

本資料は2000年3月31日付で  
登録区分変更する。 [技術展開部技術協力課]

## 4 チャンネルカーボン調査

(昭和62年度成果報告)

1988年11月

動力炉・核燃料開発事業団  
中部事業所 環境地質課

本資料は、核燃料サイクル開発機構の開発業務を進めるために作成されたものです。したがって、その利用は限られた範囲としており、その取扱には十分な注意を払ってください。この資料の全部または一部を複写・複製・転載あるいは引用する場合、特別の許可を必要としますので、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184  
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

## 4 チャンネルカーボン調査

### 目 次

	頁
1. はじめに .....	1
2. 岩手県遠野市周辺地域 .....	2
3. 青森県北津軽郡市浦周辺地域 .....	12

以 上

#### 4 チャンネルカーボン調査

##### 1. はじめに

我が国における地質環境の適性について評価するための広域調査における評価手法開発の一環として4チャンネルカーボン車による調査を実施した。対象としたのは次の2地域である。

地域名	地区名	対象岩石	解析対象
北上	遠野市周辺	花崗岩	リニアメント・構造線
津軽	市浦	新第三系, 火山岩	活断層, ガス徴

##### 2. 岩手県遠野市周辺地域

(1) 調査目的 本調査は活断層・断層・節理等の区分・破碎帯規模(巾)の把握を目的とし、それに対する4チャンネルカーボン調査の適用可能性について探るため、現地における調査を行った。それと既知のリモートセンシングによりユアメントデータ及び地質団を手がかりに取得したデータを比較検討した。

(2) 調査面積 ・面積 217.5 km<sup>2</sup> (東西15km×南北14.5km)  
・測線 26R 125.27 km

(3) 地質概況 北上山地のほぼ中央部、遠野市を中心として広大な面積に亘って、遠野花崗閃緑岩類によって構成されており、その他には古生層を主とする諸分布がある。古生層は岩質上から千枚岩と粘板岩帯に区別することが出来る。地形的には花崗閃緑岩地帯が一般に準平原の地形を示すのに対し古生層地帯は著しく急峻な地形を示している。

(4) 測定方法 4chカーボン車にはトヨタハイラックスを用い、検出器はNaI(5インチ×5インチクリスタル12個)を使用した。データは30秒単位にとり車速約7km/Hで走向測定を行うので1データは約60~70m間の測定値となる。以上の解析は測定直後自動的に行い、測定後直ち全測定項目と解析計算項目、並びに解析計算結果をプリントアウトする。  
また、しきい値を超えた(120%)場合にはブザーが鳴りプリントにマークされる機構になっている。

(5) 調査日程 昭和62年11月24日~12月3日

##### (6) 調査結果

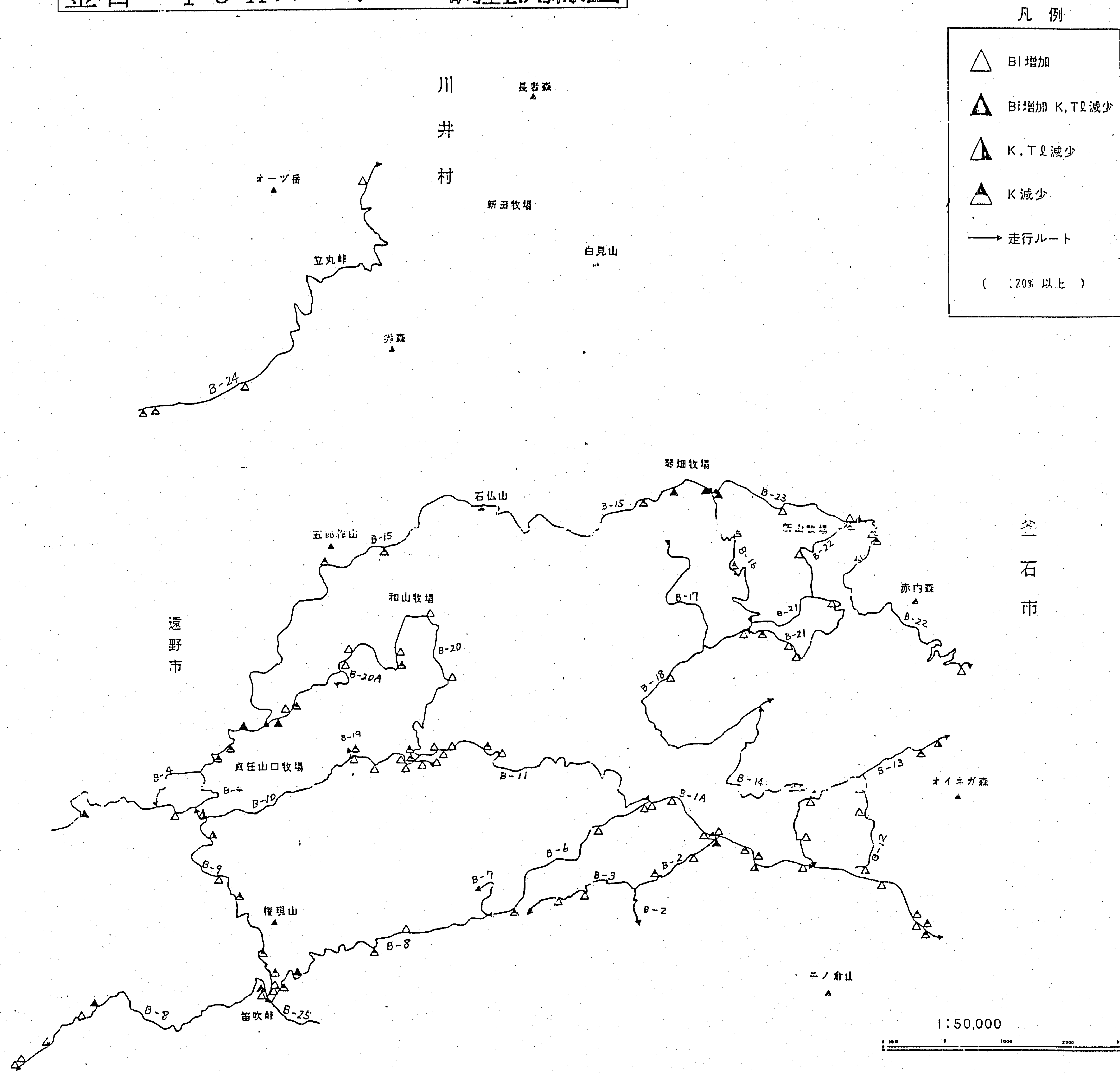
###### 1) 調査地域内の4chカーボン警報異常

調査地域内の警報異常総数294点検出し、これらを精査チェックした結果178点に絞られた。これを、更に図解解析の結果最終的には38点の異常となった。

異常総数	178点
(内訳) Biの増加による異常	84点
Kの減少による異常	63点
K, TLの減少による異常	15点
Biの増加及びK, TLの減少のよる複合異常	16点

