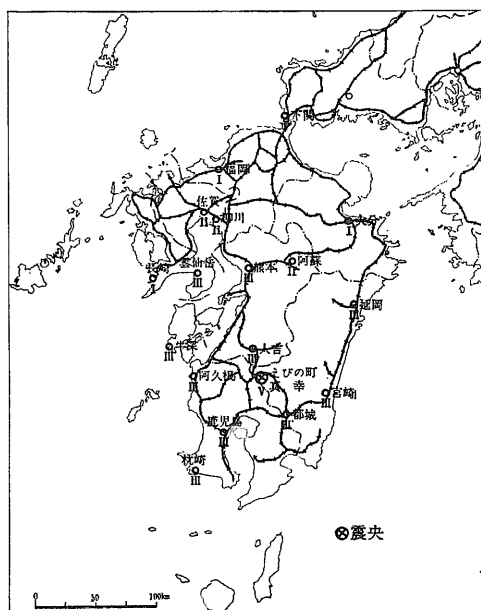


図2 えびの地震の震度分布(その5)  
昭和43年3月25日01時21分 M:5.6  
(宮崎地方気象台ほか)

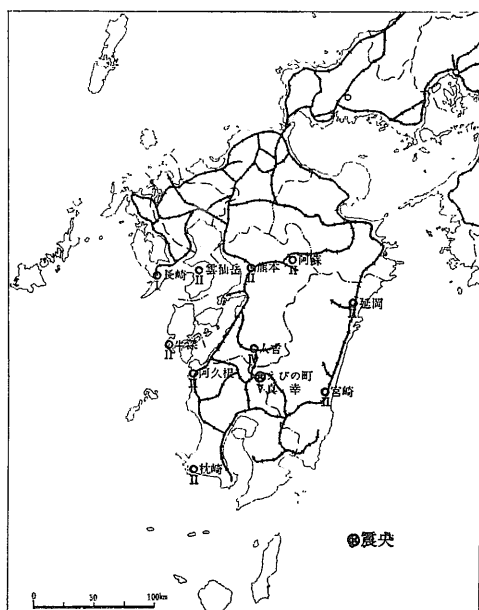


図3 えびの地震の震度分布(その6)  
昭和43年3月25日01時21分 M:5.1  
(宮崎地方気象台)

地質班4名が各個に調査を進めていた4月1日午前9時42分 えびの・吉松町では 震度Ⅲ程度の音無し地震が感じられた。一連のえびの地震では 震度Ⅲともなると 相当な地鳴りを伴い 揺れ方もおもに上下動であるが この地震では 波の上に乗っているような感じで揺れ始め 次第に大揺れになったが 激しいという感じはなかった。これに対して えびの地震では 間のびした感じがまったくなく 不気味な音響とともに一時に迫ってくる感じである。以上のような次第で私どもも この地震が一連のえびの地震の系列のものではなく おそらく日向灘あたりに震源をもつものではな

表5 えびの地震による一般被害状況(宮崎県)

	2月21・22日の地震	3月25日の地震
死者	—	—
負傷者	32人	3人
全壊	333戸	6戸
半壊	434 "	37 "
一部損壊	1,725 "	56 "
被災世帯数	717世帯	43世帯
被災者数	3,226人	182人

(警察庁調べ)

表6 えびの地震による一般被害状況(鹿児島県)

	2月21・22日の地震	3月25日の地震
死者	3人	—
負傷者	10 "	—
全壊	35戸	12戸
半壊	244 "	136 "
一部損壊	1,401 "	—
被災世帯数	279世帯	148世帯
被災者数	1,159人	561人

(警察庁調べ)

表7 えびの地震による施設関係などの被害額

	宮崎県	鹿児島県
公共土木施設	640百万円	257百万円
農地・農業用施設	389 "	115 "
その他の農林施設	290 "	1 "
林地崩壊	1,253 "	352 "
建物関係	3,434 "	1,283 "
衛生関係施設	145 "	25 "
教育関係施設	78 "	20 "
その他の被害	226 "	31 "
合計	6,455 "	2,084 "

(宮崎・鹿児島両県調べ)

いかと思っていたところ 間もなくラジオのニュースでそのことが報せられ 同時に 心配していたとおり 日向灘沿岸地方にかなりの被害が出たこと および 広範囲にわたって津波警報が発せられたことを知った。地震に慣れた地元の人々も このことをよくわきまえていたと見え 揺れが長かったにもかかわらず 人心の動揺はほとんど見られなかった。翌2日の西日本新聞はこの地震について次のように伝えた。

「1日午前9時42分 西日本一帯と東海地方の一部に強い地震が起きた。震源地は九州日向灘沖で マグニチュードは7.7 戦後5番目 西日本では昭和21年の南海道地震(マグニチュード8.1)に次いで2番目の強い地震である。気象庁は日向灘から四国・近畿・東海道の太平洋沿岸に津波警報を発令したが午前10時に足摺岬・宇和島に第1波の津波が押し寄せたのをはじめ 室戸岬・潮ノ岬・尾鷲など各地で津波を観測した。このため和歌山県海南市沿岸では避難命令が出され 四国・紀伊半島南部に被害が出た。

中 略

福岡管区気象台の観測によると 震源地は北緯32度18分 東経132度42分の宮崎市東方約100kmの日向灘。震源の深さは約10km。同気象台への報告によると 延岡で震度5の強震を記録したほか 九州各地とも ビルや電線がゆれるなど 震度3~4を記録した。同気象台は 同日9時54分 宮崎・鹿児島島の東岸に津波警報を出したが 大規模な津波は起こらず 午後2時40分に津波警報を解除した。この本震に続いて 同日午後4時13分 ほぼ九州全域にわたって余震があった。震源・深度は1回目とほとんど同じ。延岡で震度4を記録したほか 中・南部九州は震度3 北・西部九州 山口は震度1。

日向地震のマグニチュード7.7は大正12年の関東大震災の7.9 三陸沖地震(昭和35年)の8.5 南海道地震(昭和21年)の8.1などに次ぐもので 新潟地震(昭和39年)の7.5よりも規模は大きい。同朝の各地の震度は次のとおり(図4)。

▷震度5=延岡 ▷同4=宮崎 鹿児島 人吉 油津 熊本 阿蘇 大分 都城 日田 佐賀 松山 足摺岬 ▷同3=福岡 雲仙岳 長崎 屋久島 牛深 阿久根 大阪 室戸 広島 萩 ▷同2=下関 飯塚 枕崎 山口 宇部 ▷同1=平戸 巖原  
気象庁は 1日午後 1日朝日向灘を震源地として西日本一帯で起きた地震を「1968年日向灘地震」と命名すると発表した。」

宮崎地方気象台の発表によれば この地震の本震および余震の宮崎および延岡における観測結果は表8-1, 2のとおりである。また それに基づく判定結果は次のようにまとめられている(震度分布を略す)。

本 震

- 1) 発震日時 昭和43年4月1日9時42分
- 2) 震 央 日向灘(北緯32度20分 東経132度40分)
- 3) 深 さ 40km
- 4) 規 模 マグニチュード(M) 7.7(本庁)

余 震

- 1) 発震日時 昭和43年4月1日16時13分
- 2) 震 央 日向灘(北緯32度10分 東経132度35分)

表 8-1 1968年日向灘地震の本震の状況

官署名	震度	発震時分秒	初期微動時間	初動方向		最大全振幅
				上	下	
宮崎	4	09時42分23秒	15秒	+		振り切りいっぱい
延岡	5	09時42分15秒	9秒	-		46000 $\mu$

(宮崎地方気象台)

表 8-2 1968年日向灘地震の余震の状況

官署名	震度	発震時分秒	初期微動時間	初動方向		最大全振幅
				上	下	
宮崎	0	11時29分50秒	13秒	+		21 $\mu$
宮崎	0	14時25分35.6秒	17秒	+		26 $\mu$
宮崎	3	16時13分34.6秒	13秒	+		14000 $\mu$
延岡	4	16時13分30.7秒	9秒	-		5000 $\mu$
宮崎	0	16時55分58.4秒	16秒	+		90 $\mu$
宮崎	0	20時08分11.6秒	13秒	+		27 $\mu$

(宮崎地方気象台)

- 3) 深 さ 40km
- 4) 規 模 マグニチュード (M) 6.2 (本庁)

また この地震は日向灘で発生したため 宮崎県の沿岸では 早いところで本震発生後約20分頃から津波が来襲し 延岡市赤水湾の養殖ハマチ約2万尾が逃げるなど水産物にかなりの被害があった。 宮崎地方気象台の発表によれば 細島および油津における津波の状況は表9のとおりであるが 満潮を過ぎていたことも幸いして 陸地ではほとんど損害を受けなかった。 一方 津波警報が地震直後に出されたこともあり 港内に保留されていた小型漁船は いちはやく避難していたため その被害はほとんどなかった。 なお 余震による津波はまったくなかった。

### 5. 地熱異常域と震源域

地震といえば 一般住民・研究者の別なく まず知りたいのは 震源分布である。 とくに 私ども地質学の立場から地震にとり組もうとしているものにとって 震源分布がわかっているのといないのでは 研究計画策定の際 手がかりのあるのとまったくないのとの相違といっても過言ではない。 不幸にして この点については主震の直後著者らの1人福田が単身予察調査を行なった時も 主震後約40日を経た今次の調査に際しても まったく同じであって 震源域は飯盛山北麓の直径10kmの範囲であり 深度は3~10kmであるとしか発表されていなかった。 しかし それが昭和36年2月から4月にわたる飯盛山地震群の震度分布とほとんど一致しており さらに大正2年5月から11月にわたる当時の真幸町を中心とする地震群のそれとも おそらく同じであるということは公表されていたので これら地震群の震源域は同一の地質学的特異性のあるところに位置し それが地震以外の地質現象にも反映しているものと考えた。 ここまで考えれば この地方には多数の温泉井がある

