

## 第7部 ノウハウ集

ここに収録されたノウハウは長年現地で調査され、幾多の失敗を重ねながら得られた貴重なものです。調査計画から解析、見積まで広範囲な分野にわたって収録されておりますので、現地調査計画の段階から是非参考にさせていただきたいと思います。

中には似通ったノウハウがあるかもしれませんが、それはそれだけ多くの人が同じような失敗をしていることを示しています。ということは、これからも誰でも同様な失敗を起こす可能性が高いこと示めしていると思いますので、あえて割愛せず全てを掲載しました。

第一線で活躍されている方々の貴重な体験を有効に活かして、同じ失敗をしないためにも熟読していただきたいものです。

### 第1章 探査全般に関わるノウハウ

#### 探査 {木をむやみに伐るな 多くの木には持ち主がいる}

1 m 深地温探査を実施する際、伐採を行う必要がある場合がある。人が通ればよい程度のものであるから、大袈裟な伐採は不要である。しかし時によると立派に伐採をしてくれている場合がある。測定時に木の存在はあまり邪魔になるものではないのでそのままよいのであるが、これを切り倒してしまっていることがある。多くの木には持ち主がある。後で偉く高い賠償金を請求されることがあるので、持ち主に断りなしに木を切ることは厳に慎むべきである。作業の邪魔になると言うだけで切り倒すべきではない。そのような時には、木を邪魔にならないように引っ張っておけば済む。

**警告！木をむやみに切り倒すな**

#### 伐開 {藪の中の蜂の巣に気を付けろ}

各種の探査を実施する際、伐採を行う必要がある場合がある。この藪には色々な動物や昆虫が住

んでいる。無造作に藪を切り開くと蜂の巣をつつき、その大群に襲われたり毒を持つ毛虫に刺されたりすることがある。これらの虫に刺されたならば、直ちに医者に行き、中和剤を打って貰うこと。そのままにしておくとうなされることになるので注意。

**警告！藪を伐採する時は前方を良く見ながら作業を行うこと**

### 現場作業 {間縄・電線等は現場に放置しない}

一日の作業が終了した後、間縄や電線等を張りっぱなしにしておくと、夜の間に何者かに切断されることがある。犯人は、猿・狸・鹿などの動物の場合が多いが、早朝に住民が下草刈りをしたためであったり、調査に反対している住民の場合もある。何れにせよ張りっぱなしは止めるべきである。

### 現場作業 {雨量の簡易観測}

電気探査や地温探査などにおいては先行降雨が測定結果に少なからず影響を与える。したがって、測定に際しては降雨量の観測を常時行うべきであるが、転倒樹式雨量計などの設置はコスト・作業的に難しいことが多い。このような場合には、現場に一升瓶や空き缶などを設置し簡易に雨量を測定すればよい。容器の口に段ボール箱や漏斗など集水面積の判っているものを取り付け、貯まった雨水をメスシリンダーで測定する。

もっと簡易な方法は、缶詰の空き缶の蓋をきれいに取り去ったものを2、3個遮幣物のないところに水平に置いておくだけでも良い。

### 現場作業 {現場での夜の作業}

昼間に収集した測定結果は、その夜の内に整理する。弾性波探査の走時図や比誘電率探査・1 m 深地温探査・自然放射能探査などの測線分布図は直ちにグラフ化し、異常値や補間測定の必要な地点を抽出して、明日の探査作業に活用する。

### 現場（測量・測定） {出張前の物品チェックは十分に、フロッピーを忘れて作業中止}

「パソコンよし！」「お湯沸かし器具一式よし！」「測定器本体よし！」等々すべての準備を整え

て車で8時間程度の山深い現場に到着。総ての準備を整えて検層開始を待つばかり。パソコンを稼働して記録開始。「フロッピーを入れて下さい。」のコメントが現れる。フロッピーがない。荷物を総てひっくり返したが出てこない。少し大きな町であれば手に入るであろうが、何せ山の中。フロッピーがあるであろうという思われる町までは遠い。結局この日は何もできず空しく山を下りる。翌日大きな町でフロッピーを手に入れて漸く作業を終えることができた。

**警告！出張前の荷物チェックは細心に。フロッピーは壊れることがあるので必ず予備を持って行くこと**

### 測定 {チャート紙に関する注意、湿気の多い所ではチャート紙が伸びて記録が採れない}

ある現場で冬季間、温度と自然電位を自記記録させるために打点式の記録計を農家の物置を拝借して設置し、その人に記録用紙の取り替えをお願いした。ところが、よく紙が詰まったり、インクが滲んだりするという電話が来る。どうしてか初めは判らなかつたが、どうも打点記録計を地べたの上にブロックを2枚重ねて置いたことに原因があるのではないかと感じ始めた。というのは、記録紙がかなり湿っており、そのためにインクが滲んだり片伸びして用紙送りの歯車から片方だけ用紙の孔がずれて紙詰まりを起こしていたからである。そこで、今度は高さ70 cm位の漬物樽があったので、それを借りてその上に機械を載せてしばらく記録をとってみた。その結果は良好で、それ以後は何のトラブルも生じることなく記録を取ることができた。

**警告！機械の設置は地面から最低70 cm以上は高い所で行うこと。**

### 測定 {現場における物品管理 データの入ったフロッピーを壊された}

多点温度検層を実施しているとき、写真のフィルムおよび未使用のフロッピーディスク、記録済のディスクをひとまとめにして木の根もとに置き、別の場所で検層を実施していた。記録写真を撮るためにフィルムを取りに戻った所、子供が2、3人木の根もと付近から逃げて行った。おかしいなと思い、荷物の所に行くと、フィルムケースが散らばっており、フロッピーディスクがバラバラにほつてあった。木のまわりを見ると、フィルムは引き出され、フロッピーディスクは分解され、そこら中に撒き散らされていた。逃げて行った子供の正体は分からず、地元で文句も言えず、泣き寝入りをした。

**警告！荷物は必ず目の届く所に置くこと**

## 現場（測量・測定） {畑への立ち入りは十分に注意を。大切な苗を踏みつけて知らん顔}

畑は農家の人の職場である。その職場に立ち入るのであるから細心の注意を払わなければならないのは当然のことである。しかし、最近はこれが守られていない。学生は問題外で、コンサルタントの若い人でも、平気で畑の畝を踏みつづす。芽が出たばかりの畝を踏みつけて平気でいる。それを起こそうともしない。注意すると本人は芽が出ていることに気づかなかったという。芽を踏んだら起こすくらいの気遣いはしてほしい。コーヒー缶は平気で畑に置いて行く。たばこの吸殻は捨てて行く。ビニール袋はそのまま。1 m 深地温測定用の孔を開ければそのままにしておく。これを始末するのも大将の仕事か!?