異常点 第1図参照

# 釜石・4chカーボン調査測線図



## 2) 調査地域内の異常とリニアメント関係

調査地域内図幅中に予想されるリニアメントは約100本あり、異常とを対比した結果、次の10測線(29.6km)においてはリニアメントと顕著に一致している。

① B-8	大草里北東	2.5km
② B-8	笛吹峠～中村	8.0km
③ B-2, B-12, B-13,	能舟木～横内	5.5km
④ B-17, B-18, B-21, B-22,	初神～新山牧場	4.3km
⑤ B-6, B-14, B-21, B-22,	大口～上台～新山牧場	9.3km

また他測線(B-4, B-10, B-15, B-24 etc)においても、リニアメント延長線上に異常を呈しており、全測線に対するリニアメントの一致率は50%(89/178)である。また、図解解析精査結果から推測すると

a) ルートB-1Aにおいて1450m～1900m間の中村地内で3点の異常を捕らえている。この地点は2本のリニアメントがほぼ平行に走り、両者が最も接近する箇所である。この3点の異常のうち2点は断層の影響と思われるBiの増加、K、TLの減少傾向が顕著でかつ、この地点を通るリニアメントの東方延長線上約1.5kmのルートB-12, 3250m付近の異常でも同様の異常傾向を呈しており、断層の連続性が予想される。他の1点の異常はBiの増加、Kの減少傾向を示しBi/TL比の形体は安定している。割目巾は1450m附近の異常値で可成巾広いものと推定される。なお、このルートの異常についてはリニアメントと2地点一致している。

(第2図参照)

b) ルートB-10においては(和山牧場南西)3000m～4820m間で断層の影響と思われる4点(3000m, 4300m, 4500m, 4820m)の異常を捕らえた。3000m地点の異常はBiの増加、Kの減少傾向を示しているが、どちらかと云うとKの減少傾向が強いことから古い断層と思われる。他の2点についてはBiの増加傾向が強く、活断層の可能性もある。このルートにおいてはリニアメント予想線と異常点が3点一致している。また割目巾は4500m附近の異常地である程度の巾をもつものと推定される。

(第3図参照)

c) ルートB-12においては古里、荻ノ洞の3250m、4300m附近の2点で断層の影響と思われる異常を捕らえた。古里地内の異常はBiの増加、Kの減少傾向を示している。この点の異常はルートB-1Aで述べたので省略するが、4300m附近の異常はBiの増加、Kの減少傾向であるが、どちらかといえばBiの増加傾向が強いこと及び、Total-r値が高い地域である等の測定結果から活断層の可能性がある。なお、このルートでは1点がリニアメントの予想線と一致している。また、この断層はある程度の割目巾をもつものと推定される。

(第4図参照)

d) ルートB-20においては(和山牧場内)2000m～6500m間で、6点の断層の影響と思われる異常を捕らえた。いずれもBiの増加、Kの減少傾向を示す異常である。2000m～3000m間の2点の異常2270m, 3010m周辺が全体的にK、TLが低い状況からこの全域を巾広い断層帯と判断するか難しいが、その可能性も

考えられる。3000m～6000mの異常については、Biの増加傾向を示している。このルートにおいては、リニアメント予想線と異常点が2点一致している。割目巾は4900m付近の異常地で巾広いものと推定される。

(第5図参照)

e) ルート21は(新山牧場南) U字形を描くルートで、断層の影響と思われる異常を7点捕らえた。1310mの異常はK, TL減少傾向を示し、この地点を通ると予想されるN-S方向のリニアメント線上の異常3600mでもBi増加、K減少傾向を示していること等からこの2点は同一断層の可能性と考えられる。また、1890m, 4070mの2点の異常はBiの増加傾向が強いことから活断層の可能性もある。このルートにおけるリニアメント予想線と異常点が3点一致している。割目巾は1890mの異常地である程度の巾をもつものと推定される。

(第6図参照)

f) ルートB-22 においては(赤内森, 西方, 南方) 2000m～4200m間で3点の断層の影響と思われる異常を捕らえた。いずれの異常もBiの増加、Kの減少傾向を示している。このルートにおいて、リニアメント付近の異常地点が2点一致している。また、割目巾は3200m～3370m 付近の異常地である程度の巾をもつものと推定される。

(第7図参照)

### 3) 調査地域内の岩相別放射能値

今回の調査地区で唯一の地質変化地域を横断する測線として、ルート8(大草里～笛吹峠)の約2km間を選定し、岩相別に測定値の比較をしてみた。その結果は下表の通りである。

(Route B-8の平均値)

	Bi	K	TL	Bi/K	Bi/TL	Total/r
花崗岩閃緑岩	446	1754	408	0.254	1.093	221.144
粘板岩・砂岩	460	2399	485	0.192	0.948	251.841
輝緑凝灰岩	531	3188	642	0.167	0.827	231.417

(単位 c/30sec)

これは一例であるが、Bi, Kについては、花崗閃緑岩-粘板岩・砂岩-輝緑凝灰岩の順に高くなり、また、Total/rについては、花崗閃緑岩-輝緑凝灰岩-粘板岩・砂岩の岩相順に高くなる傾向を示している。このように岩相により多少放射能値の差があることがわかった。

### (7) まとめ

今回の4chカーボン調査は、リニアメントが予想される花崗岩体地域で、断層との関連について調査を実施した。その結果、4chカーボンの異常点の半数がリニアメントと一致したこと及び、断層の位置、方向性、割目の状況等を判断するデータの収得が出来た。