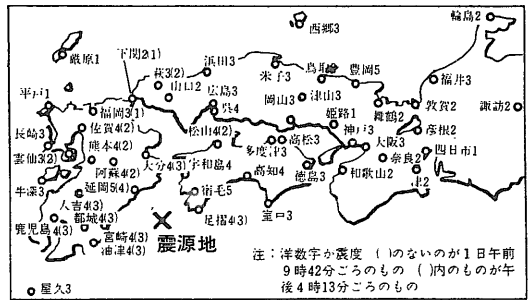
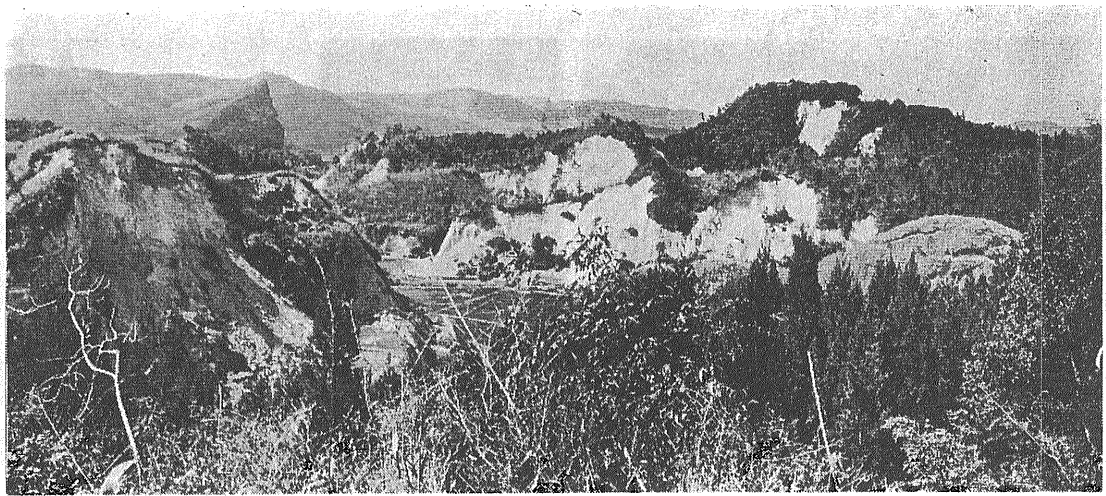


図 4 日向灘地震の震度分布 (西日本新聞)



京町温泉南方シラス台地の山崩れ群

表9 1968年日向灘地震による津波状況

場所	始まり	押引	最大全振幅(時刻)	高さ	周期
細島 油津	10時02分	押し	130cm(10時30分)	78cm	20分
	10時10分	押し	71cm(10時28分) 68cm(12時27分)	30cm 41cm	20分

(宮崎地方気象台)

ので それから地熱構造の大要を知ることができ それから知られる地熱異常域と震源域との間には 何らかの関係を見出せるかも知れないと考えつくのは 自然のなり行きであろう。

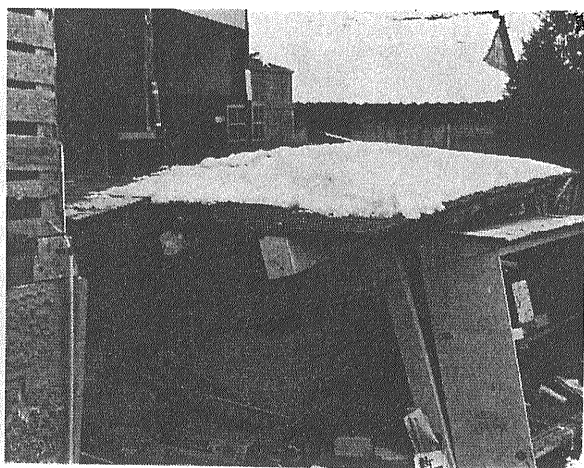
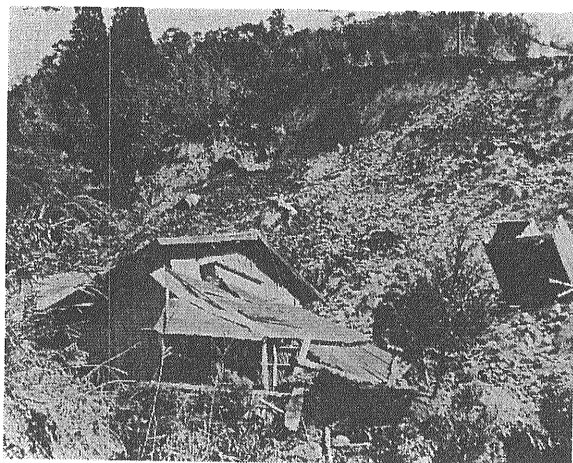
この地方の温泉は吉松—京町—加久藤を連ねる沖積低地を中心としており とくに吉松の北部から京町にかけて密集している。これらのなかには 深度の明らかでないものがあるが 深度や仕上げ状況等が明らかなものは 表10~14に示すとおりである。これらのなかで 深度25~30mで泉温60~63℃を示す般若寺温泉および 深度19~43mで泉温36~48℃を示す吉田温泉については 熱伝導以外の特殊な熱の伝達機構を考えない限り 泉温の説明は不可能である。他のものについては 一応泉温が地熱構造を反映しているものと見てよからう。

本速報の(その1)で述べたように この地方の温泉の泉温は ごく少数の湧出量の増加に伴って泉温が上昇したものを除いて 地震の前後でほとんど変化していない。また 泉温から少しでも地熱構造に近づこうとする以上 泉温としては これまでに測定されたもっとも高いものをとるべきであろう。坑底温度の測定値があれば このような考察に際しては それを使うのが一番よいが 坑底温度の測定が行なわれている温泉井はごく少数なので 全般的な考察に坑底温度を使うことはでき

ない。さらに 泉温あるいは坑底温度そのものでは 相互の比較ができないので これらと坑井深度から便宜上の原点である地表の温度を18℃とし 見かけの深度100m 当りの温度勾配ともいえるものを算出して 深度泉温および坑底温度ともに 表10~14にいっしょに示しておいた。図5は 南西~北東の面——霧島火山の若い火口列に直交する面——に 以上の見かけの温度勾配を投影したものである。なお この投影に際して 多くの温泉井が重なることもあるので このような場合には そのなかから1つを選択して 図5に記入した。

上に述べた温度勾配は 一般の地質学書には地下増温率として扱われているもので その説明から受ける印象は きわめて単純であるが 地球物理学的に意味のある数値を得ようとするといろいろ厄介な問題がある。まず 出発点の深度および温度であるが これには一般に恒温層の上限の深度および温度が採用されている。恒温層とは 地下のある深度以下において 地温の周年変化がほとんどないところである。木内四郎兵衛(1950)によれば 宮崎市における恒温層の上限深度および温度は それぞれ11.1mおよび17.8℃である。吉町—京町温泉地帯におけるこれらの値の報告はないが 京町温泉のえびの町立国民宿舎矢岳荘の雑用水用浅井戸の水温は18℃であった。私どもには 当面泉温および坑底温度相互の比較ができればよいのであるから 上に述べた見かけの温度勾配の算出に当り 出発点を深度0mすなわち地表におき かつ その温度として18℃を採用した理由はここにある。

図5から明らかなように 見かけの地温勾配は 吉松町の下山と麓とを結ぶ地帯の南西側で急変しており この地帯から鹿児島・宮崎両県の境界付近までの間で とくに大きな地温勾配を示し これより北東側では 地温勾配が次第に小さくなって 加久藤の東側でこの付近と



崩壊れとともに転落した民家(えびの町真幸区柳水流)〔宮崎県庁提供〕

倒壊した民家(京町温泉)〔宮崎県庁提供〕

表10 吉松地区源泉の概況

項目 源泉名	深度	泉温 (温度勾配)	坑底温度 (温度勾配)	備考
雪松湯	170m	69.0°C (30.0°C)		明治45年掘さく
般若寺温泉(浴用)	25m	63.0°C (180.0°C)		大正元年掘さく
同上	30m	60.0°C (146.0°C)		大正10年掘さく
鶴丸温泉	150m	67.7°C (33.1°C)		昭和39年掘さく
前田湯	225m	70.5°C (23.3°C)		大正3年頃掘さく
原田温泉	170m	43.2°C (14.8°C)		昭和37年掘さく
原口湯	150m	73.0°C (36.6°C)		大正3~8年掘さく
竹田湯	240m	55.5°C (15.6°C)		昭和25年増掘
きくの湯1号	150m	49.0°C (20.6°C)		昭和25年掘さく
きくの湯2号	180m	57.0°C (21.6°C)		昭和36年掘さく
鶴松温泉1号	150m	47.6°C (19.7°C)		昭和20年増掘
能勢氏湯	500m	44.2°C (5.2°C)	61.0°C (8.6°C)	昭和39年掘さく 坑底温度は聞込
川崎氏湯	280m	37.5°C (6.9°C)		昭和2年頃掘さく
原口氏湯	240m	30.2°C (5.1°C)	44.0°C (10.8°C)	昭和26年頃掘さく
柿の木温泉	200m	26.0°C (4.0°C)		50年ほど前に掘さく
野中氏湯	150m	52.0°C (22.6°C)		大正初期掘さく

(見かけの温度勾配以外はおもに露木・鎌田・黒川による)

表11 京町地区源泉の概況

項目 源泉名	深度	泉温 (温度勾配)	坑底温度 (温度勾配)	備考
岩崎温泉	198m	40.0°C (15.7°C)		昭和27年頃掘さく
鶴の湯	230m	50.0°C (13.9°C)		昭和25年修理掘さく
武田氏湯	210m	46.7°C (13.6°C)		昭和12年頃掘さく 後液瀑1回
月見荘(浅井戸)	246m	51.0°C (13.6°C)		昭和25年掘さく
月見荘(深井戸)	500m	75.5°C (11.5°C)		昭和42年掘さく
ひさご	250m	55.0°C (14.8°C)		昭和40年掘さく
藪田氏湯3号	260m	58.0°C (15.4°C)	63.0°C (17.3°C)	昭和41年掘さく
やたけ荘	434m	68.5°C (11.6°C)		昭和42年掘さく
玉泉館	240m	50.0°C (13.3°C)		昭和24年掘さく
京町共立病院	503m	70.8°C (10.05°C)	75.0°C (11.3°C)	昭和42年掘さく
山麓温泉	307m	47.7°C (9.7°C)		昭和34年掘さく
真砂温泉1号	273m	48.1°C (11.0°C)		昭和7年掘さく
真砂温泉2号	349m	49.1°C (9.3°C)		昭和25年掘さく
淡路屋温泉	280m	44.8°C (9.6°C)		昭和8年頃掘さく
原田温泉 (旧京町温泉)	270m	52.0°C (12.6°C)		昭和10年前後掘さく
山元温泉1号	270m	53.0°C (13.0°C)		昭和8年掘さく
松尾温泉1号	270m	49.9°C (11.8°C)	55.0°C (13.7°C)	昭和41年掘さく (深度303m)
渡辺氏湯	253m	48.3°C (12.0°C)		
中学校温泉	243m	54.9°C (15.2°C)		昭和33年掘さく
松田氏湯	236m	52.3°C (12.3°C)		昭和12年掘さく
黒松荘	236m	52.8°C (14.7°C)		昭和の初めに掘さく
黒松氏湯(医院)	236m	45.0°C (11.4°C)		昭和の初めに掘さく
亀沢温泉	165m	50.0°C (19.4°C)		昭和26年液瀑
湯の谷温泉	210m	55.7°C (17.9°C)		昭和35年掘さく
山元氏用水	200m	30.0°C (6.0°C)	32.0°C (7.0°C)	昭和33年掘さく