**警告！他人の職場に立ち入るときは細心の注意を**

## 測定 {新品の電池が、電気空っぽ？セロハン、ビニール包装の切れ端に御用心}

使用中途の乾電池が、あとの位持つかは、電池チェッカーでも困難。観測には必ず新品の電池、しかも使用中電池と混合利用しないのは常識となっている。この頃、新品の乾電池はセロハンなどで包装してあって、使用中電池と区別ができて野外観測者には大助かり。しかし、この親切が仇となった事あり。御用心。単1電池直列4本入りビニール・ケースに新品電池をセットして装置組立、準備完了、Switch on. おや?! 電圧の表示ゼロ。しまった！ヒューズを忘れた。ヒューズの予備失念。ヒューズだけは、野外では手製、まず不可能。しかし、透かしてもヒューズ断線なし。余計に始末の悪い故障か？念のために電池の+、-の向きを再確認しよう。電池ケース取り出す。間違うわけがない。老眼の大将、電池と青空を眺めていた。近眼の若者、「電池の頭に小さなセロハンが残っています。」原因はそれだったのか！以後は順調、事もなげに進行。天気晴朗。

## 測定 {リード線の錆びは、切り口より線内部を進行する。古い撚り線のビニール電線は惜しまず、捨てよ}

古いビニール電線で、特に温泉ガスの噴気地帯（箱根大涌谷地すべり）などでたった2日使用しただけで、翌年に線の切り口が僅かに錆びていた。端を10 cm 切っても、30 cm 切っても12芯の1本、1本が黒く錆びていた。こうした電線を使用すると、目に見えない内部断線、腐食電位などの発生によるトラブルが予想される。惜しいけれど、捨てるを得ない。僅かな利用法は、初心者のハンダ付けの練習用ぐらいである。

## 測定 {真夏の装置に日傘を！装置の回路の抵抗，半導体など温度急上昇に弱い}

測定装置の高温，低温の効果は，連続観測でないと感じつかない事が多い。手製とはいえ，電圧消去装置（土地電位の固有電圧が高く，記録計の感度が上がらない場合，固有電圧に逆電圧をかけて打ち消す）のRC回路が，日射で異常変化した経験あり。最近，新型携帯シンチレーション $\gamma$ 線カウンターで， $\gamma$ 線量が暖房の温度変化をキレイに示していることがわかり問題となった。時間ごとに測定値を記録するデジタル記録機で，雷が近づくとプログラムの設定がリセットされてしまった経験あり。メーカーの装置開発は，机上での使用しか頭がない。センサーのリード線の長さ（机上のピーカーが視野の範囲），日射，寒さ，雨，強風，雷などは視野の外。ましてや泥，砂，ホコリ，ガスなどの防御の考慮はない。野外測定はお互いの経験の交流で利口になろう。

## 測定 {一般的な注意・心得，事前の整備・準備は入念に}

事前の整備・準備の入念さが成功の秘訣。現地に持ち込む前に，研究室あるいは会社で，現場作業と全く同様の測定器のセットをし，模範的測定を行ってみることが大切である。思わぬ故障を見つけることがある。手を抜けばひどい目にあうこと請け合い。バッテリーの充電なども，現場に持っていく充電器で行うこと。両端にワニ口を付けた単線，ハンダ鋏など，不要と思われる電気用具を現場に持参すること。昼作業でも，懐中電灯は必ず現場に持って行くこと。谷地形での秋冬の調査では，夕方に瞬時に真っ暗闇となって，撤収作業ができなくなることがある。

## 測定 {野外の装置の結線用に，ターミナルに，線の耳を付けると便利，寒い時，雨降り，野外で無精したければ，予め一寸の工夫}

装置を結線により組み立てるとき，線端のワニ口，バナナ，スパナ??は，便利だが，ビニールカバー，プラスチックカバー内の線の溶接が外れている事しばしばあり。特にハンダのみ剥れて線が溶接孔でフリーになっていると，気紛れに断線状態，通電状態を繰返し，一番始末の悪いトラブルとなる。装置によっては，今でも小さなネジによって結線をするものもあり。寒い時，雨の日，結線の際にネジを落とし，泣く事あり。予め2 cmのビニール線の耳を付けておくと，ワニ口でも線どうしを捻じっても，確実な結線OK。またご注意！大きなターミナルのネジでも多芯のビニール線を結ぶ場合，線の先端の芯を丸めた後，ネジを強く締めすぎると，丸めた芯の線の1本が飛び出し

て、シャーシに接触したり、隣のターミナルの線と接触し、一見トラブルの原因が不明で、大汗、冷や汗をかくことあり。必ず、結線の後、老眼のお人は＋と－のターミナルの間に指1本を入れて上下左右に動かして芯線の飛び出しの有無の確認を。

### 測定 {計測器に落書き、検定、感度の決定、測定操作の要領をマジックで}

野外で取り扱い説明書と首っぴきでの測定は、必ず落ちがある。室内での予備実験を必ず。その際操作順序をマジックで1.→2.→3.→と計器の余白に記入。黒一色のプラスチックの計器は困る。紙を貼り付けても1年ではげる。それを知らずに、現地で手を上げた事、幾度か。取説書は、そのコピーを持参するが、汚す、紛失する事多く、当てにするな、記憶も当てにならぬ。特にスイッチ、ボタンにある略号を忘れて絶望する事あり。

### 測定 {野外測定は消耗品、インク、ヒューズ無くともアウト、測定器の必要部品は、新品のときケースの裏蓋に記入}

予備実験を行うとき、完全に装置を組み立て、実際に測定、記録を取ってみる事。間に合わせの部品で予備実験すると、その部品を野外へ持って行くハメとなる。しかも、帰ってきてからの収納の際に、点検する人はまずいない。次の測定でも、またまた、その不完全の部品を持って出かけてしまう。何事も初めが肝心。誰でも分かっている、実行のみ。特に結線、特殊なコネクターの線は忘れるとお手上げ。ヒューズはめったに使うことがないが、無いと代用品が無い。消耗品の記録紙、特に印字のリボンは忘れやすい。というよりも、出発前日では発注が間に合わない。リースの装置でも油断大敵。結線の数が多い場合には、線の両端に札を付けて、使用方法をマジックで。札は、小学生の持ち物用の、丈夫な糸と札(防水、紙質)の市販品あり。ビニール線の single, double か、単線か撚り線かによって、必要長さの目測を誤る。

### 現場(その他) {大将のむだ飯、涉外 馬車馬だけでは道に迷う}

野外観測では観測班の大将、グループ団長が必要である。現場で指示だけして帰ってしまう上司は、野外では無用の産物。ブラブラしながら、見物人には何の観測か、その目的の有意義を分かり易く解説、しかも地元は無害であることの説明ができるのが大将。関心を持つ旅人の中に、意外な専門家がいるから注意。なぜ、そんな観測をするのかの問いがあれば、そこで初めて学問的意味を

披露する。会社の腕の一般をアピールする。一番警戒されるのは、土地などの利権を奪われる前ぶれではないかと、地元から疑われること。役場を通して地元まで観測が通知されていると安心。しかし、いつもそうとは限らない。役所の仕事では、現場での役所の人への解説が厄介だが、必要なことは当然。ときには新聞記者相手の仕事もある。大変なのは地元の意地の悪い野次馬。すぐに役所、村の世話役に御注進する。後始末が大変になる事あり。もし、かなり学問的な測定であれば、地主と地区の世話役への挨拶と、出来うればそれらの関係する宿、売店を利用する。ジャパンは、今でも複雑な繋がりが存在する。これを見抜いて、調整しようとするのが大将の役。大将は測定中の交通整理、畑の足跡、荒した作物の直し、測定後のゴミの始末、現状復帰の確認、付近の人家への終了の挨拶など、最後まで気が抜けない。そればかりではない。測定中の昼飯、お茶の時間の設定、それに絶えず天候の変化と予測で、作業の短縮、延長の判断を行う。作業予定以外で後の総合判断に必要という予想を立てた場合には、観測者を騙して測定の拡張を、最もらしい理屈で行わせる。その代わり、宿舎では、入浴の順序を指示したり、食事時間と切り上げ時間、食後の一息の設定、一番大変なのは、明日の観測準備の指示、例えば観測器の充電、作業具の製作などの指示のタイミングは、駆け出しでは不可能。大将は大変也。