以上の調査から、花崗岩体中のリニアメントと断層の関連を調査するうえで4chカーボンは断層を予測する有効な調査手法と考える。

(8) 考 察

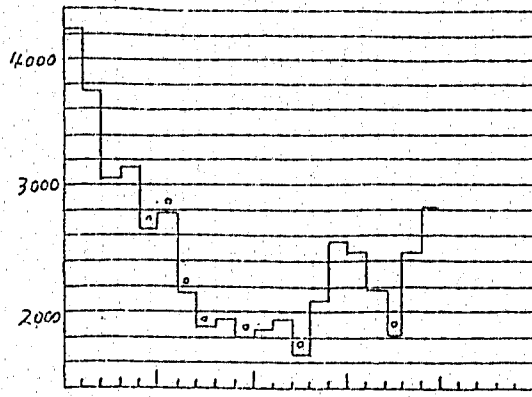
- 1) 断層帯の規模を詳細に解明するには、更に4c hマンボーン・地質調査が必要と考えられる。
- 2) 4c h調査体制として、効率的に作業を進めるために地質調査員と併行作業が必要と考えられる。

以上

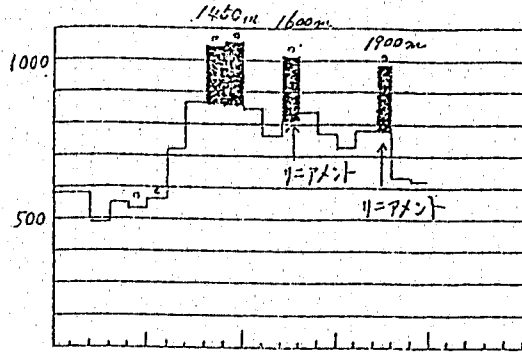


第2図  
異常点解析図

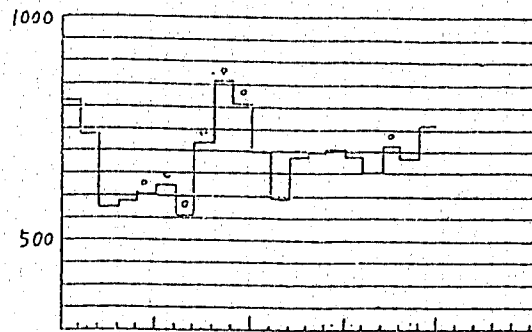
B-1A  
(900 ~ 2000m)