(見かけの温度勾配以外はおもに露木・鎌田・黒川による)

表12 吉田地区源泉の概況

項目 源泉名	深度	泉温 (温度勾配)	坑底温度 (温度勾配)	備考
鹿の湯1号	38m	42.8°C (65.3°C)	47.0°C (76.3°C)	昭和36~37年頃掘さく この付近は深度18~36mで地温45°C
同2号	43m	36.0°C (41.8°C)		昭和36~37年頃掘さく
亀の湯1号	32m	44.3°C (82.3°C)		昭和35年頃掘さく
同2号	19m	48.2°C (168°C)		大正12年掘さく 当初手掘り(50°C)後増掘
釜ヶ迫温泉		35~36°C		掘さく年月不明

(見かけの温度勾配以外はおもに露木・鎌田・黒川による)

しての普通の値となっているのに対して 先に述べた急変線の南西側では きわめて短距離の間で普通の値に戻っている。 ちなみに 見かけの地温勾配が大きい地帯の最南西端に当る野中氏湯と それが普通の値にもどっている部分の最北東端に当る川崎氏湯との北東-南西方向の距離は およそ500mしかない。

以上に述べたなかの見かけの地温勾配がとくに高い地帯は 霧島火山の若い火口列の延長方向に当たっている。 また この地帯の南西側では 見かけの地温勾配が急に小さくなっている。 さらに 当時発表されていた震源域は 上に述べた地温勾配の大きい範囲内におさまりかつ その急変帯の南西側に張り出していない。 以上の3点から 著者らは えびの地震群の震源域がさらに北東方向へひろがるのがあっても この急変帯の南西

表13 加久藤地区源泉の概況

項目	深度	泉温 (温度勾配)	坑底温度 (温度勾配)	備考
源泉名				
群 山 氏 用 水	100m前後	27.0°C (9.0°C)		昭和35年頃掘さく
前田氏用水(1号)	100m	24.4°C		昭和32年頃掘さく
	(2号)			
	120m			昭和39年頃掘さく
橋 爪 温 泉 (宝迫温泉)	450m	39.9°C (4.9°C)	50.0°C (7.1°C)	昭和6~8年掘さく

(見かけの温度勾配以外は露木・鎌田・黒川による)

表14 加久藤地区における天然ガスを目的とした掘さく井の状況

部落名	氏 名	掘さく年	深度	水温	温度勾配
中 島	西 吉 商 店	大正3年	240m	21°C	1.25°C?
	郡山齒科医院	昭和35年	110m	21°C	2.73°C
			100m±	27°C	9.00°C
	奥 医 院	昭和16年 " 36年	103m	18°C	
			110m	18°C	
	石坂齒科医院	昭和34年	106m	27°C	8.48°C
	奥 村 商 店	昭和39年	102m	24°C	5.88°C
	西 田 時 幸	昭和31年	96m	24°C	6.25°C
	井 平 正 己	昭和35年 "	110m	27°C	8.18°C
			130m	26°C	6.15°C
緒 方 商 店	昭和34年	106m	27°C	8.49°C	
小 学 校			24°C		
中 学 校			24°C		
湯 田	前 田 医 院	昭和29年	100m	26°C	8.00°C
			100m	25°C	7.00°C
松 原	岩 崎 氏				
	前 田 利 男	昭和15年	76m	23°C	6.57°C
	前 田 孝	昭和34年	92m	21°C	3.26°C
	白 坂 秀 和	昭和29年			
	永 崎 秀 治	昭和32年 昭和15年	100m 76m		
	森 岡 氏	昭和42年	76m	21°C	3.95°C

(見かけの温度勾配以外は露木・鎌田・黒川による)

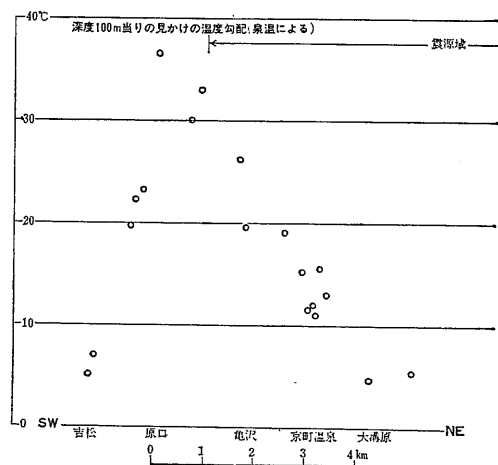


図5 吉松-京町温泉地帯の見かけの温度勾配の分布

側へひろがることはあるまいと考えた。このことは去る4月3日 私ども地質班の当面の結論の1つとして公表され テレビ・ラジオ・新聞等を通じて 大きく報道された。

このように 私どもは 政府派遣の調査団の一員としての義務感から このことを公表したものの 震源のくわしい分布が公表されるまで 一抹の不安をもっていたことを否定できない。えびの地震群の震度分布が公表されたのは 5月も下旬に入ってからであった。それによれば えびの地震群の震央分布および震源の深度分布は それぞれ図6および図7に示すとおりである。これら両図からは 地震の経過に伴う震源の移動を読みとれないきらいはあるが 私どもの予言は これら両図によって 一応裏づけられるとみてよからう。なお これら両図には 去る3月5日以後に発生した新燃岳付近の小地震の震源もいっしょに示されている。

## 6. 地質構造とえびの地震群の地質学的性格

この地方の地質構造としてもっとも注目されるのは 先に触れたように 霧島火山の若い火口列が北西-南東方向に並んでいることである。これは これら若い火口列ができる以前に 何らかの地変によって この方向に弱線——ある程度の幅を考えなければならぬので 弱帯とした方がよいかも知れない——ができ これに沿って火口列が形成されていったことを示しているであろう。

これに関連して興味深いのは 鹿児島大学の柴田秀賢教授らによって えびの地震後いち早く指摘されたよう



国道268号線線の地割れ(京町温泉南西) [宮崎県庁提供]



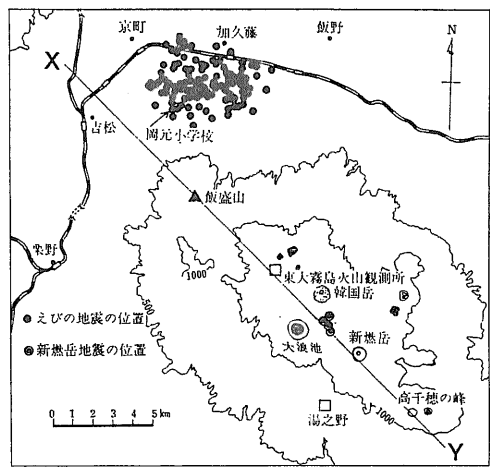


図6 えびの地震群の震央の分布(水上 武)

に 真幸駅付近では この地方の洪積層の基盤をなす変朽安山岩類のなかに 北35度西方向の鉱脈や鉱泉の跡が見られ これらも 上に述べた若い火口列の延長方向に位置している。 さらに 古く伊田一善(元所員)らによって明らかにされているように この地方の洪積層は分布地域の大部分では ほぼ水平に近く横たわっているが 柳水流・池牟礼を含み 吉松町麓からえびの町大溝原から岡元へ通ずる道路付近に至る地域では 著しい褶曲・断層によって特徴づけられている。 これらの褶曲・断層を すべて地殻変動によってできた一般の褶曲・断層と同じ性質のものとして扱うことには異論もあるが 霧島火山の若い火口列の延長方向に当るこの地域では 洪積層に地殻変動を含む何らかの原因によってできた地層の著しい乱れが見られることは確かである。

以上に述べたことから 現在の霧島火山の若い火口列が 北西-南東に走る古い安山岩類(変朽安山岩を含む)を切る弱帯——おそらく断層帯——に支配されて形成されたことは明らかである。 先に引用したえびの地震群の震央分布は 火口列そのものの延長上にあるというより少し北東側にずれているが やはりこの系列につなが

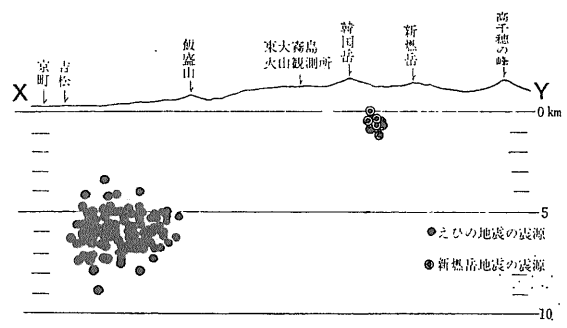
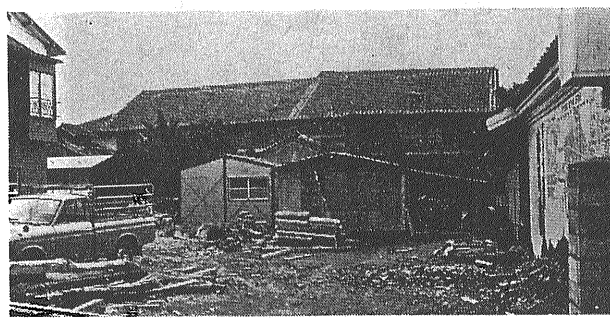


図7 えびの地震群の震源の深度分布(水上 武)