### 現場（その他） {カメラは寒風に冬眠、低温にフィルムが泣き虫、真っ青、カメラは零下にしない、保温しないとメカが作動しない}

カメラは低温（ $-5^{\circ}\text{C}$ 以下）中にしばらく露出して置くと、シャッターが下りない。経験によると、冬季ヘリコプターの窓を開けて、カメラを外へ出したら（ $-7^{\circ}\text{C}$ 位で）5分足らずで、シャッター、フィルムの巻き上げが作動しなかった。Caカメラは動かなかったが、Niカメラは平気であった。メカの潤滑油の粘度の温度依存性の差によるという。カメラを（気温 $+10^{\circ}\text{C}$ ）高熱トンネル（ $+50^{\circ}\text{C}$ ）へ搬入した時、レンズが曇るばかりでなく、中のフィルムにも水滴が付いた経験あり。ポラロイドカメラは、夏の涼しい高原（箱根の山の程度）では、発色が悪い。撮影後のフィルムは、胸の内ポケットに入れるか、カイロで間接に温める。発色の悪いまま放置すると、後からは間に合わない。ましてや、冬季ではカイロを。

### 測定 {乾電池は寒さに弱虫、冬季の使用には、カイロで保温}

手が凍えるような気温の中での測定器用に装備する乾電池は、暖季に40分連続使用できるのに、寒季には10分程度でパワーが低下、使用不能となる。カイロと毛布で測定器ごとに包んで使用する

と、何とか維持できる。零下では、測定器のICも低温で機能低下するのかもしれないが(この点は検討、教示を)。寒気に眠った電池も暖気に暖まると目が覚め復活する。

### 現場(その他) {間縄の張り方, 1.間縄は落とすように伸展, 2.端は強く固定しない}

山地の現場は、小起伏、灌木やススキの株、畑などが多く、間縄をピンと張ることが困難であったり、どうしても農作物を痛めたりする。だから間縄は引っ張るな。地面に落として行くようにする方がいい。距離が不正確のように思えるが、100mで誤差は1~2mである。交差する道との交点の測線距離をスケッチ図(これは必ず作成しなければならない)に記入しておけば、探査結果に大きな誤差は生じない。大体、地すべり地の地図は市街地なぞのように正確ではないのである。間縄の遠い方の端は、杭などにしっかり固定せず、小型の石で押さえておく。このように強く引っ張れば、はずれるようにしておくと、撤収するときに測線の端まで行かなくてすむ。また、このようにしておくと、強く引けないから作物を痛めることもない。

### 現場(その他) {現地の農作物への注意, 樹木 農家の身になって作業しよう}

1.山里に散在している村落、とくに専業農家では現金収入が少ないし、僅かな耕地に頼っているから、農作物を愛しむ気持ちが強い。したがって探査上の被害を与える度合い以前に銭金の問題でなく、農家の気持ちになる必要がある。都会育ちの若いスタッフの現場教育の第一歩は、植物の名前や識別を教えることである。2.桑。蚕が中高齢の時期は、桑の葉は一葉たりとも落としても破ってもいけない。桑畑は葉が茂っているから、ほとんど桑畑の中では作業はできない。探査の時期を変更した方が賢明である。3.カンキツ類は、細かい根が地表の浅いところに密生しているから現場によっては電極の打ち込みすら嫌な顔をされる。

### 現場(その他) {現場へはビーチパラソル・ブルーシートを、測定器の日除け、雨避け、土汚れ防止等に利用できる}

大きなビーチパラソルが一本あると現地作業を行う場合、大変便利である。特に真夏の場合、測定器を直射日光から守ることができると共に、突然の俄雨の際にも雨避けとして大いに役立つ。大きなブルーシートは地面に敷き、測定器を土などの汚れから守ることができると共に、突然の雨の際にはそれを測定器に被せ雨水による測定器の故障を防ぐことができる。また、立木などをうまく利用すると簡易テントにも早変わりし、真冬の寒さから測定器や人間を守ることができる。



## 現場（杭打ち）{杭を打っている人の前に立つな、後ろにも立つな}

知人に聞いた話であるが、木の杭を打っているときにたまたま掛矢の頭が抜けて前に立っていた人の頭に当たり、直ちに救急車で病院へ。杭を打っていた人は警察に呼ばれ事情聴取を受け、故意か偶然かをしつこく聞かれたそう。また、その時に現場にいた他の人も事情聴取され、杭を打っていた人が本当に故意でなかったか？日頃の仲はどうであったかなど色々聞かれたという。諸般の事実から偶然であることが証明され、その人はことなくすんだ。下手をすれば傷害事件となって警察のお世話になる。何てこともある。

そこで警告!! 絶対に杭を打っている人の前や後ろには立つな。お互いのために

## 現場（その他）{つつが無きや、つつが虫にご用心}

草の上に、じかに腰を降ろして嬉しそうに休まぬ事。若者には、蚊には長袖、蜂と蛇との区別、蜂は踏みつぶさぬこと、たばこの煙で退散を願う、などなどの野外授業。こういう時に先輩は、頭では負けるが、生きる知恵は若者より上等を見せておく。恙虫(ケダニ、0.2mm赤、赤褐色、ネズミの耳に寄生)は、夏のものらしい。夏の野原で休むのは気持ちが良い。しかし、恙虫はどこに居てどこに居ないのか分からない。そこで、測定器の容器、あるいは運搬箱(我々は特注アルミ箱)に座らせる。靴は長靴が一番良い。短靴では、靴とズボンの裾に防虫スプレーをかけると有効だといわれる。毎日、入浴の際に下着を全部替えるのもかなり有効か。恙虫はからだの柔らかい部、股や腹を狙うらしい。食い跡は小さい赤い斑点である。数日以内に発熱あらば、医者に恙虫の注意を喚起する事。最近では恙虫のワクチンがあるらしい。昔の恐ろしい恙虫は、山梨県の釜無川か信濃川、雄物川の原野と言われたが、絶えたらしい。しかし最近の新種は、高速道路の全国ネットワークの完成により野鼠の国内交流のため、全国的な発病らしい。旧種より軽いらしい。毎年、発生の新聞記事がでる。東日本では秋田、群馬、新潟、富山、山形、静岡、八丈島が報道されている。こういうものは地方新聞に頼るのが一番。

## 現場（その他）{破傷風は怖い野外のケガ 予防注射で100%死なない、転ばぬ先の杖}

嫌気性で土中にいて、外傷から侵入する。高熱、硬直などが起こり死に至る。一度の予防注射で一生涯免疫と言われたが、最近では2年に1度と言うらしい。いずれにせよ、予防注射を行っておけば

発病しても追加の血清で死から免れると聞く。破傷風菌のある土と、無い場所があるとも言う。馬場にはあるとも言う。血清は馬から採ることと関係ありや(医学的な確認を要する)。雨の日、山の斜面で滑り、枯れた萱の2 cmの茎を手のひらに刺した時、外科では念のために破傷風注射を行った。勿論、数年前に予防注射を行っていることを告げたが。

### 現場（その他）{山頂には自動販売機が在ると思うな、ジュース族}

お金が意味の無い土地もある、自給自足の生活感覚を覚えよ。若いアルバイトや学生さんは、コインさえあれば何時でも何処でもジュースとカップ麺が得られると思っている。しかし、山の多い地帯では自動販売機が無い。それが分からない若者がいることを忘れるなかれ。ジュースなどを買わせて山へ入る時に、必ず何種類何本買うことと詳細な指示を与えないと後で面喰らって大変となる。急斜面の200 mの岩山へ地震計の設置と信号線の布設の重労働のために、一日がかりの作業になる。飲物の調達を5,000円を持たせて学生2人、ふもとの店屋に派遣したところ、お釣りを4,500円もって帰ってきた。君たちよ、あの岩山には自動販売機など無いよと説明した。大変に学生は恐縮したので、耐乏生活の経験も薬と、そのままさあ出発の声をかけて学生を見ると1人1本しか買わなかったそのジュースを飲んでいて。学生が恐縮したのは私の小言に対してであって、事柄に恐れ入ったのではなかった。私はビックリしたが出発した。重労働はジュースを何本も必要とした。午後の汗では我慢できなくなり、山を降りて買ってくると言う。行かせた。その元気には感心した。2時間後に戻ってきた。大量であったので余った分は土に埋めて明日の分とした。リスや猿と熊の出る所であったが、遅しいのか無知なのか分からなくなった。