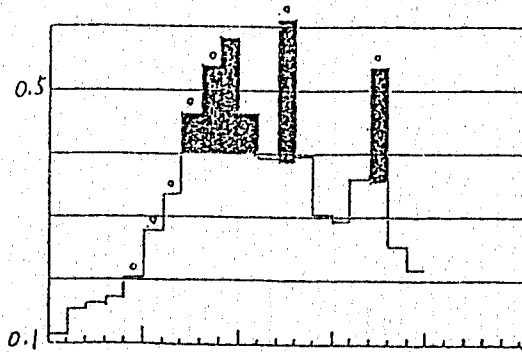
K



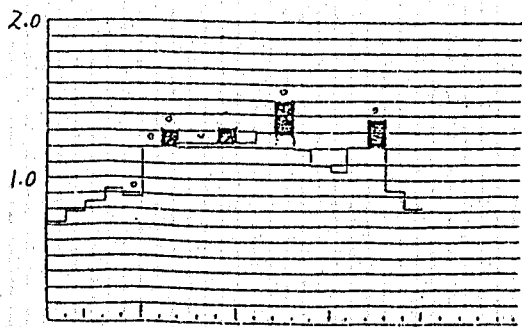
Bi



TL



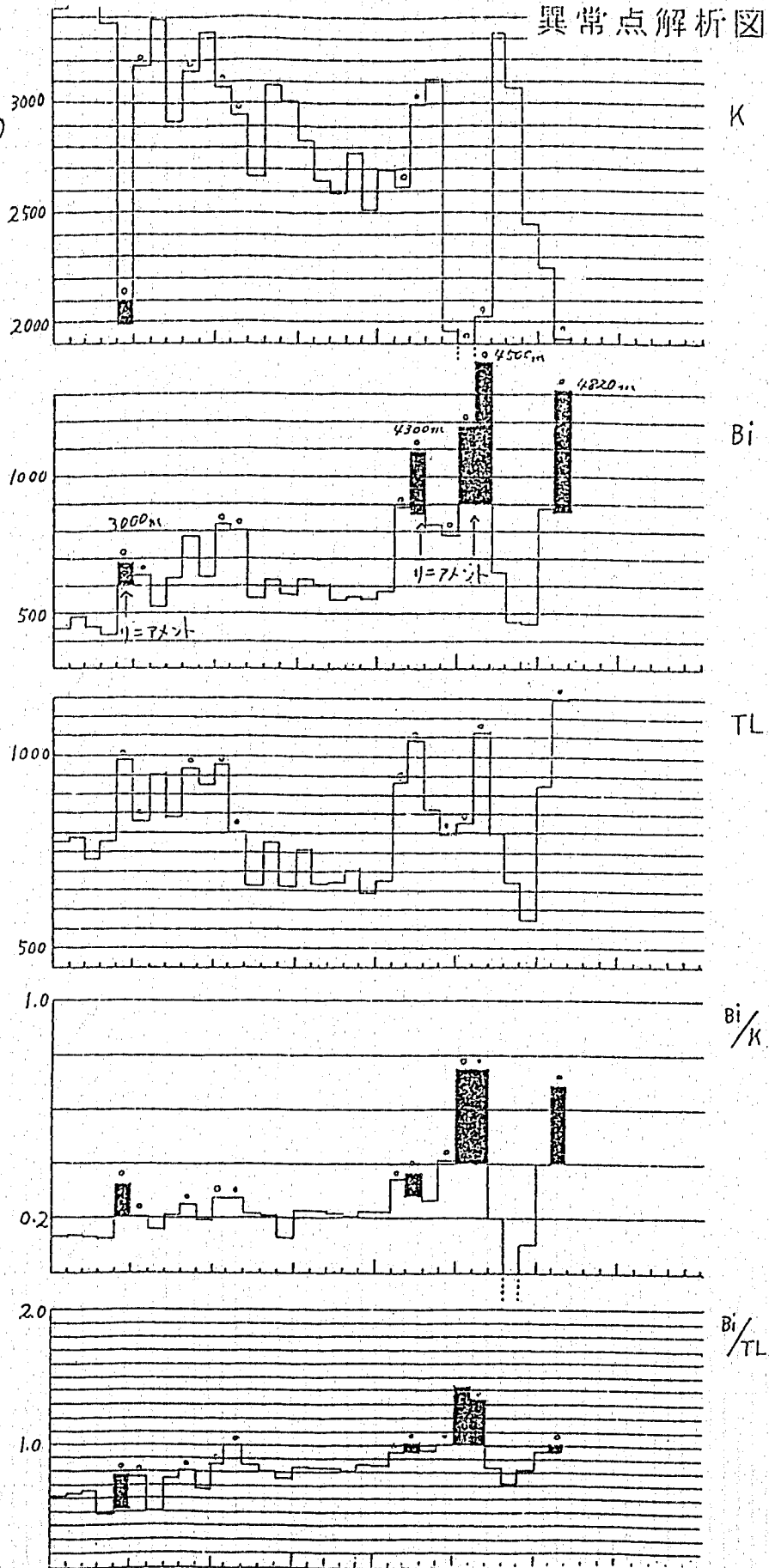
Bi/K



Bi/TL

第3図  
異常点解析図

B-10  
(2500  
~4820m)

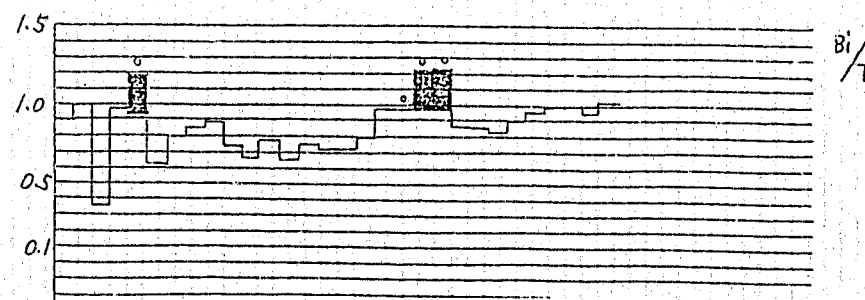
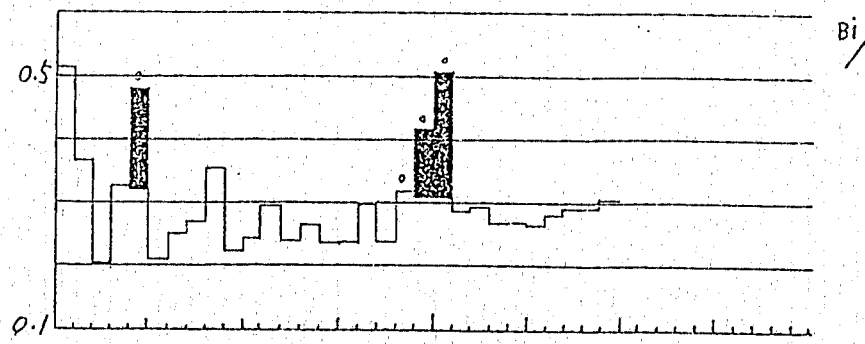
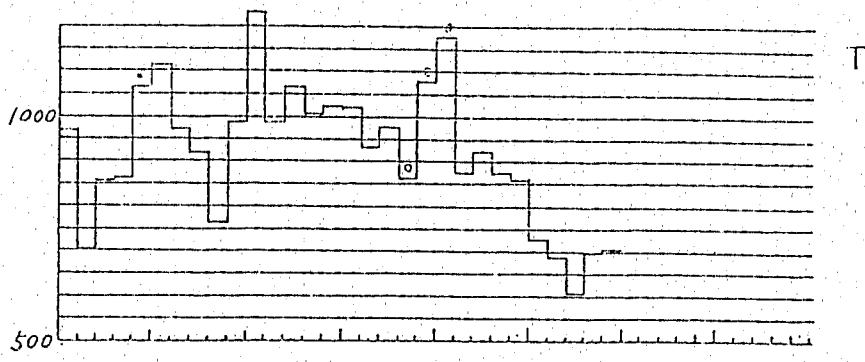
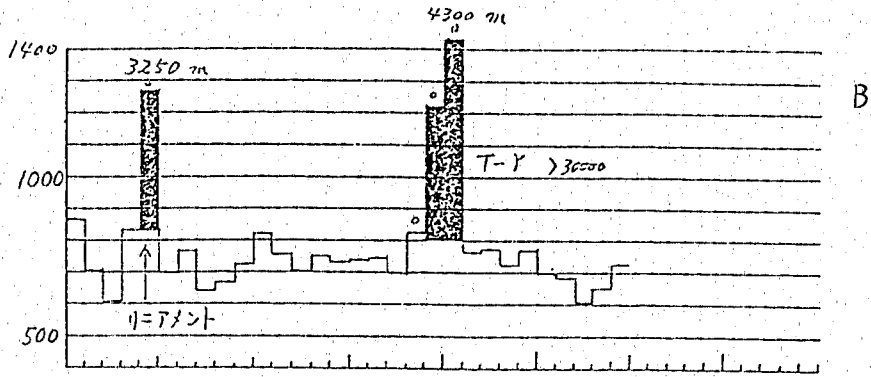
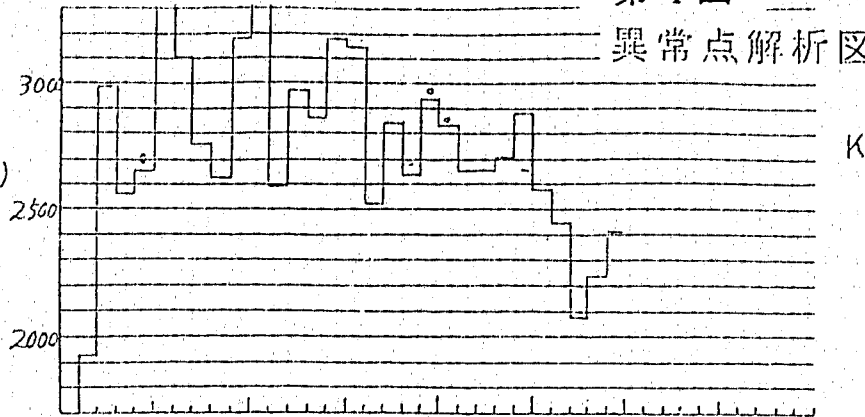