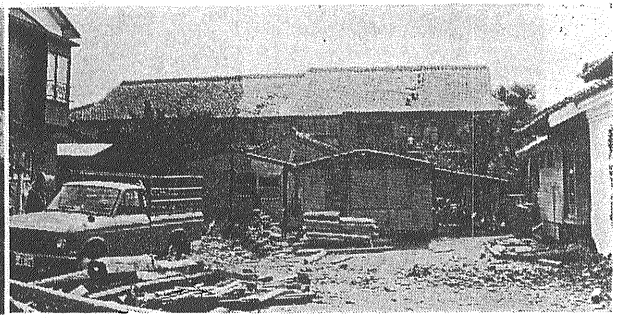
るものと見るのが自然であろう。 地震学の現状から見ると 地震の初動の押し・引きの分布が明らかにされ 発震機構の推定ができない限り 地震の性格について言々することはできないようであるが このように見ると 表現の適・不適は別として えびの地震群を火山現象の1つの現われと見ることもできるのではなかろうか。 この場合 1つ1つの地震の発震機構は 別個の問題として扱わなければならないだろう。

### 7. 国鉄京町職員宿泊所の変形・損傷

えびの地震によって多くの建造物が損害を受けたことは すでに述べたとおりであるが 学術的に見て とくに興味深い被害状況を示したのは 京町駅前の国鉄京町職員宿泊所である。 この建物は木造2階建て 上面から見ると ほぼ長方形で 棟はおよそ北東-南西方向に走っている。 大きさについて見ると 棟方向の長さは約35m 幅約13m 2階のひさしまでの高さ約7m また棟の高さは約10mである。 また 昭和初年の建造ということであるから 建造後およそ40年を経ていることになる。 このような建物の地震による永久変形のうち もっとも調べやすいのは 礎石に対する柱の変位である。 図8は この建物について この変位を調べた結果を示したものである。 変位はベクトルで示され 単位はmmである。 この変位は 礎石自体の変位がなければ 建物の変位になる。 しかし 建物の南西の床下に地割



国鉄京町職員宿泊所の屋根瓦の損傷 [北西側 日向灘地震前]



国鉄京町職員宿泊所の屋根瓦の損傷 [北西側 日向灘地震後]

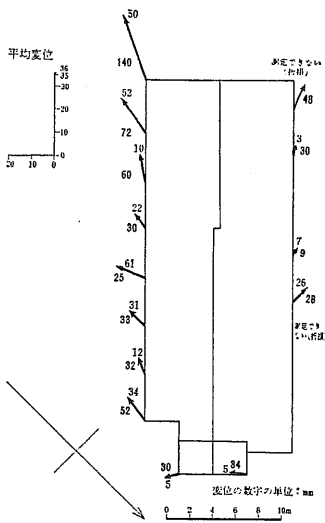


図8 国鉄京町職員宿所の平面的な変形

所かあった。図8の測定値からこの建物の平面的な平均変形を出すと次のようになる。

棟方向の変位	南西へ	36mm
棟に垂直方向の変位	南東へ	20mm
棟方向の膨張		140mm
棟に垂直方向の膨張		48mm
棟方向のゆがみ	東南側が南西へ	40mm

私どもがこの建物の変形を調べたのは 日向灘地震の前後にまたがる数時間であり それまで何回もあった大きい震度の地震による変形が重なった結果を調べたことになるが やはり主震による変形が一番きいていると考えられるので かりに変形を1つの地震によって生じたものとする その際の加速度の方向は およそ上に挙げた平均の変位から得られるベクトルの反対方向 すな

れが生じているので 実際の変位はもっと大きいであろう。

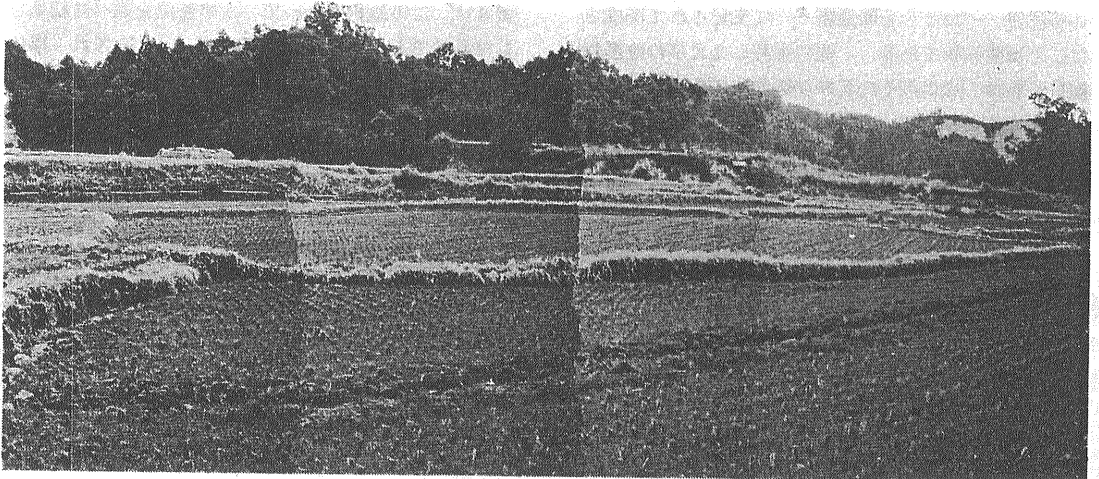
この地割れを考慮して実際の変位の大きさを算出することは 実際問題として困難なので 一応図8に示された変位について見ると この建物の地震による永久変形は 北側で小さいが破損の程度は北側の方がひどく 柱が折損していて 変位を測定しても意味のないところが 何個

わち北 13° 東の方向ということになる。

本速報の(その1)でも述べたように えびの地震による建物の被害の特徴の1つとして 屋根瓦の破損が棟に沿う上部において顕著なことが挙げられる。これは 棟方向の振動モードによるところが大きいほか 瓦が下から上に順次積み上げられていることも 一役かっているように思われる。

国鉄京町職員宿所は この屋根瓦の損傷についても興味ある特異例を提供した。すなわち 写真にも見られるように この建物の北西側の屋根瓦においては 棟に直交する方向(北西-南東)と それに斜交する方向(東-西)に沿う損傷が重なっているのに対して 南東側の屋根瓦には 棟に直交する方向に沿う損傷しか見られない。実をいえば 私どもがこの建物に目をつけたのは この特異な屋根瓦の損傷が目立ったからである。上に述べた変形の調査も この原因究明の手がかりをつかもうとして行なったものである。このような努力にもかかわらず 今のところ 私どもはこの屋根瓦の損傷の機構について 研究のいとぐちさえつかんでいない。棟に直交する方向に沿う損傷については 建物が非常に長大であり かつ 途中で継ぎ足しが行なわれていることが関係しているかも知れない。また 棟に斜交する方向に沿う損傷については 先に述べたが加速度の方向がこれに近いことと無縁でないかも知れないが そうだとすれば 棟の北西側ばかりでなく 南東側の屋根瓦にも同じ系列の損傷があってもよさそうである。以上にとりともめないことを述べたが この屋根瓦の損傷の機構について 何かとヒントを与えて頂ければ幸いである。

去る4月1日 私どもがこの建物を調査していた時 日向灘地震が起こった。先に述べたように 真幸地区におけるこの地震の震度はⅢ程度であったが 軟弱地盤



水田にできた地割れ(吉松町原口)

の上であり かつ これまでの地震によって弱っていたこの建物は ゆっくりではあったが ひどく揺れた。たまたま 私どもにはNHKのカメラマンが同行していたので この建物の揺れ動く様子を16mmのフィルムにおさめて頂いた。NHK宮崎放送局のご好意によりこのフィルムは地質調査所に寄贈され 貴重な学術資料として大切に保管されている。

## 8. 地表変動(補遺)

えびの地震による地表変動については 本速報(その1)にほとんど尽されているが 補足・説明の必要を感じさせるものが2つある。

その1つは 吉松町原口の石小川(川内川の支流)の流域に見られる田面の亀裂である。石小川に沿う細長い谷には水田があり 多雨期には湿田となるということである。えびの地震に伴ってこの水田にできた亀裂には 20cmもの高低を見せているところもある。この亀裂は 断続しながら およそ500mも追跡されるが こまかく見ると 石小川の流れの方向 田のあぜ道 あるいは農道と関連をもっていることがわかる。とくに石小川の流れに支配されるところが大きいようで 亀裂をはさんだ高低差がこの流れに向かってできていることから この亀裂は 地表近くの上層が 地震動によってすべり動いたために生じたものと考えられる。

もう1つは 地震後相当の日時を径てから 田面にできた陥没で とくにひどいところでは 田面に深さ2mもの穴がぽっかりあいてしまった。この陥没は その分布が 本速報(その1)で述べた噴砂の分布と重なっているところから 噴砂現象の際 水と砂が噴き出してしまったため地下に空間ができ その上に当たるところが落ちこんだものと考えられる。

## 9. 建造物の被害状況(補遺)

建造物の被害状況については 先に述べた国鉄京町職員宿泊所のほかにも 補足・説明の必要を感じさせるものが数例ある。

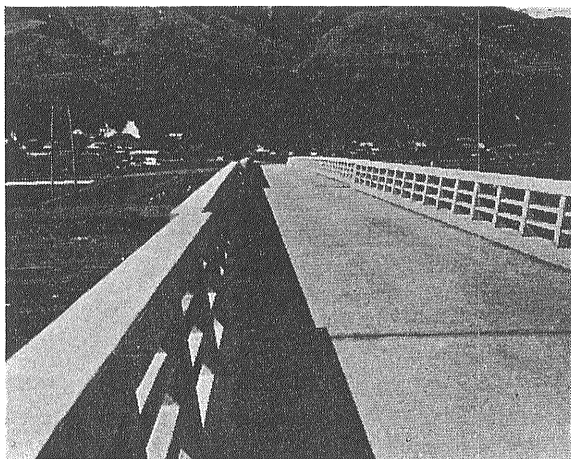
そのうち 橋に関するものが2例ある。その1つは上真幸橋で 橋の中間の上部構造に著しい横ずれが見られるが これは 橋が大きな加速度の方向とおよそ直交していたため 上部構造が橋脚から離れて横ずれを起こしたものである。他の1つは池島橋に見られる橋脚の沈下である。池島橋は震源域から相当はずれた飯野地区にあるが その中央部の1橋脚が著しく沈下してしまった。この沈下は主震によって生じたものであるが 去る3月25日の地震の際 さらに進行したといわれる。飯野地区は ブロック塀の倒壊以外に見るべき被害の