### 現場（その他）{真夏の山奥における水分の補給方法}

泥岩地帯では、真夏になると湧水も枯れ飲料水の現地調達が困難となる。したがって、宿舎から弁当と一緒に運ぶことになる。そこで一考、前夜水分補給した後、空になった2リットルアルミ罐に八分目ほど水を入れて宿の冷凍庫に入れておく。翌朝、弁当と一緒にこの罐をリュックに入れて現場に向かう。途中、粉末のポカリスエットを調達できればなお良い。測定作業も進み、一休みのところで融けた分の冷水にポカリスエットを適量入れて喉を潤す。罐を再びリュックに戻す。こうすればリュックの中の弁当も傷まず一石二鳥である。

## 現場（その他）{現場での火災発生 喫煙者は灰皿を携帯すべき}

屈折法弾性波探査を実施している地域内において、夜間に山火事が発生した。火災発生地域は山林であるが、道路もあり通行車両からのタバコの投げ捨てが火災原因であったが、探査測線が火災区域内にあったため作業従事者が警察へ呼び出されて疑いを受けた。この際、非喫煙者であるか、灰皿を携帯していれば問題なかったが、現場検証が済むまで疑いを受け、作業は中断となった。

## 現場（その他）{地元での作業員は年齢をよく聞いてから雇用すべし}

多少でも地元還元の意味から地元区長（町内会長）に作業員の手配を依頼した。5名のうち3名は男性で2名が女性とのことで、女性2名を見張りにと思った。ところが、当日5名を見て戸惑った。男性2名の年齢はどう見ても70才を越えており、歩くのさえやっとなのである。山で作業するのは困難と判断し、この2名を見張りにして作業を開始した。幸いに女性2名は良く働き、作業は予定通り進んだ。しかし、賃金の支払いになると男性は女性の千円高と聞き、不思議に思ったと同時に雇用する場合は年齢を聞くべきだと思った。

## 解析 {整理は夜のうちに不確実な測定値を排除し、解析結果を向上させる}

一日の作業を終わった後は、風呂に入って美味しいご飯をよばれ、テレビでも見てゆっくり休みたいのが人情である。しかし現場の記録を大切にしたい気持ちがあるのならば、ゆっくりしたい気持ちを押殺してここでもう一踏ん張りして、今日の記録を整理し不確実なデータの存否を検討したいものである。というのは記録には不確実なデータが紛れ込みやすいものである。それをそのままにしておき、研究室に戻ってからその変なデータに気づいても後の祭りである。その日に取った記録はその日のうちに見直し、不確実なデータは翌日必ず再測定を行い、その是非を見極めておくことがデータの信頼度を高めると共に、解析結果の精度を高めることにもなる。一寸した努力が成果に大きく反映されることを肝に銘じておきたいものである。

**警告！その日のデータ整理はその日の夜に行うこと**

### 解析 {コンターや境界線の引き方が解析者の腕の見せ所}

物理探査の結果を整理する場合、断面図・平面図にコンターや境界線を描く。この描き方で図面から受ける印象は大きく変わる。コンターの階級値を設定するに当たっては、測定値の分布が正規分布をしているとして、 $\text{平均値} \pm S$  や  $\pm 2S$  等を設定しているが、必ずしも上手くはいかない。自然界のあるエリアで観測した物理量が正規分布をしている保証はどこにもない。したがって、解析担当者はこれまでの経験や物理探査以外の調査結果を基に階級値を考えるべきである。上記の正規分布のような一見統計的に思われる方法は、主に客先を納得させる方法として有効なので否定するものではない。階級値として  $\text{平均値} \pm S \cdot \pm 2S$  を取るのか、 $\pm 1/2S$ 、 $\pm 3/2S$  を取るのか、平均値や  $S$  の数値をどう丸めるのか等で概ね思い通りの図を作成できる。解析者の腕の見せ所である。

### 解析 {各種の分布図を描くときは数値を大切にしすぎないこと、粗末にしすぎないこと、先入観に囚われすぎた分布図は自然観を欠く}

1 m 深地温分布図の描き方を見ると、その人の出が判る。自分の出に拘り、その先入観で分布図を強引に引く人がいるかと思えば、逆に測定された数字に余りにも拘りすぎて、目玉だらけの分布図を描く人もいる。調査地全域を隈無く歩き回る地温探査法はその調査地を理解するには最適な調査法ではないかと考えている。現地を歩き、測定値を吟味し、自然体で分布図を描けば合理的な分布図が描けるのではないかと考えるのであるが、ある分布図を見せていただいたことがある。測定値から見ると、とてもそうは引けないと思われる線が引かれている。その説明を求めると「そこには断層があるはずであるから、こう地下水は流れるべきである」と言われた。それではこの数字の配列はどうなるのですかと問いには「その数字は変である。構造的に見て、そのような数字は出てこないはずであるからそれは無視して線を引いた」と言う。先入観に囚われすぎた例である。

**警告！ 現地の状況を把握し、自然のママの数字を見て分布図を描け！**

### 報告書 {縮尺は数字ではなく線で記入すること。縮尺を数字で入れこむと拡縮コピーをした場合にスケールが判らなくなる}

コンサルタントの報告書は、一般に大変きれいに仕上げられているが、図面の縮尺はどのように多くの場合 1:500 とか 1:1000 などのように数字で記入されている場合が多い。この数字が曲者で、本当にそうであるのかどうか確認のしようがない。体裁を整えるために拡大コピーや縮小コピーで

もしてあろうものなら数字だけでは如何ともし難くなる。したがって、拡張コピーを行ってもスケールが判るように、0 ←→ 10 m のように実線で記入すべきである。また多くの場合、方位が記入されていないことがあるが、これは必ず記入しておいていただきたいものである。

### **報告書 {調査年月を必ず記入する。これがないと地温測定結果や温度検層の結果を評価できない}**

コンサルタントの報告書には多くの場合、調査年月が記入されていないことがある。その理由は発注者の要望であったり、色々あると思われるが、地温測定結果を評価する場合にはその調査日がないと、平常1 m 深地温を計算したり、温度検層の平常温度を求めることができない。したがって、解析結果の是非の判断もできないことになる。如何なる場合も調査日は記入していただきたい。

## 第2章 弾性波探査に関わるノウハウ

### 計画 {適切なボーリング地点の選定—地すべりにおける事前調査としての弾性波探査}

地すべり調査で、ボーリング調査に先立って地すべりブロックの縦・横断方向で弾性波探査を実施したところ、横断方向で地すべり土塊の層厚が著しく非対象（右側部近傍が厚い）であることが判明したため、当初、ブロックセンター付近で実施することにしていたボーリング調査の主体を、この位置に変更することによって事無きを得たことがあった。