第4図

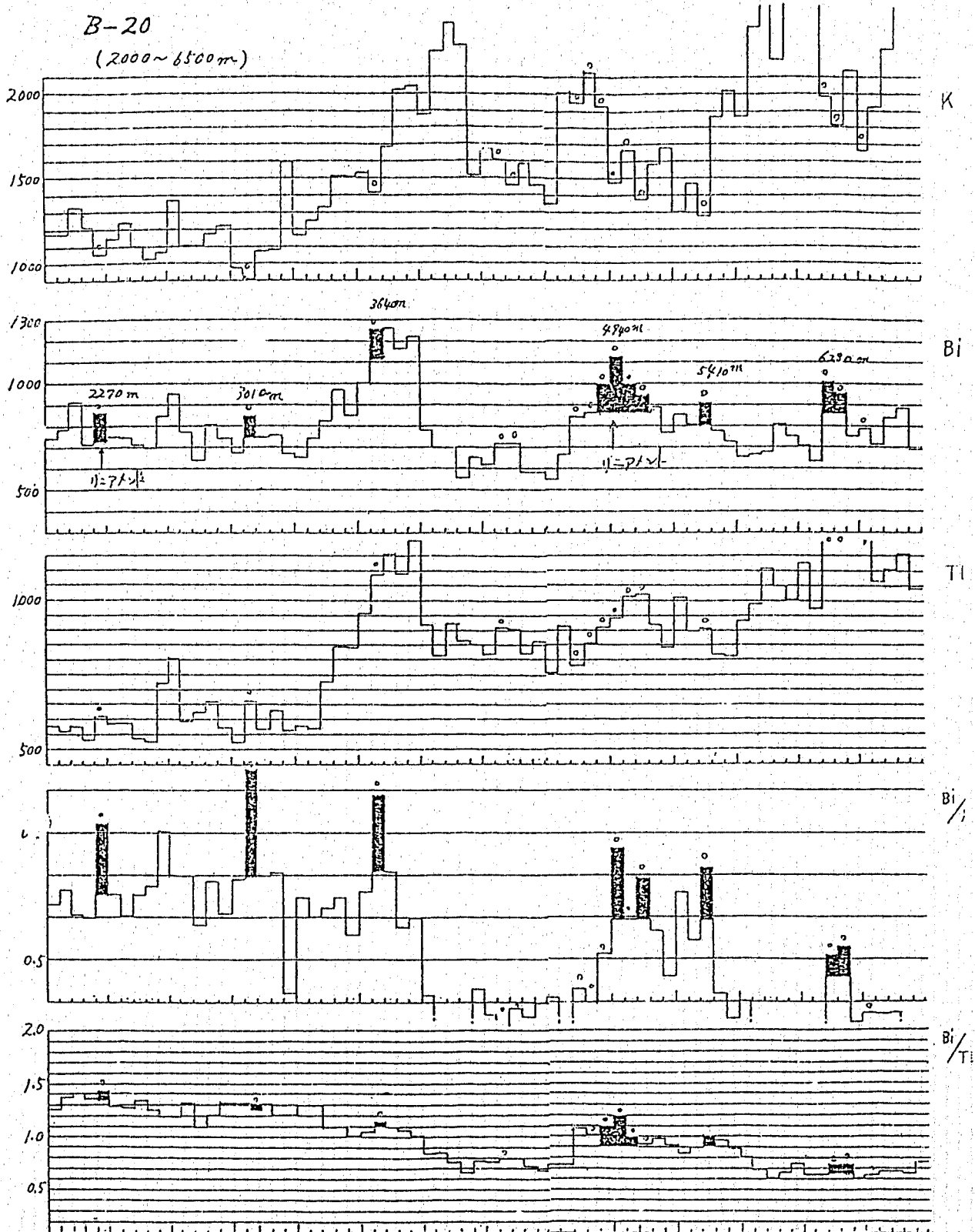
異常点解析図

B-12

(3000  
~4840m)