ほとんどなかったところで この橋脚はよほど悪い地盤に基礎をおいていたとしか考えられない。新潟地震では 橋脚が地中に吸いこまれてしまった例があるが この地方の軟弱地盤はそれほど厚くないので 設計に先立って 土質調査が完全に行なわれていたなら このような被害を出さずにすんだものと思われる。なお この橋脚を中心として 土地そのものも円形にくぼんでおり その外縁は田面の弧状の亀裂によって画されている。

墓石の転倒のひどい例は 京町温泉南東の岡元部落に残っていた。ここでは 墓石の多くは同じ側に転倒しており 大きい加速度方向を おぼろげながら示しているようである。また 墓石のなかには 台座の上で回転しているものもあった。

主震によって半壊状態となった民家の補強は 手まわしよく かつ おおむね適切に行なわれていたようである。木造2階建の家屋は 地震によって 1階と2階の間で柱が折れやすいものであるが 主震によってひび割れができたものでも 鉄材等による補強が適切に行なわれた家屋は 去る3月25日の地震の際 損傷の度を増すことがなかった。一方 補強の困難なブロック造りの半壊家屋のなかには 3月25日の地震のため 無残に倒壊してしまったものも見られる。

3月25日の地震では 家屋の被害が加久藤地区にもひろがったと報道されたが これはえびの地区では 主震の際に倒されるべき家屋がほとんど倒れてしまったのに対して 加久藤地区以東では 主震で相当の損傷を受けたが倒壊には至らなかった家屋が残っていたためであろう。また 加久藤地区の主震による全壊家屋のなかには 白蟻によって内部の木材がくい荒された土蔵が含まれている。この土蔵は いわば 内外の壁だけによって支えられていたものであり このような暖地における



橋梁の横ずれ(京町温泉上真幸橋)

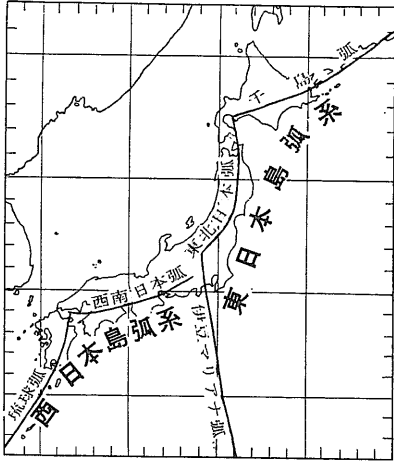


図9 日本およびその付近の島弧 (杉村新・上田誠也)

木造建築には 白蟻防除対策の必要なことを強感させられた。

10. 日向灘地震とえびの地震群

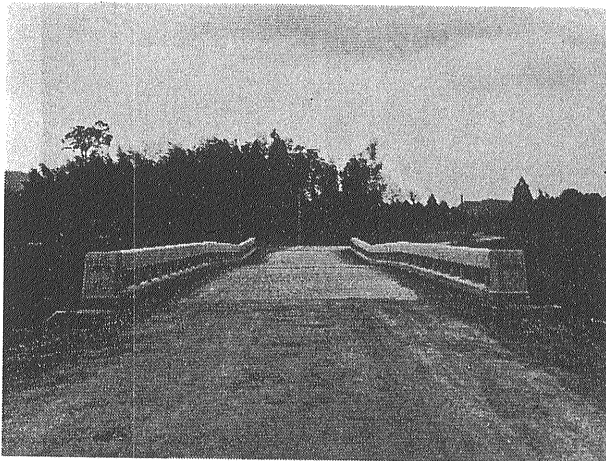
よく知られているように 世界の地震活動は 島弧一造山帯系と リフト (rift) 一海洋中央海嶺系に集中している。そして 後者には震源の浅い小規模な地震だけが発生しており 地震によって発散されるエネルギーについて見ると 前者 とくに島弧系が卓越している (杉村新・上田誠也の弧状列島Ⅱ——科学 38巻 3号 1968による)。

地質学的ならびに地球物理学的な研究の進歩は これまでの島弧論に大変革をもたらし 最近では 日本周辺の島弧は 図9に示すように 千島弧・東北日本弧・伊豆・マリアナ弧の3弧からなる東日本島弧系と 西南日本弧・琉球弧の2弧からなる西日本島弧系に系統づけられている。そして 日本周辺の地震の大部分は 震源の深さが60km以内で 震源地は東北日本の太平洋側の三

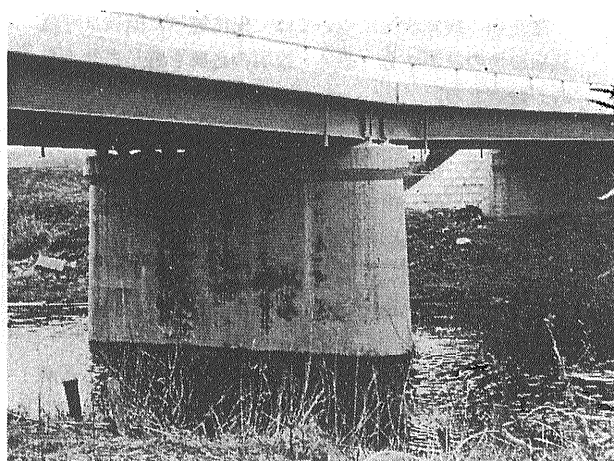
陸沖などに集中している (図10)。一方 西南日本弧においては 浅い地震の震源は 東北日本弧の場合ほど太平洋側に集中していない。しかし 琉球弧の北部の太平洋側に当る日向灘は 三陸沖にやや似ているが 震源の密集域はずっと小さい。

このように 日向灘は西日本における唯一の震源密集域で 今回の日向灘地震もここで発生した。マグニチュード7.7というこの地震の規模は 災害記録から推定されたマグニチュード7.6の寛文2(1662)年の外所(とんどころ)地震の規模をやや上まわるものと思われ 宮崎県の地震記録誌上最大のものであった。ちなみに 宮崎地方気象台の調べによれば 外所地震以後の宮崎県のおもな地震は表15のとおりで 大地震の震源はすべて日向灘にある。

先に述べた島弧に関する考え方の変化に関連して 最近 わが国の火山帯の考え方にも 大きな変革が行なわれた。わが国では 明治の初年以來 富士火山帯・那須火山帯等々の多くの火山帯が識別されていたが 火山帯を地質学的に意味のある帯状分布としてとらえるならば 千島から東北日本を通過して伊豆七島・火山列島に続く東日本火山帯と 中国地方の大山に始まり 九州から琉球に抜ける西日本火山帯になるとというのが最近の考え方である。地質学的に意味あらしめる要素の1つとして 火山の活動年代として どのくらい古いところまでをとるかを限定しなければならぬが 日本周辺の活火山および第四紀火山の分布を示した図11から明らかのように 明治以後にも活動したものと定義されている活火山だけをとりあげても また 第四紀に入ってから活動したものの全部を含めても 上記の帯状分布が明瞭に認められる。しかし それ以前にまでさかのぼると 分布はあまり帯状ではなくなる。このようにして認定さ



橋脚の沈下(えびの町飯野地区池島橋)



橋脚の沈下(左と同じ)

れた東日本火山帯および西日本火山帯がそれぞれ 東日本弧および西日本弧系に対応していることには 異論をさしはさむ余地がない。これは 日本周辺に現在のような島弧が確立されたのが 第三紀末あるいは第四紀初頭 すなわち 地質学的にはごく最近のことであることを示す重要な事実である。

さて 図11にも明らかなように 火山帯の海溝側には明瞭な線を引くことができるが 反対側の縁は不明瞭である。これは 地質学的事象がすべて島弧に沿って帯状に配列しており かつ 島弧の軸に対して 非対称的に分布していることの1例でもある。以上に述べたことから 火山帯の海溝側の縁は 『火山帯のフロント(front)』と呼ばれている。

火山岩の性質にも 島弧に平行な帯状配列をとる傾向がある。現在でこそ 火山岩の玄武岩質本源マグマに地域性のあることが広く認められているが 昭和7(1932)年 わが富田 達博士によって提唱されたこの考え方は その後長い間あまりかえりみられなかった。この考え方に沿って火山岩岩石学が新しい軌道にのり始めたのは ようやく昭和25(1950)年ころであった。この玄武岩質本源マグマの地域性は 昭和35(1960)年 久野 久博士によって公表された図12にもよく表現されている。すなわち 東日本火山帯について見ると 久野博士の分類によるソレイアイト玄武岩マグマに由来する火山は フロントの近くに並び 高アルミナ玄武岩マグマに由来するものはそれよりやや大陸側に また アルカリ玄武岩マグマに由来するものはさらに大陸寄りに

見られる。一方 西日本火山帯のフロントの近くには ソレイアイト玄武岩マグマに由来する火山がなく 高アルミナ玄武岩マグマに由来するものが並んでいる。

以上に述べたことから明らかなように 地質学的に見ると 今回の日向灘地震の震源は 表15の諸地震のものと同様に 西日本火山帯のフロントの太平洋側にある。一方 えびの地震群の震源は 同火山帯のフロントの反対側に接する高アルミナ玄武岩マグマに由来する火山帯そのもののなかに位置している。

日向灘地震後 これとえびの地震群との関連性について かなりはでな論争が新聞紙上に展開された。なるほど 上に述べたように こまかく見ると 両地震のエネルギーが貯えられたところは 地質学的にも異なるところであるし その貯えられ方にも相異があると考えるのが自然であろう。一方 もう少し広い視野に立って見ると 両地震のエネルギーが貯えられたところは 1火山帯 すなわち 西日本火山帯のフロントの外側と内側だけの相違ということになる。したがって 構造地質学的に両地震を見ただけでは 関連性があるともないともいえないので 次に これまでの地震の実例について 資料を整理して見よう。

近年60年間について見ると まず 大正2年4月に日向灘に2回の強震が発生したが 同年5月には 当時の真幸町——現在のえびの町真幸地区——を中心とする地震群が発生して 8月まで続き 9月中は静穏であったが 10月・11月には 再び地震の発生を見た。この地震群には 震度IVおよびVのものも 幾個が含まれていた。その後の注目すべきものは 昭和36年2月から