### 計画 {軟岩地域での弾性波探査—地質構造を解明できないことがある}

神戸層群のような軟岩が分布する所で、かつ地下水が浅い場合、弾性波探査では構造を解明することが難しい。速度検層等を計画するようなことを考えるとよいのでは。

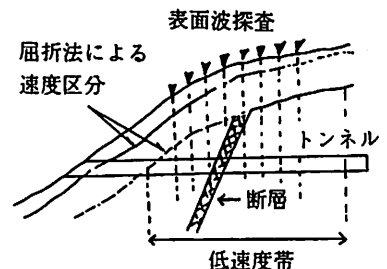
### 計画 {測定計画は現場条件で大異変—地図では分からないことが、山の中では山積み}

起震点間隔を図上では 30 m とか 60 m に等間隔で通常は計画する。しかし、実際には急崖や巨大な転石群があり、発破不能点もある。秩父帯のチャートを主とした地帯の道路関係の調査で、中間層の分布を知ることが肝要な地点の起震を外したため、十分な解析ができず弱らされた。

### 計画 {屈折波と表面波を併用した探査事例}

弾性波探査を行う一般的な調査のうち、屈折法は比較的長い路線の範囲を短時間で把握する長所があり、一方表面波探査は屈折法に比べると局部的な範囲を密に把握する特徴をもっている。両者の特徴を効果的に計画することにより、調査の精度をより高くすることができる。その結果、土木工事の施工計画が容易になり、安全性の高い工事が実施できる。

（この併用調査は、四国内の高速道路トンネル調査に導入された）

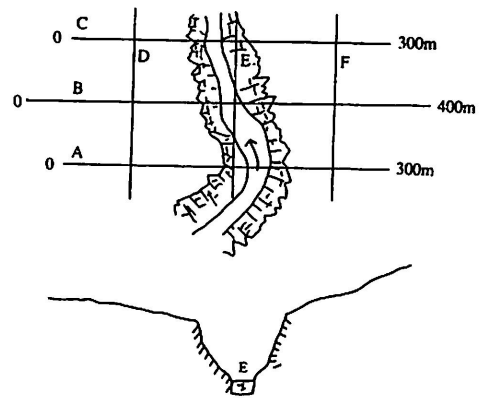


## 測定 {猿対策 スムーズに火薬使用許可を得る方法}

天然記念物の猿の生息地での弾性波探査の実施。深度 20 m のボーリング孔を掘削して発破孔とし、さらに孔内水の無いところでは水を注入して発破の効きを良くすることによって、薬量の低減をはかった。しかし、作業は大変に厄介であったことは言うまでもない。その代わり許可はスムーズにおりた。申請許可に日数がかかりすぎる。法の網が幾重にもかかっており、7 か月もかかった。

## 測定 {人は誰でも平坦部で仕事をしたいー急峻な崖の多い地点での調査}

ダムの一次調査は、一般的に右図のような弾性波測線配置で調査する事が多い。この場合に測定の順序は測線 A を例にとると初めに河床付近より開始し、左岸方へ登る。次に右岸方を測定して測線 A を終了させる。この場合に急な崖を二回登ることになる。ところが急峻な崖を登り降りするのに労力を要することから左岸方へ登ったときに測線 B, C, D の左岸方を測定する。次に右岸方を測定すると、崖の上下が少なくて済む。



## 測定作業 {バックグラウンドノイズについて}

地すべり地の場合は山中といえども民家・田畑があり、必ず小川・溪流が流れている。これらは時として大きなノイズ源となる。良好な記録を得するには、薬量を増やすよりもこれらのノイズを除去する方が効果大なことも多い。ノイズ源としては、

<振動> 住民・家畜・水流（特に滝状の流れ）・水槽（民家には必ずある）・車・風

<電気> 電線・アース（これらは 50 Hz・60 Hz のノイズとして記録される）

<ピック> タップやコードの揺れ・タップの接地・ピックをガサガサな地面に設置

これらのノイズ源は計画段階の配慮でかなり解決できる。水流や電線（鉄塔）は測線を 20 m 程度離せば概ね問題なく、やむなく電線付近で測定する場合は、コードを電線と平行にせず、直交するようにすればましである。S/N 比の向上は、ノイズ除去の努力を怠らないこと。

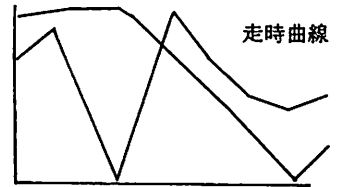
## 設置作業 {ピックの設置について}

言うまでもなく、ピックを確実に設置することは探査の基本である。ピック設置のトラブルとしては、<ピックをガサガサな地面（腐植土など）に設置>地表面の緩い土をある程度剝ぐ。地質ハンマー等でピックサイズの穴を（周辺を乱さずに）開ける。ピックを穴に十分差し込み周辺を踏み固める。<コンクリートや露岩に設置>出来れば位置をずらして避ける。やむをえない場合は粘土（ベントナイトなど）でピックを支持するが、この時ピックの先端がコンクリートや露岩に直接接触していること。また、粘土はダンパーの役目をするので出来るだけ少量に。

**測定 {風化の厚い尾根部での発破では、中間速度層が隠れるような記録となる。谷-尾根の中間部に発破点を設けるとか、尾根上に補助測線を設けるとかの工夫を要す}**



右図のような山地で尾根部から発破したものは走時曲線に示すように、 $V_p=0.3\sim 0.6$  km/s層が折れ曲がったような記録となり、中間の $V_p=1\sim 2$  km/s層がうまく解析できない。このような弱点を少しでも克服するには、谷-尾根の中間部に発破点を設けたり、できれば尾根沿いに補助測線を設けることができれば、より精度の高い解析結果が期待できる。



## 発破作業 {発破地点はピック間で}

発破点に関しては、たとえば測線の両端で発破を行う場合、ピックを移動して（殺して）発破を行うことが多い。この方法では、1) ピックの移動が手間、2) 1チャンネル減る、3) 発破点付近が乱れ発破前と同一地点にピックを戻せないという欠点がある。

発破を測線端のピックとその1つ内側のピックの中間点で行えば、上記の問題は解決され、かつ発破点近傍の第1層の速度がより精度よく求まる。測線端に拘る必要はない。



## 発破作業 {水中発破は意外と効かない}

一般に、水中発破は削孔の手間が要らずエネルギーの伝達がよいことから「良い発破」という認識がある。しかし、地すべり地の河川は主に溪流で、水深が十分(2~3 m以上)でなく意外と発破が効かないことが多い。また、水深が浅いと飛び石がかなり多く危険である。地すべり地での弾性波探査では概ね水中発破は得策ではない。

## 測定 {ノイズの発生源 地上だけでなく地下にも発生源あり}

ある揚水発電所の増設のための調査現場において、いざ測定を始めてみると大きなノイズが入り、良い記録が取れなかった。工場もないし高圧線もないのでおかしいなと思ったら、地下に大きな発電所があり、記録の読み取りに大変苦労した。こんなケースは少ないと思うが、地上の物件に注意するだけでなく、地下の構造物にも注意が必要と感じた。

## 測定 {測定のための電話線を山中に一晩放置したら野うさぎ?に喰いちぎられたー電話線を山中に張ったまま置かざるをえない場合は、木の枝にくくり高い所を這わす}

電話線を地べたに這わせたまま、次の日行って作業を始めようとする、連絡が取れず電話線を調べてみるとズタズタに喰いちぎられていることがある。これは野うさぎあるいは野ねずみの仕業と思われる。このような事故を避けるためには、電話線はできるだけ毎朝作業を始める前に張るようにするか、どうしても現地に残すような場合は、木の枝にくくるなどして電話線を地べたに這わせないようにして、できるだけ高い位置に配置すると良い。