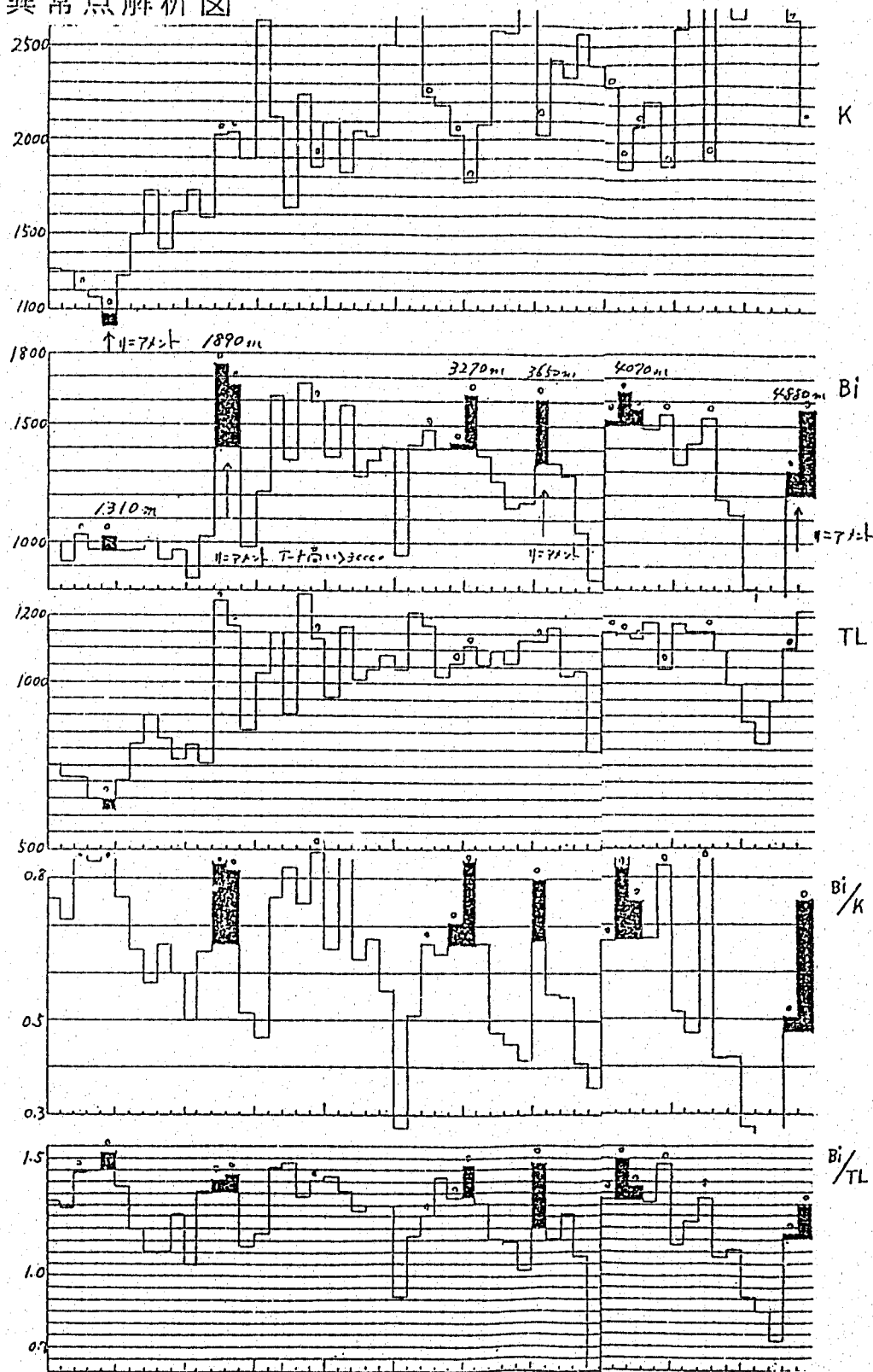


# 第5图 異常点解析图



第 6 図  
異常点解析図

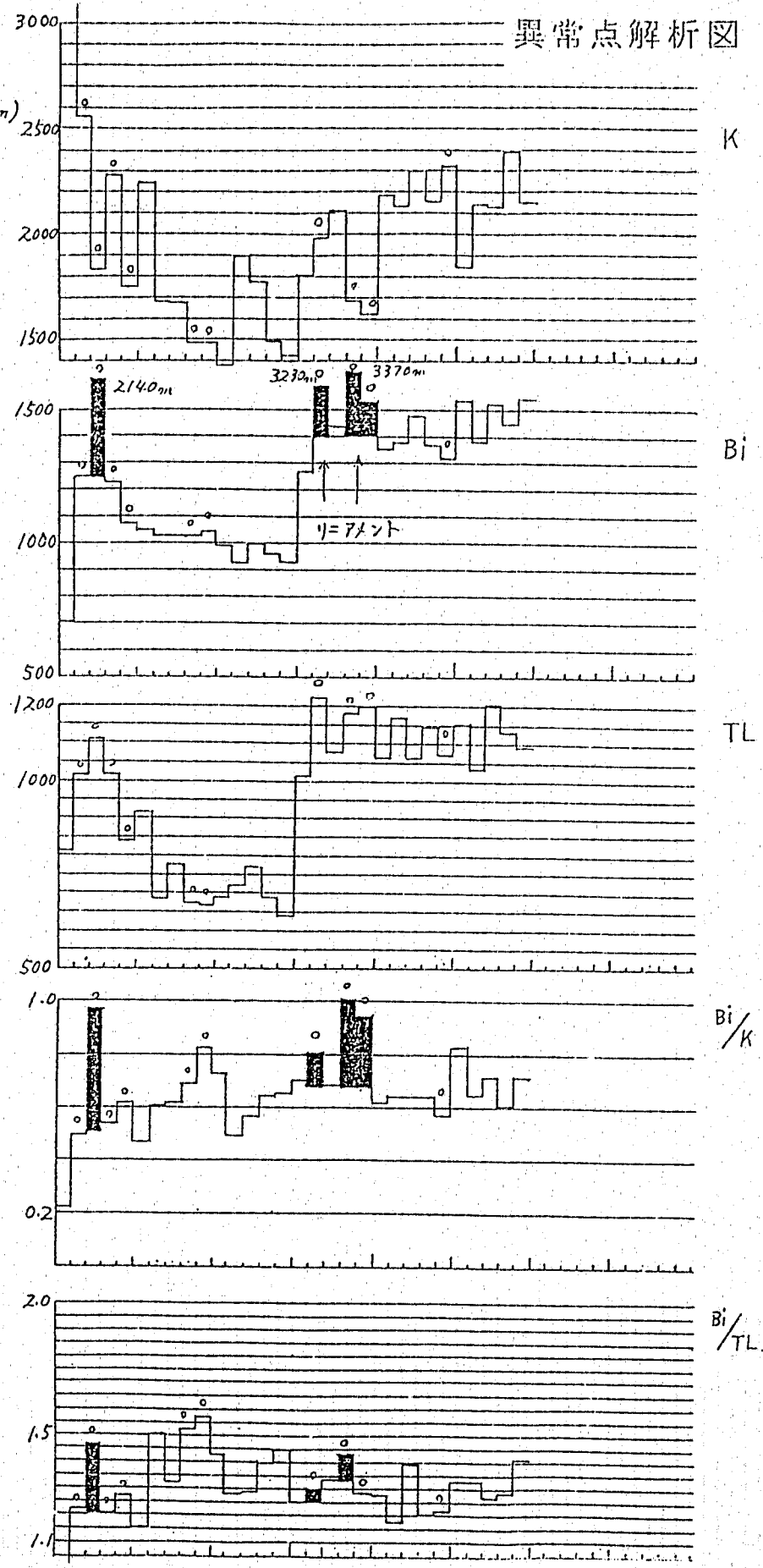
B-21  
(1000  
~4930m)



第7図

異常点解析図

B-22  
(2000~4200m)



### 3. 青森県北津軽郡市浦周辺地域

#### (1) 調査目的

4chカーボン測定による地質構造の解明

#### (2) 調査量

26ルート 98,540m

#### (3) 調査日程

昭和62年11月15日～11月23日

#### (4) 地質概況

調査地域は、地質的には東北日本のグリーンタフ地域と呼ばれている新第三系の堆積区に属し、中・古生層を基盤としてこれを覆う新第三系からなっている。新第三系は一般の推積岩（頁岩、安山岩質凝灰岩、凝灰岩砂岩）のほか、変質により著しく緑色を示す火山岩（安山岩、玄武岩、流紋岩）や火砕岩に富み、グリーンタフ地域に共通した特徴を示している。