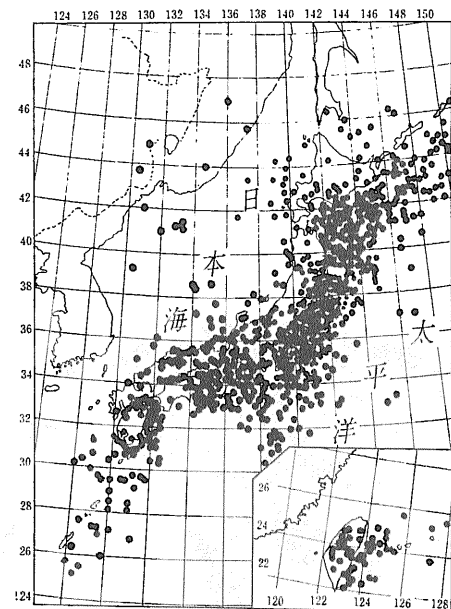


図10 日本およびその付近の「顕著な」および「やや「顕著な」地震の震央の分布(坪井忠二)

表15 宮崎県のおもな地震

年月日	時分	震源地	震度	備考
寛文 2. 9.20		日向 南岸		死傷者多数 住家全半壊3,800戸
明和 6. 7.28		響崎 東方沖		住家全半壊6戸
明治32. 3.24		日向 南部	烈震	
	42.11.10	日向 遠洋		住家全半壊5戸
昭和 4. 5.22	01. 35	宮崎沖 30km	5	
	6.11. 2	北緯32°22' 東経132°6'	5	
	7. 5. 3	志布 志港	4	
	14. 3.20	12. 22	4	死者1人負傷者1人
	16. 7.20	0. 13	4	
	16.11.19	1. 46	5	負傷者5人
	17. 4.13	22. 06	4	
	18. 4.12	18. 01	4	
	19. 1. 5	11. 54	4	
	23. 5. 9	11. 09	4	
	36. 2.27	3. 11	5	死者1人負傷者4人
	36.11.27	14. 57	4	

(宮崎地方気象台調べ)

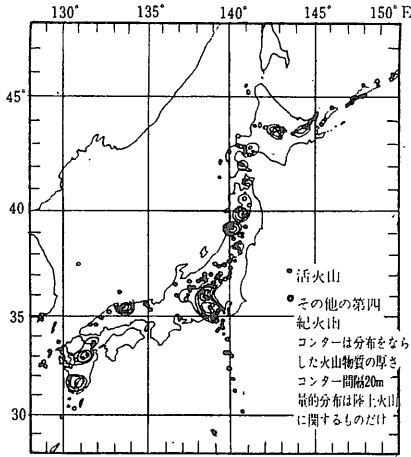


図11 日本およびその付近の火山  
●は活火山 ○はその他の第四紀火山 コンターは分布をならした火山物質の厚さ コンター間隔は20m 量的分布は陸上火山に関するものだけ (杉村 新ほか3名)

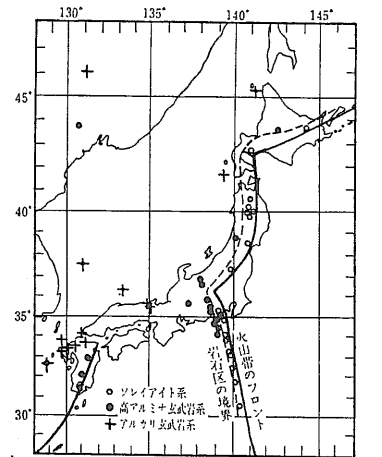


図12 日本およびその付近の火山岩石区  
○はソレイイト系 ●は高アルミナ玄武岩系 +はアルカリ玄武岩系 実線は火山帯のフロント 破線は岩石区の境界

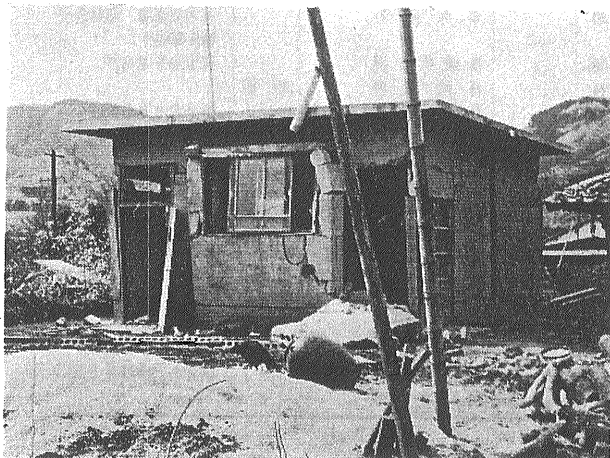
4月にわたって 真幸地区に発生した地震群で それには震度IVおよびVのもの若干含まれていた。 東京大学地震研究所の観測によれば この地震群は 霧島火山群の北西端の飯盛山から 真幸地区・吉松町にかけて 地下2kmから10kmの深さで起こったものである。 この地震群は 昭和36年2月27日午前3時10分過ぎから発生したものであるが これより数分先立って 日向灘に強震が発生している。 この場合には 被害の大きかった日向灘のものが大きく報道され えびの地区のものは あまり知られていないようである。 また 今回の日向灘の地震も えびの地震群の主震後およそ40日 また 3月25日の地震後数日という時点で起こっている (図13)。

以上のように見てくると 日向灘地震とえびの地震群

とは まったく関連性のないものとは考えたいが しかれば この関連性は 具体的にどんなものと考えたらよいであろうか。 これについては 先に述べた両地震の震源の構造地質学的位置に照らしても 次に引用する東京大学地震研究所長水上武博士の見解が 現在のところ一番穏当のように思われる。

「加久藤カルデラ地域は 地下2～3kmから10kmの深さに地震を起こすストレスが集中するところがあり そのストレス蓄積の速度も早いところで いわゆる地震の巣の1つである。 また 日向灘は地下約30～70kmの深さに地震を起こすストレスが蓄積されるところであって これまた地震の巣である。 これら両地域の地下にストレスを生ぜしめる原因は別々のものであってもよい。 むしろ違った理由によるものなのであろう。 しかし 今回えびの町では 震度6・5・4等の強い地震が幾回か起こった。 これら地震動は地震の波となって 当然日向灘の海底下にも伝わり そこではおそらく震度4・3・2等の震動になっているはずである。 つまり 日向灘の地震の巣が えびの町で起こった地震によって 何らかの影響を与えられたと考えることができよう。 逆に 7年前の日向灘の強震に えびの町付近の地下数kmの地震の巣に 同様の影響を与えて すでにそこに蓄積されていたストレスが 機会を得て 群発性の地震となって解放されたと考ええることは それほど不合理ではないであろう。」

11. 霧島火山群の活動とえびの地震群  
先に述べたような えびの地震群が その発震機構はともかく 火山現象の1つの現われとも見られることか



辛じて原形を止めたブロック造りの家屋 (吉松町原口) 3月25日の地震前の状態



3月25日の地震によって倒壊した左の家屋

らも推測されるように この地震群と関連性がありそうな霧島火山群の活動が 今回も認められた。すなわち図12にも示されているように 3月6日以後 新燃岳付近に 微小地震や火山性脈動が発生した。これは何も今回に限ったことではなく 歴史的に見ても 真幸地区付近に地震群が発生すると 新燃岳・高千穂峯の活火山が活動を示すことが多かった。たとえば 大正2年の地震について見ると その終息直後の11月 霧島火山群の南端の高千穂峯が久しぶりに噴火を開始した。また昭和36年の地震群発生の際にも その終息後 霧島火山群中の新燃岳付近に きわめて浅い地震が群発したが 噴火の発生には至らなかった。

以上に述べたことから明らかなように 今回のえびの地震群と同じ震源域をもつ地震群は 霧島火山群の地下活動に 大なり小なり影響を与えている。したがって 今後新燃岳や高千穂峯の噴火が発生しないという保証はなく 充実した観測陣で監視を続け いつでも噴火警報を出せるようにしておかなければならない。

## 12. 琉球弧北部の西日本火山帯の活動とえびの地震群

えびの地震といえは すぐ引き合いに出されるものの1つに 桜島火山の噴火がある。これが 霧島火山帯という古い誤った考え方にとらわれた発想からきていることは これまでに述べたことから 明らかであろう。現代流に考えれば これは 琉球弧北部の西日本火山帯の活動という観点からとらえなければならない問題であって 阿蘇山や南西諸島の火山活動も含めて議論すべき問題である。

これまで 阿蘇山は瀬戸内火山帯という架空の火山帯の所属とされており 霧島火山群や桜島火山とはまったく別個のものという考えが抜け切っていないためか 今回のえびの地震群の発生に際して 桜島火山の活動については 新聞でもかなりのスペースをさいて報道された

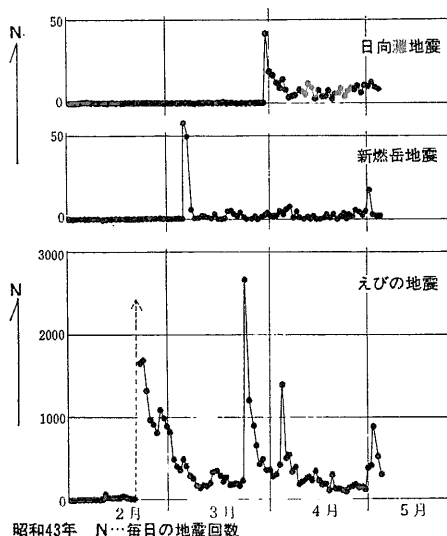
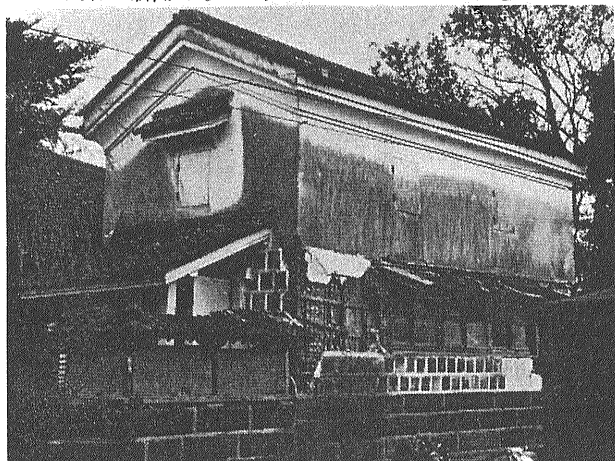


図13 えびの・新燃岳・日向灘地震の回数(水上武)