## 測定 {路面を横切るケーブルの保護…キャプタイヤを用意するといい。道路を横切る測線では、車両通行の対策を立てておこう}

一般の並行ビニール線は切断しても大したことはないが、弾性波探査の同軸ケーブルは径8 mmほどの中に26本もの導線が入っているのだから導線は極めて細く弱い線である。切断すれば測定成分が減少し、1展開の測線長さも減少する。購入費や修理費は高額である。したがって同軸ケーブルの取り扱いには細心の注意が必要である。安全靴で踏付けたり、歩行中足を引っ掛けることは厳禁である。ケーブルは作業員が歩く測線上に展長せず、道の横に避け灌木に掛け渡すなどの心配

りが必要である。山地斜面の現場には農道が蛇行しているから、ほとんどの場合、縦測線が農道を横切ることになる。農道には乗用車の外に重畳車両も通行することが多いから、道路上の同軸ケーブルの切断の予防処置を講じなければならない。通常は現地調達で厚板や丸太を添わせて保護するが、板などは車両の通行により移動してうまくいかない。竹竿などを路側に立ててコの字に空中を渡す方法は、手間や固定に問題がある。キャブタイヤと通称している、断面が台形で内側に空間がある保護用品（ビルの床の電話線のカバーに使う保護材と同じ形態）がある。したがって準備段階でこのキャブタイヤの必要性や必要量を調査し、用意することが好ましい。また通行車両の多寡や車種についても現地住民から情報を得て、予め心積もりをしておくことが肝要である。

### 測定 {発破による振源}

弾性波探査屈折法を行う場合、発破孔の掘削は、時間がかかる作業のひとつである。通常、発破孔にダイナマイトを装葉して砂などを充填するが、次の発破にもこの孔を使用できるように、充填物を孔一杯まで詰めずに、孔の1/3までとすると、その発破孔は発破後も使える。（薬量によって多少異なる。）

### 測定 {飛石には特に注意を払うこと}

弾性波探査の実施にあたり、発破作業が最も危険な作業となる。以前の調査で飛石が屋根に当たり、瓦を2枚割ってしまう事故が発生した。原因を調べると1.日前に飛石防止として畳を配っていたが、民家より100m以上離れていたことと用意した畳が足りず、その地点は畳がなかった。2.発破土には各人モッコ（ロープを編んだ綱）を持たせていたが、前の発破で破れ、木をかぶせた程度であった。3.地点は雑木林で周囲が見えていなかった。発破土は反対側（始点）より登ったため、地形が分かっていなかった。4.地盤が硬く、いつもより穿孔が浅かった。等いろいろの条件が重なって起きたものである。飛石は人命にもかかわるものであり、防止には注意を要する。また、調査は工事に先立って行うものであり、調査時に問題を起こすと、後の工事にも影響を与えることになり、飛石等で地元民の心証を害さないよう心がけたい。

### 測定 {弾性波探査で山がこわれた？調査地に適した調査方法の選択}

ある崩壊斜面の弾性波探査で探査期間中は落石により多少危険な目に遭いながらも無事終了する

ことができた。探査終了後も、落石・小崩壊が続き、斜面下方を通る県道は当初見張りを置いて通行していたが、1週間後に中規模の崩壊が発生し、通行止めとなった。2週間後に再び現地へ行ったところ、県道はもちろん、探査期間中に皆で楽しく昼食を取った川原も完全に埋められており、ゾッとしたことがあった。(崩壊は層厚10m程度で約60°傾斜に対して流れ盤の破碎帯を崩壊面としていた)、地形・地質的にも崩壊は自然発生であり、弾性波探査が助長したかもしれないが、主原因ではないが冗談で“発破で山を壊した”と言われた。

### 測定 {発破飛石注意 浅い穴は少量の爆薬でもあなどるな!}

山地の林道に起振点を取ったとき、硬くて掘れないので張付発破の要領で土盛して発破した。70m位離れた川の対岸に民家があり、その屋根の温水器ガラスに小さい破片が落下して割れた。予想をはるかに越える飛散距離に驚いた次第。尚、薬量はダイナマイト1本。

### 測定 {ボーリング孔中発破でコメ物として水を使う ことの有効性—ボーリング孔中での発破では 水があれば少量の火薬で遠くまで記録が取れる}

四国の国道に接した地点で、安全対策のため右図に示すような箇所に5mの発破孔を掘り、付近の沢水を塩ビホースで引いてその中で発破すると、200gの薬量で1kmくらいまで良い記録が得られた。



### 測定 {ボーリング孔中発破での発破線が絡まることの防止法—ボーリング孔などの細く長い孔中での発破には細い発破母線を使うべきである}

周辺環境への配慮から、調査ボーリング孔などを使って起振(発破)することがある。この時、普通発破母線として使っているツイスト線を孔中に入れて発破すると必ずといっていいほど、孔中で絡まって発破母線が上がらなくなる。こうなると1回だけの発破で、そのボーリング孔を放棄することになる。このような事態を避けるために、孔中に入れる発破母線を細手の補助脚線に替えて実施すると、何回もそのボーリング孔が使える。

**測定 {発破順序に鉄則あり—手順前後では戦に勝てない (囲碁・将棋の如し)}**

P波探査でテークアウトケーブルを敷設した区間は必ず最後に発破すること。すなわち、初めに遠隔、続いて両サイド、最後が中央。また、転石地帯や岩盤の上で発破する時は最後に実施しなければならない。最後の発破で断線すれば、直ちに次の展開へ移動可能であるが、途中の発破で断線した時は、テークアウトケーブルへのピックの取付け・取外しに2倍の時間ロスとなる。ピック外れも防ぐ。

**測定 {鶏舎近傍の発破には注意}**

飼い主の主張「鶏の近くで発破をすると、鶏が驚き、お腹の中の卵が割れて暫くすると鶏が死んでしまうので補償して欲しい」。対策：発破の音をできるだけ小さくするために薬量を少量にし、深く埋める。

**測定 {発破の飛石に当たる。ヘルメットは必ず着用}**

某ダムサイトでの屈折法弾性波探査中のこと。新緑薫風のさわやかな季節であり、河床部を担当した発破士が居眠りをしてしまった。発破合図が終了、観測本部との応答も夢うつながら行ったため、両岸から発破開始。急崖斜面なので若干の飛石があって、径2～3 cmの石が発破士の頭に当たったが、ヘルメットを着用していたため、難を逃れた。これで発破士は完全に目を覚まし、探査を順調に進めた。

**測定 {水中発破は魚を獲る 生き物は人間だけではありません}**

池の中で大きい水中発破を実施した時のこと。その池には錦鯉が飼われていて、三匹浮いた。そのまましておくわけにもいかず、寒い中裸で泳いで、陸上げした。夜、鯉こくをして食べたが、まずかった。

### 測定 {水中発破で石を飛ばし、杉の木を傷つけた—水中発破では、水だけを押しえに使い、石などを載せてはいけない}

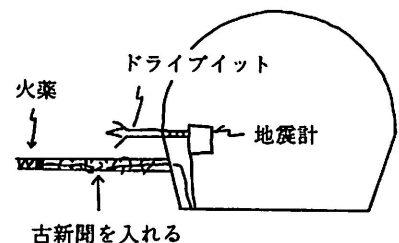
小規模な谷で、水深 30~40 cm、流れもあったので、爆薬の上に石でも載せておけば少しは重しになると思い、 $\phi$  10 cm 程度の石を乗せて発破したところ、見事に横にあった立派な杉の幹に当たってしまい、所有者に平身低頭謝りにいった。また、他の現場で水中発破の際、飛石防止と考え、重い防爆シートをかぶせて発破したところ、防爆シート自体が空中高く舞い上がり、松の木に引っかかってとれなくなった。浅い谷部での水中発破では周辺の礫等をよく取り除き、押しえは水だけにすべきである。