#### (5) 測定原理

断層近傍で放射能異常値を示す原因として、地殻中のウランが崩壊しラドンガスを生成した後、娘元素である $^{214}\text{Bi}$ （以後Bi略す）が濃集した結果と想定される。したがって地表でこのBiの異常を検出すれば地下に存在するウラン鉱床・断層・亀裂・破砕帯等の推定が可能となる。

$^{238}\text{U}$ が崩壊し安定な $^{206}\text{Pb}$ に至る過程に存在するBiは強いエネルギーの $\gamma$ 線（1.764Mev）を放射するための $\gamma$ 線検出器で測定できる。また、地殻中には微量ながら天然放射性核種として存在する $^{208}\text{Tl}$ （以後Tlと略す）と $^{40}\text{K}$ （以後Kと略す）も同様に推定できる。以上の3核種の存在比は岩石・地層の種類によって比較的均一と見られている。

ラドンガスは断層・亀裂・破砕帯等を移動しつつ周辺岩石にBiを沈着していくため、ウラン鉱床からもたらされたBi量と地殻中に平均的に含まれているBi量の総和がBiの放射能強度となる。このため、3核種の比（Bi/K・Bi/Tl）を算出することにより断層近傍やウラン鉱床上部でのBi増加の影響が強調され解析が容易となる。

#### (6) 測定方法

4chカーボン車にはトヨタハイラックスを用い、検出器はNaIクリスタル（5インチ×5インチ）12個を利用した。データは30秒単位にとり車速約7km/hで測定した。この場合の1データは走行延長の約60～70mの値となる。以上の解析は測定直後自動的に行われ、測定1秒後のは全測定項目と解析計算項目、更に解析計算結果をプリントアウトする。またしきい値を超えた（120%）時にはブザーが鳴る機構を備えている。

#### (7) 解析方法

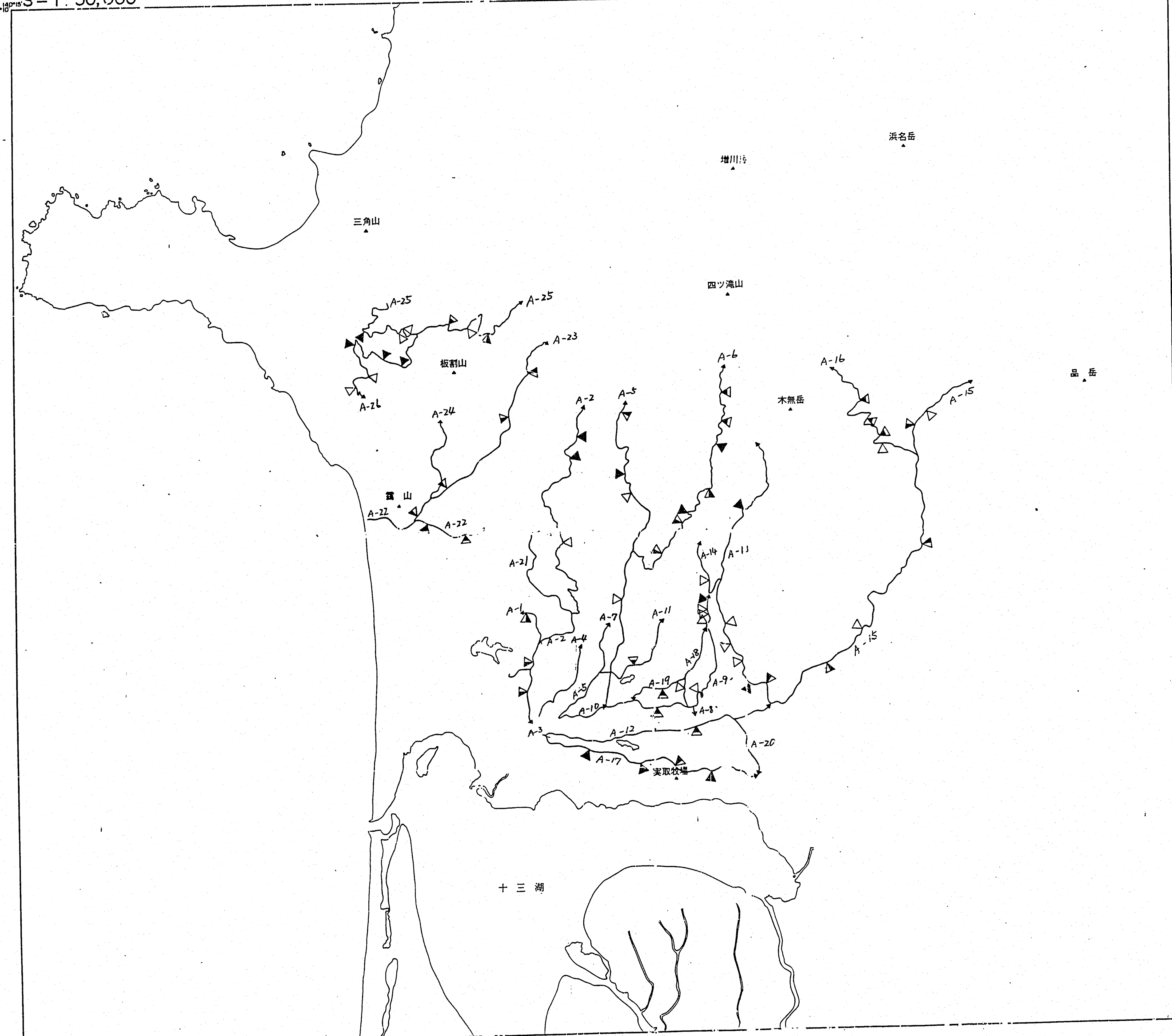
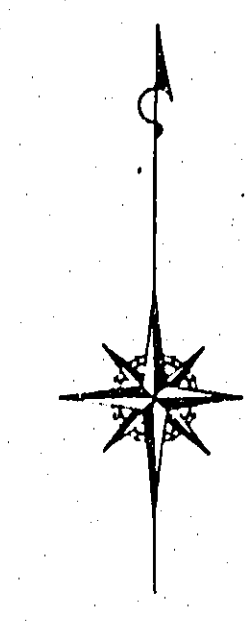
解析方法については、基本的に以下に示す2方法を用いる。

第一の方法は進行方向で時系列解析方法で、解析指標は測定原理で述べたようにBi/KとBi/Tlで行い、その増加率は5点の移動平均値に対するしきい値を超えた正の残差とする。第二の方法は進行方向と逆方向での時系列解析方法である。時系列解析の導入で測定値が急増した後、テイリングが起り解析が不十分なものと