が 阿蘇火山の活動は 報道されることはあっても えびの地震群とはまったく切り離された形で報道された。以下は 去る4月8日付の西日本新聞の記事の抜粋である。

「ことし2月以降 なりをひそめていた阿蘇中岳第1火口の火山活動が再び活発化したため 熊本県阿蘇郡阿蘇町の阿蘇火山防災会議協議会は7日午後1時 第1次規制の措置をとり 第1火口から500m以内の観光客の立ち入りを禁止した。同日午前阿蘇測候所の臨時火口情報によると 中岳第1火口は 5日午後8時40分頃から 孤立型の火山性微動を起こし始め 現在まで最大4マイクロン 平均2マイクロンの振幅で 1日300回から400回にわたって群発している。6日ごろから 火口は火山灰を噴き出し始め 噴煙は白色に変わっている。青白ガスの量もふえ 火口底は全体に赤褐色になって 地下活動の激しさを現わしている。これらの変化から見て 同測候所では 第1火口周辺は当然危険であり じゅうぶんな注意が必要といっている。



土蔵の外壁の損傷(えびの町加久藤地区)



倒壊した土蔵 左の写真と同じ敷地内にあるが 内部の木材が白アリに食い荒されていたためにこの惨状となった

こんどの活動が火山爆発に直接つながるかどうかわからないが 同測候所に大型の3点地震観測機が設置された。昭和39年春以降 これほど多様な孤立型微動が現われたことは初めてである。孤立型の微動は連続型の微動とともに火山性の地下活動を示す目安になるもので連続型のものより火山性の地震に近い性質をもち震源も火口底から1km前後と比較的浅い位置での動きと推定されている。

一方 桜島南岳は 5月初めから活動が活発となり ことしに入ってから 爆発回数は 5月28日までに31回であるが そのなかには 5月9日以後の分が16回も含まれているということである。とくに 5月29日には 午前2時半ごろから約2時間にわたって 震度IV(中震)を含む有感地震が16回も起こった。このような現象は過去に 昭和35年3月29日と 昭和42年5月25日から26日にかけての2回あり その時は火口に熔岩がせり上りその後活発な爆発が起こっている。震度IVというかなり強い地震を感じたのは 昭和13年以来13年ぶりのことである。今回の桜島南岳の活動は 過去2回のものに比べてはるかに規模が大きく 今後の動きに注意する必要があることは 阿蘇山の場合以上であろう。

さらに南へ目を転ずれば 鹿児島県口永良部島が 昭和41年から同42年にかけて 何回か噴火している。

以上に述べたことから 最近 琉球弧北部の西日本火山帯の動きが活発になったことは間違いなく この火山帯の一部に蓄積されたストレスの解放に起因するえびの地震群も この一般的傾向の現われの一環をなすものとして位置づけられるべきものと考えられる。この意味から本速報(その1)で指摘しておいたように 琉球弧北部の西日本火山帯 すなわち 一般に霧島火山帯として知られているものを北に延長して阿蘇山を含めた火山帯の地質学的・地球物理学的総合研究の必要性が 大きくクローズアップされてくるが それなくしては まこ

とに心細い現在の調査・研究体制である。

### 13. 温 泉 (補遺)

吉松・京町地区の温泉についても 本速報(その1)で述べたところに補足の必要を感じさせることが 23出てきた。

#### (1) 洪積層を母層とする温泉

この地方の洪積層を母層とする温泉が 加熱された深層地下水にほかならないことは 本速報(その1)で述べたとおりである。このような温泉の存在についてはすでに著者の1人福田が 超深層地下水の問題に関連して予言しておいたが はからずも この地方においてその存在がはっきりしたわけである。超深層地下水の調査・研究となると 試験井が1,000~2,000mという深度のものになるため 予算措置がなかなか困難であるがこの地方の温泉を対象として超深層地下水の小型モデルという観点から調査・研究を行なうことによって 超深層地下水の実体究明および開発に役立つ知識がある程度まで得られるであろう。

深層地下水が浴用にたえるまでに加熱されるためにはそれ相応の熱源が必要であるが この地方の熱源の実体についても 今回ある程度の見通しが得られた。それは 京町共立病院の温泉井の掘さくに際して 8深度点において坑底温度の測定が行なわれており その結果が記録されていたからである。この温泉井の坑底温度の分布は 図14に示すとおりである。本図に明らかなように 温度勾配は 洪積層のなかと 古い安山岩類(変朽安山岩類を含む)のなかでは かなり異なっており前者の方がはるかに大きい。これは明らかに地下水の影響によるものであって この部分の温度勾配を 熱源の問題の材料として採用することは危険である。この



国鉄京町職員宿泊所の浴場の損傷



T形の鉄材で補強された柱と梁(えびの町真幸区)



倒れた墓石群 (えびの町真幸区岡元) 墓石は左側に倒れ落ちたものが多い



点については 古い安山岩類中のものを採用すべきであろう。 図14に示された数値から この温度勾配は次のように算出される。

$$\begin{aligned} \text{温度勾配 } (\partial T/\partial m) &= (75-59)^{\circ}\text{C}/(360-500)\text{m} \\ &= -11.4^{\circ}\text{C}/100\text{m} \\ &= -(1.14 \times 10^{-3})^{\circ}\text{C}/\text{cm} \end{aligned}$$

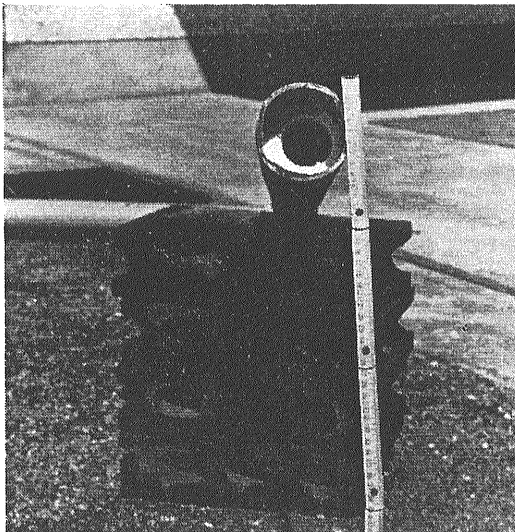
また 地殻熱流量 ( $Q_s$ ) は 熱伝導率を  $\kappa$  とすると  $-\kappa \frac{\partial T}{\partial m}$  なる式から算出できる。 本地方の古い安山岩類 (変朽安山岩類を含む) については 熱伝導率にはおよそ  $-5 \times 10^{-3} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec}$  とされているので この地殻熱流量  $Q_s$  は次のように計算される。

$$\begin{aligned} Q_s &= -5 \times 10^{-3} \text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \times -1.14 \times 10^{-3} / \text{cm} \\ &= 5.70 \times 10^{-6} \text{cal}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \\ &= 4.91 \times 10^6 \text{cal}/\text{km}^2 \cdot \text{day} \end{aligned}$$

水 1 kg の温度を  $1^{\circ}\text{C}$  上昇させるのに必要な熱量は 改めて述べるまでもなく  $1 \times 10^6 \text{cal}$  である。 先に述べたように この地方の地表に近いところの水温は およそ  $18^{\circ}\text{C}$  と考えられるので かりにこれを  $50^{\circ}\text{C}$  に上昇させる場合 ( $32^{\circ}\text{C}$  の温度上昇) を考えると 京町共立病院の温泉井の資料から得られた熱流量では  $1 \text{km}^2$  の面積について 1 日当り  $1.53 \times 10^9 (= 4.91 \times 10^6 \div 32 \times 10^6) \text{kg}$  の  $50^{\circ}\text{C}$  の水が得られることになる。 吉松一京町温泉地帯のような堆積盆中の温泉母層に対する水の供給は 途中に不透水層がある関係上 決して上方から垂直に行なわれるものではなく 堆積盆の形にしたがって ななめ側方から行なわれ その下方への移動の間に徐々にあたためられるのであるから 熱の供給を考えてよい面積は およそ受水面積に等しいことになる。 この温泉地帯の受水面積はおよそ  $20 \text{km}^2$  であり かつ 上に述べた京町共

立病院の資料から算出した単位面積・単位時間当りの熱流量は この地方としては大き過ぎる値ではないので 熱の問題だけを考えると この温泉地帯においては  $50^{\circ}\text{C}$  の温泉を 1 日おおよそ  $3,000 \text{t}$  消費しても 泉温の低下をきたすことはない計算となる。 ただし この温泉地帯の適正消費量を算出するには 水収支も考慮しなければならないし お湯をわかす場合の燃料に当る地殻熱流量についても さらに多くの資料を得て検討する必要がある。 この地方の温泉にメタンを伴うものがあることについても 本速報 (その 1) で述べておいたが もっともガス量が多かったのは 大王温泉の 1 日当りおおよそ  $2.3 \text{m}^3$  であった。 これはおおよそ 3 世帯分 の家庭燃料をまかなえる量である。 そのほかにも 1 世帯分程度のメタンを伴うものが数例あったが 利用しているのは吉松町の原田温泉だけであった。 しかし メタンが温泉に伴うことは 温泉井の立場から見ると 喜べない場合が多い。 この地方でメタンが多いのは加久藤地方であり その層が吉松一京町温泉地帯にも伸びているのであるが メタンの多い層の深度は深さ  $100 \text{m}$  前後のところであり それより深い井戸からメタンが産出していることは 井戸管が破れていることを示すことになる。 その証拠には メタンを伴う井戸の泉温は その付近の同じ深度のメタンを伴わない井戸の泉温より低いのが普通である。

加久藤地区では メタンを分離した後の水が多少温度が高いことを利用して 金魚や鯉をかけている例があるが 相当大きな池で利用しているにも拘わらず魚が死んだり 目がとび出したりするため メタンを伴う水には毒性があるのではないかという質問を受けた。 これは



固着したスケール (京町温泉月見荘)



自家用のガス分離槽 (吉松町原口温泉)

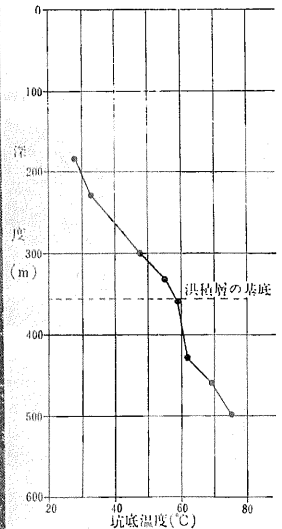


図14 京町共立病院温泉井の坑底温度分布

実は地下深部の地下水には酸素が含まれていないためであって 水管に小さな孔をたくさんあけて水を落したり 簾のようなものを通して水を落す等 空気との接触面積を大きくして 酸素をじゅうぶん溶けこませてから利用すれば 上のようなことは起こらないのであるから 冬でもあたたかいこの水を 淡水魚の養殖等にも 大いに利用してもらいたいものである。