### 測定 {市街地でもできる弾性波探査 孔内発振弾性波探査}

孔内発振弾性波探査では臨界距離が通常の弾性波探査に比べてはるかに短くなるため、波動エネルギーの減衰が少なく、火薬でなくエアージェンを使っても 120~150 m 程度の延長の計測が 1 回の発振で可能である。舗装があっても計測が可能であり、市街地に適した方法であると言える。

### 測定 {紙鉄砲は仕事にも使用できる}

トンネル内の弾性波探査で P, S 波の測定。地震計設置：電動ドリルで坑壁に孔をあけ、ドライブピットを打ち込み、このピンに地震計をぶら下げる。発破孔：削岩機で深さ 50 cm ~ 1.0 m の孔を水平に掘る。装薬：電気雷管に少量のダイナマイトを巻きつけてビニールで包み、テープで巻き、竹等の棒に添えて発破孔の孔底へ挿入する。込め物：込め物として古新聞を水につけて丸め、あたかも紙鉄砲をするかのようにして発破孔に詰め込む。このような方法で測定すると P 波および S 波を同時に測定することができる。(右図参照)



### 測定 {弾性波速度値 見ただ目で速度値は判断できない}

あるトンネル調査の坑口斜面について、解析結果ではどうしても 1 km/s 台の速度値しか観測さ

れていなかったが、ある研究所の室長が「あの岩盤なら2 km/sはあるはずだ」とクレームをつけ、説明に行ったこともある。後日、その斜面は崩壊し、下の国道も一時通行止めとなった。見た目だけで岩質を判断すると大変なことになると痛感した次第です。

### 測定 {記録器は人のメガネと同じーメガネの曇る所は、記録器のミラーも曇る}

トンネル内の坑内弾性波探査を実施した。その目的は地表弾性波探査結果との対比及びトンネルボーリングマシンによる掘削時のゆるみ領域の状況把握である。時期は冬の厳寒期で冷えきった記録器をトンネル坑内に持ち込んだ。測定をしてみると記録が非常に薄く使用出来ない。調べてみるとミラーが曇っている。そこで暫く坑内電灯の近くで暖ったかくしてミラーの露が消えてから測定した。翌日は、記録器を旅館の暖房の部屋で良く温めて特別の容器に入れて冷やさずにトンネル坑内に持ち込んで測定した。

### 現場（その他・準備） {チェックリストを確実に ペーパー1巻、8人役}

弾性波探査は準備すべき機械や、消耗品が多い。それらのひとつでも足りないと、山の奥深くへ行ってから気付いたのでは遅い。

チェックを完全に実施したつもりがオシロペーパーを忘れていて、その到着を待つのに丸1日つぶされた。

### 現場（その他） {犬に中継ケーブルを切られたーケーブル類は切れ易い為、取り扱い慎重に}

探査準備完了し、測定を始めようとした時、オシロに出るデータに乱れが発生し、その後完全に消えてしまった。原因を追求する為、本部より探査地へ中継ケーブル沿いに登っていた所、犬が中継ケーブルとじゃれており、調べてみると20 m間に3箇所、犬の噛んだ跡があり、中継ケーブルが切られていた。本部と探査地の中間に果樹園があり、犬はそこに放し飼いにされていたものでそのケーブルを木にくくりつけるなどして高い所を通していればと悔やまれた。

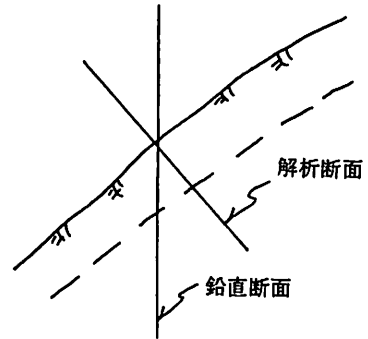
### 解析 {確認が大切 学んで時にこれを習う、また愉しからずや}

物探は、ある物性値から地盤状況を知るものであるから、夫々に限界があり、確実な方法はない。

トンネル調査、道路の切り取り、下水の大口径掘進などは、工事の結果と対比させることにより技術が本物になる。道路トンネルのP波弾性波探査で、調査結果が全く合わないという文句をもらった。あとで地表を歩くと、地下水の影響を考えてないことと、断層が途中で切断され、ずれていることに起因すること、ミラージュ層の分割を誤ったことが判明した。

### 報告書 {斜面に平行な測線の解析断面は、鉛直断面ではない—報告書にもこの点を明記した方が良い}

報告などに行きよく聞かれることであるが、測線が十字状にクロスしていると、そこで速度層の境界線が合っていないがどうしてか？ということで、斜面に沿うような探査測線では、もっとも速く到達した波によって解析しているのだから鉛直方向から来た波ではなく、受振点にもっとも近い速度層からの波動による断面です、という説明をしている。



### 報告書 {低速度帯の表現でトンネル工事の際にクレーン—低速度帯の傾斜に関する注記が必要}

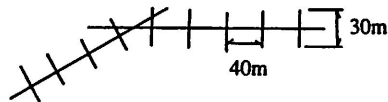
トンネル計画ルートでの弾性波探査結果図において、トンネルレベルよりも100m程度上方の最下層速度層境界で低速度帯が数か所存在していた。トンネル施工に伴い、施工業者から掘削中に確認した断層と低速度帯の位置が違うとのクレーンを受けたが、低速度帯を鉛直方向に勝手に延長したためであることが分かった。説明の上、了解してもらったが、施工者は報告書よりも図面のみで判断するので、図面中に注記が必要である。

### その他 {地主さんにダイナマイトを使うと云って承諾を拒否された。地主さんに恐怖心を抱かせるような表現は止めた方が良い}

弾性波探査には火薬の消費がつきものであり、消費地点の地主さんの承諾が必要となる。高知の現場で相手は呉服屋の後家さんだったが、最初に「ダイナマイトを爆発させます」というような説明をして、その後何回も協力依頼に伺ったが承諾を拒否された。このことがあってからは「極少量の火薬を使います」というような表現に変えて、地主さんからの協力を得るようにしている。

### 見積り {探査測線配置による歩掛 細切れ測線は高くつくぞ!}

あるダムサイトの急斜面の現場で、付替道路切土部調査において、横断方向に=30 m程度の短い測線がムカデのように配置されていた。発注金額は標準的な歩掛りでしか設計されてなくて、測量、伐採、測定作業に大変手間がかかり、赤字の現場となった。



### 見積り {発破作業に伴う見張員 発破に伴う安全対策には人と金がかかる}

弾性波探査の起振に用いる発破については、初めての人には特に砕石現場と同じようなイメージがあり、過大な心配をしている。ある府県境の現場で、消費地点方の地元にはよく説明がなされているが、となりの府県にはまったく説明がなされてなくて、測定の直前に林道の両端部に2人、府県境の山道（獣道）に2人の計4人の見張員を社員で立てると言われ、バタバタしたことがある。発注者の内訳にも見張員を4名もみてくれてなかった。

### 見積り {目的と要求される精度、主要度に応じた見積り一敵を知り、己を知れば百戦危うからず}

地質調査業協会の全国標準積算料は、一率な積算で例外的に困難な所は別途加算という表現である。特に表面波探査は、機械装置の償却に要する費用が大きいため、探査精度の割には、他の方法と比べると割高感がある。この方法しかないという調査や精度はともかく、目的が十分に達せられる業務については、ノルマルな積算とし、補助探査的な意味合いの場合は、それ相応の対応が必要である。機械は休んでいては何も生まれない。技術者は同じ人でも、主任技師になったり、技師Cになったりする。