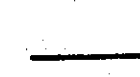
第8図 4chカーボン調査測線図 小 泊

S = 1:50,000

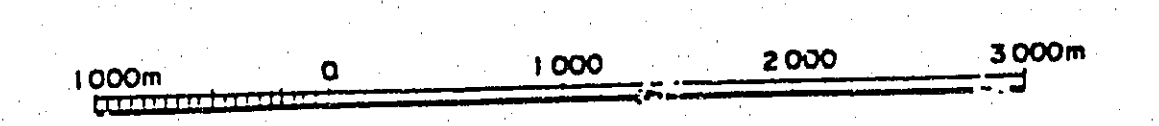
140°30'



凡 例

-  Bi 増加
-  Bi 増加 K, Tl 減少
-  K, Tl 減少
-  K 減少
-  走行ルート

S = 1:50,000



140°15'



なる恐れがある。そのため時系列解析を進行方向と逆方向で行い、同一地点で両者に急増値が示された場合、その地点になんらかの徴候（ウラン露頭、断層、亀裂及び油徴ガス徴候）があると推定される。

測定原理で述べたように3核種の存在比は岩石・地層によって比較的均一と見られている。このため上述した解析方法とは別に、得られた $K$ 、 $TI$ 、 $Bi$ のBG値及び時系列解析を行う前の各地点別の3核種の存在比（ $Bi/K$ 、 $K/TI$ 、 $Bi/TI$ ）を比較することにより、地表における地質の境界が推定できる。この方法はこれまでの経験より得たものであるが、調査開始前に各地層別の3核種のBG値及びその存在比を把握する必要があり、調査地区の地質が複雑である場合は解析が困難となることが予想される。

#### (8) 調査結果

本地区の調査は環境地質課からの依頼により以下に示す3項目について調査を行った。

- i) 地層の関係（断層）
- ii) 地層の関係（貫入岩、不整合）
- iii) 褶曲構造に伴う油徴、ガス徴

##### 1) 地層の関係（断層）

本調査地区内には地形図及び文献等により4本の断層の存在が示されている。解析方法で述べた時系列解析法によるしきい値を超えた異常地点と、上述した4本の断層を同一図面上にプロットし、各断層の傾向とその延長について検討を行った。更に、環境地質課において本地区の地質調査も進められているため、これより得た情報も参考に検討を行った。（第1図参照）

しきい値を超えた異常総数		64 点
内訳	$Bi$ の増加による異常	21 点
	$K$ の減少による異常	10 点
	$K$ 、 $TI$ の減少による異常	18 点
	$Bi$ の増加及び $K$ 、 $TI$ の減少による複合異常	15 点

地質図及び文献より得た調査地区内の一番東方の断層から、それぞれの検討結果を以下に示す。

- ① ルートA-15において断層の影響と思われる異常を4点捕えた（1,600mの異常は除く）。この異常点は $Bi$ の増加が2点、 $K$ 、 $TI$ の減少が2点と傾向が分かれており、どちらとも判別し難い。またルートA-16で得られた異常も断層の延長方向と考えられるため、ルートA-15とA-16の分岐点あたりで断層が沢沿いに2方向に分かれている可能性もある。
- ② ルートA-8,17,19において断層の影響と思われる異常を3点捕えた。この3点だけを見ると $K$ の減少の傾向が強い。しかしこの断層の北部近傍（ルートA-9）で $Bi$ の増加による異常を5点も捕えており、この異常も含めて考えるならば活断層の可能性もある。更に、N-S、NWN-SES方向に、この5点の延長とも考えられる異常も数点捕えていることから、この方向に断層が存在する可能性もある。

- ③ルート A-5.6 において断層の影響と思われる異常を 8 点捕えた (ルート A-5 における 5,100 m, 5,790 m, 7,600 m の異常は除く)。この 8 点の内訳は K, T I の減少が 5 点、B i の増加が 1 点、両方の複合異常が 2 点とばらついているが、傾向としては K, T I の減少による異常が多く、活断層の可能性は少ない。
- ④ルート A-25.26 において断層の影響と思われる異常を 8 点捕えた (ルート A-25 における 3,780 m, 4000 m, 5,150 m の異常は除く)。傾向としては B i の増加による異常が多く活断層の可能性もある。また、異常箇所が分散していることから、この周辺では断層が数本にわかれ存在している可能性が強い。

## 2) 地層の関係 (貫入岩, 不整合)

貫入岩, 不整合等、地質の境界については解析方法で述べたように 3 核種の B G 値及びその存在比より解析が行われる。本地区についても同方法によって解析を試みたが以下に示す理由により解析困難と判断した。

- ①走行ルートの起伏が激しく参考とした地質図と露頭で確認した岩質が異なることも多い。このため、本地区の地質は予想以上に複雑で地質図を参考に各地層別の B G 平均値、及び存在比から比較解析することは危険である。
- ②同ルートを繰り返して測定しても、測定毎に 3 核種の B G 値、存在比が変化し地層別の平均値の困難であった。この理由として、本調査期間中は短時間の内に天候気圧が大きく変化している。このため、本装置は気象条件の変化により測定値が大きく変化するものと考えられる。

## 3) 褶曲構造に伴う油徴, ガス徴

油徴, ガス徴の解析方法は断層、亀裂等の解析方法と同じ時系列解析法によって行う (B i の増加のみ)。このため、事前に地質調査や文献等からの情報が必要であり、これらの情報がない場合は、その判別は不可能である。本調査地区には事前に、これらの情報は得られていなかったが、環境地質課で行った本地区の地質調査によって小泊村の三角山付近より NW-S E 方向に桂川付近まで向斜軸の存在が示された。このため、本調査で得られた異常地点と照合してみたが、この向斜軸付近で顕著な B i 増加による異常は認められなかった。

## (9) まとめ

本装置は以上の結果から明らかのように、文献、地質図、および既に地質調査等によって断層の存在が推定される場所については、その断層の存在や延長の確認及びその傾向を判断することができる。しかし本装置による調査結果だけで断層の存在を明らかにすることは困難である。また、地質の変化への対応や油徴, ガス徴異常と断層異常との判別等について、現段階では明確な測定方法及び解析方法がなく、今後種々のケーススタディを行いこれらを明確にする必要がある。