本速報(その1)で古い安山岩類の上部から湧出しているとしたあけぼの荘の温泉については 再検討の結果 洪積層の下部には含まれる熔結凝灰岩と 洪積層の基盤をなす古い安山岩類の間から湧出している疑いが出てきた。もしこの見方が正しく かつ この溶結凝灰岩が連続性に富むのであれば 洪積層を母層とする温泉が溶結凝灰岩を境として 2大別されることになる。この考えの当否は この地方の今後の温泉開発の方針を定めるに当って 大きく影響するので 早急にその当否を確認するための調査を行なう必要がある。

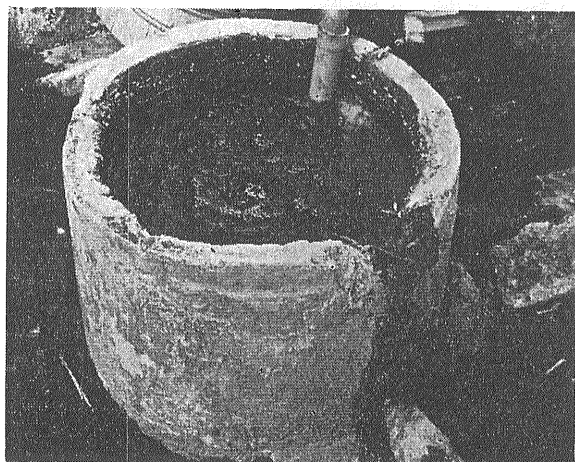
(2) 古い安山岩類(変朽安山岩を含む)を母層とする温泉

この種の温泉のなかには スケールの付着が著しくほとんど実用にたえないものがあることは 本速報(その1)で述べたとおりである。そのうち 月見荘のスケールの分析値は 次のとおりである。

炭酸カルシウム [CaCO <sub>3</sub> ]	94.20%
炭酸マグネシウム [MgCO <sub>3</sub> ]	0.76%
硫酸カルシウム [CaSO <sub>4</sub> ]	1.23%
珪酸 [SiO <sub>2</sub> ]	0.03%
塩素イオン [Cl <sup>-</sup> ]	痕跡
アルカリイオン [K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> ]	痕跡
灼熱減量 [Ignition loss]	38.8%

備考 1) 微量元素(フッ素・ヨード・ブロム)および硼酸等の分析は省略した

2) 灼熱減量は炭酸ガスと結合水(H<sub>2</sub>O)と思われる(官崎県工業試験場 調査分析部 分析)



温泉に伴うメタンガス(えびの町真幸区亀沢大王温泉)

上の分析値から明らかなように スケールの主体をなすものは炭酸カルシウム[CaCO<sub>3</sub>]であり これは源泉中の重炭酸カルシウム [Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] が酸化されてできたものと考えられる。スケールが付着するのは 地表下20m程度までといわれているが 付着の速度が大きく 2~3カ月で 2.5"管の内径が1/3程度になってしまう上に スケール自体が非常に固く 所有者は対策に苦慮しているが 私どもにも名案はない。この際 深く掘りさえすれば何とかなるという安易な考え方を捨てて 既存の良質な温泉のあり方を徹底的に調べて 無理のない最大限の利用を真剣に考えるべきであろう。

著量の炭酸ガスを伴う温泉のうち 吉田温泉については 本速報(その1)で述べたが 今回 そのほかにも未利用のものがあることがわかった。それは永野温泉である。井戸の口元の囲いが坑口より低いので 簡便法でガス量を計ることはできなかったが 吉田温泉鹿の湯の半分程度のガス量はあるように思われる。永野温泉の坑底が古い安山岩類(変朽安山岩類を含む)に達しているかどうかは 記録の不備のため確かめ得なかったが 炭酸ガスそのものがそれから供給されていることは確かである。そのほか 吉田温泉の南西およそ 500mのところにあった釜ヶ通温泉も 前者と同系統の温泉で 著量の炭酸ガスを伴っていたということである。このように 吉田温泉の周辺は炭酸ガス資源の開発に大きな希望をもてるが それを目的とする本格的な調査に先立って既存の坑井について ガス量・水量の厳密な測定を行なうほか 坑底圧の測定を行なう等 油層工学の理論・技術を導入して その実体を明らかにしておかなければならない。

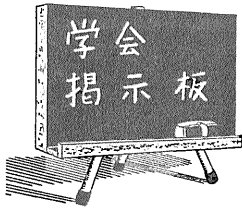
14. む す び

先に述べたように 私どもの調査・研究の成果の概要は 他の諸班のそれとともに 去る3月10日 総理府から公表されている。それに基づいて 政府は さらに突っこんだ調査・研究の必要なことを認め この地方の地質構造の究明を中核とする研究に対して 科学技術庁所管の特別研究調整費の支出を決定した。予察調査後短期間でここまでこぎつけることができたことは むしろ異例のことといつてよく 総理府をはじめとする関係省庁の努力もさることながら このような科学的な基礎調査研究の必要性を政府に強く訴えた地元地方自治体の科学技術に対する深い認識に対して 私ども予察調査研究にタッチしたものと 心から敬意と謝意を表明したい。しかし 上記の措置によって調査・研究できるのは 震源域および被災地を中心とする限られた地域であり かつ 直接・間接に探査できる深度もじゅうぶんと

はいえない。これまでに述べたことから明らかなように 飯盛山北麓の地震の巣は 現在の科学技術の手のとどく範囲内にあり 地震に関する総合的な研究のモデルフィールドとして これ以上によい条件を備えたところは おそらくないであろう。このような観点から今回の特別研究調整費による調査研究に引き続いて さらに本格的な調査研究を実施できるような措置がとられることを 私どもは心から期待している。また 問題とな

っている地震相互の関連性 および 地震と火山活動との関連性を明らかにすることも 地震予知・噴火予知の点から 当面の急務の1つであり 調査研究地域を琉球弧北部の西日本火山帯およびそのフロントの外側の海底に拡大し 現在の地殻関連科学の総力をあげて 総合的な研究を行なって 地震予知・噴火予知に対する国民の期待に 1日も早くこたえたいものである。

(えびの・吉松地区地震 総合技術調査団地質班)



・日本分光学会

1. 昭和43年11月6日 (水)～8日(金)
2. 第4回応用スペクトロメトリー 東京討論会
3. 東京都立産業会館 (千代田区大手町1-2)
4. 応用物理学会・質量分析学会・日本

化学会・日本分光学会・日本分析化学会

5. 東京都渋谷区本町1-1-5 東京工業試験所内  
社団法人 日本分析化学会気付 東京討論会実行委員会  
Tel. (03) 377-5211 内線310

2. 秋季連合学術講演会

3. 岡山市津島 岡山大学
4. 日本鉱物学会 日本岩石鉱物鉱床学会 日本鉱山地質学会
5. 東京都中央区銀座西8-7 日本鉱業会館  
日本鉱山地質学会 Tel. (03) 573-3997

・日本古生物学会

1. 昭和43年9月22日(日)～24日(火)
2. 第100回例会・個人講演・記念講演・コロシアム「化石硬組織内の同位体」・見学旅行
3. 金沢大学理学部および教養部
4. 日本古生物学会
1. 東京都文京区 東京大学理学部地質学教室内  
日本古生物学会 Tel.(03) 812-2111 内線3286

・日本地質学会

1. 昭和43年9月27日(金)～29日(日)
2. 第75年秋季大会
3. 清水市折戸 東海大学海洋学部
4. 日本地質学会
5. 東京都文京区 東京大学理学部地質学教室内  
日本地質学会 Tel. (03) 814-0549

・物理探鉱技術協会

1. 昭和43年10月3日(木)～5日(土)
2. 昭和43年度秋季大会
3. 秋田市手形学園町 秋田大学鉱山学部
4. 物理探鉱技術協会
5. 川崎市久本 地質調査所内 物理探鉱技術協会  
Tel (044) 86-3171

・三 鉱 学 会

1. 昭和43年10月12日(土)～14日(月)

[注] 1. 開催年月 2. 会合名 3. 会場  
4. 主催者 5. 連絡先(掲載順位は原稿到着順)

新刊紹介

D. S. コルジンスキー著

鉱物共生の物理化学

小林英夫・端山好和 共訳  
鉱物共生の問題に関する研究は ソ連において最も精力的に進められてきた分野のひとつで 著者はその代表的な研究者として有名である。 鉱物共生の解析は ギブスの相律 エスコラの鉱物相原理に代表されるように 従来 閉鎖系における物理化学平衡の問題として取り扱われてきた。 著者は完全移動成分を持つ系の概念を導入することにより 従来の閉鎖系における法則が開放系の場にまで拡張適用されることを示した。

本書は こうした鉱物組み合わせの解析の際に要求される物理化学的な考え方を 筆者の新しい研究成果も含めて 教科書的に集めたものである。 本文は 第1章で鉱物組み合わせの解析に必要な熱力学の基礎知識を 第2章で射影幾何学によ

る多成分系の表現法を解説し 第3章で一定の外的条件下での化学組成と鉱物組成関係を大系化している。 第4章では 完全稼働成分の概念 著者の考案になる行列式による反応計算法 および多成分系の多東線図の性質に関する論議など 主として著者独自の研究を通して 鉱物組成と外的条件との関係について論じた。 最後に 第5章で1～4章までの知識をもとにして 鉱物組み合わせの解析を実際に地質学に適用する際に注意すべき点について指摘している。

従来 地質学的現象を熱力学的に考察する際には 多数の物理化学の教科書を参照しなければならなかった手数を、本書は大幅に緩和してくれる。 多くの地球科学者にとって必携の教科書といえよう。

英訳版: D. S. Korzinskii, Physics-chemical Bases of the Analysis of the Paragenesis of Minerals, Consultant Bureau, New York, 1959.

A5判 272頁 ¥1,850 発行 ラティス 東京都豊島区雑司谷2-25-4 Tel (03) 987-4748 発売 丸善株式会社