## 第3章 弾性波探査（表面波法）に関わるノウハウ

### 測定 {埋設配管に注意}

表面の地盤から振動を加えるため、老朽化した管（水道、ガス等）が壊れることがある。主な原因が老朽化によるものであっても、調査者の責任となるので要注意。特に地上に露出している管が古い場合には、起振機の設置場所には注意すること。

### 測定 {ゆるい砂層は表面波は伝わらない むかに釘でも砂にはパイル}

瀬戸内の海岸の砂浜で、岩盤線をレイリー波で調査した。表面が非常にゆるい砂層は、高周波数の領域で表面波が発生せず、探査不能となった。すなわち砂が液体と同じような性質になってしまったためと考えられる。その障害を防ぐには、長いパイルを、ある程度締まった層まで打ち込むか、注入で固める必要がある。小道具がピリッと効くとうれしい。

### 測定 {地盤境界の多様性を常に配慮する－真相追求はもう駄目だという時からの粘り}

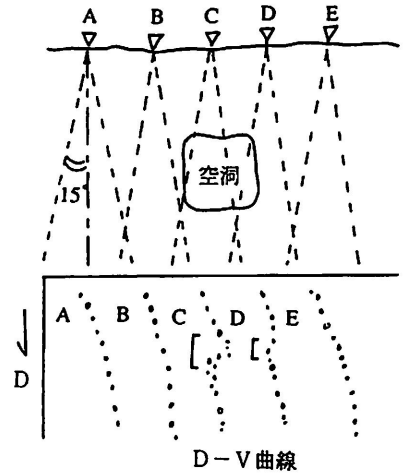
表面波は境界で発生するのであるが、必ずしも地層の境界だけとは限らない。付近の構造物などの障害物や高次モード波の発生などで意外な結果が出る。この探査法は、速度値と深度の関係がコンピューターで計算されて、現場作業中に直ちに出てくるのが特徴であるから地質にマッチしない結果が出れば、起震機や受振器の位置方向、間隔などを変えて再試験する必要がある。地質図が描けるまで続ける。また解析に当たっては、高次モードの位相速度や群速度の分散を計算し、実測値が正当であるか否かの検討をして、真の地層の境界を決める資料とする。

### 解析 {速度層断面図は、細かい数値を気にしない}

表面波探査によって得られた結果（各層の速度）は、かなり細かく区分できるが、同じ地層内でも堆積状態が異なると速度にも変化が生じる。細かく分けすぎると、地質を推定しようとする時に判定が複雑になり、良い結果が得られないことがある。

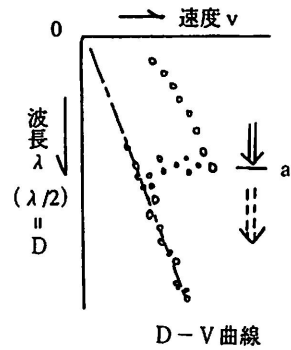
### 解析 {地下空洞探査の問題点}

表面波探査による空洞把握実験の結果、測定器（受振材）を設置した位置の鉛直方向の地盤情報が、最も顕著に現れ、鉛直方向より遠ざかるに従い、障害物などの影響は少なくなる。その範囲は土質によっても異なると思われるが、実験結果では鉛直方向より左右に15°程度であることが判明した。従って言い換えると一ヶ所で得られた探査の異常部は、その鉛直下に存在するとは限らないことになり、特に空洞調査などの局所的な異常を把握する場合は、複数の探査ポイントを設け、詳細な分析が必要である。



### 解析 {波動の減衰と速度値の信憑性に関する一例}

探査で得られた速度値が、果たしてどの程度信頼できるかは地質構造を判断するうえで大きな影響を与える。現在多く使用されている表面波探査装置は速度（地表からの平均）と深度を算出した値を出力し、それ以降も人間が解析する手法がとられている。屈折法に例えると、走時曲線までを機械が自動的に計算することになる。従って機械が行う算出過程は一般的には理解されてない面があり、速度値の信頼性を判断するうえでネックとなっている。図に掲げた[D-V 曲線]は、波動の減衰に伴う見掛けの速度値の現れで、原点0から下斜めに描いた線上に乗った打点(a以深)は速度評価の対象にならない場合が多い。



図に掲げた[D-V 曲線]は、波動の減衰に伴う見掛けの速度値の現れで、原点0から下斜めに描いた線上に乗った打点(a以深)は速度評価の対象にならない場合が多い。

## 第4章 電気探査（比抵抗法）に関わるノウハウ

### 計画 {探査・解析の作業量は、探査深度に単純に比例しない}

土木地質分野で一般的に探査対象となるのは、GL-50~70 mと思われる。2極法の場合、探査深度がこれを上回ると、a. 遠電極の設置（探査深度の10倍の距離）、b. 測定時間（単純に探査深度に比例しない）、c. 解析時間（単純に探査深度に比例しない）、などの点で作業量が急増するので、計画・見積りに当たって要注意である。

### 計画 {既設構造物に留意して、測線配置を決定する}

鉄道・ガードレールなどの地表構造物のみならず、水道管、ガス管、あるいはトンネルなど地下構造物があり、それが良導体である場合、探査結果に対する解析・解釈が困難となる。こういった場合、・これらの構造物から測線を十分に離す（理論上は探査深度以上）、・これが無理な場合、測線とこれら構造物ができるだけ直交するような配置とする、・この場合、あまり探査深度を深くしても精度が劣ることを念頭に置く、・併用探査を考慮する、などに留意する。

### 計画 {高密度電気探査—弾性波探査の欠点を補完する形での高密度電気探査の適用}

山岳トンネルの地質調査に高密度電気探査を弾性波探査と併用することが多くなったが、断層の傾斜方向や良好な岩盤の下位に分布する不良岩盤の検出には確かに有効であるように思われる。弾性波探査を補完する形で使っていったら良いと思う。

### 測定 {比抵抗法の電極の打込の深さ—要するに、揺すっても動かないように打てばいい}

電極を打ち込む深さについて、作業員などによく聞かれる。むかしは測線の長さの何分の1などという人がいたが、便法であろう。電極の打込の深さには、a. 特定の基準やルールはない。b. 原則として、しっかりした地山の土に、手で揺すっても動かないようにしっかり打ち込めばいい。c. C電極は、流れる電流の強さが計器に表れるから、測定器の規格を満たすように接地させる。d. 作

業員に打込をしてもらうときは、責任者の持っている経験から判定して具体的に何 cm くらいと指示することも必要である。

### 測定 {電極鉄棒を小学生に持って行かれた一住宅地での電気探査は、小学生の下校時には目を放すなかれ}

無限遠点の電極棒を、住宅地の空き地の道端に設置し、離れた測定メータ係と打ち合わせて戻ってみると、電極棒が消えていた。慌てて皆で捜して歩いた。通りすがりの人から、2・3の小学生が向こうの空き地で鉄棒を投げ、土に突き刺して遊んでいたという。その付近の柔らかい土の中に突き刺してあって安堵した。やはり、目を放してはいけないことはもちろんであるが、万一の予備鉄棒を沢山用意しておくという、当たり前の事を実行しないと、泣く事がある。

### 測定 {遠電極ケーブルの配置}

遠電極ケーブルは、地面を這わせず、樹林等に引っかけて配置した方が、動物に切られにくい。また、赤、オレンジより黒、茶色のケーブルが切られにくい。

### 測定 {岩石の比抵抗及びその他の物性を把握しておく}

岩盤のみならず岩石の比抵抗も測定しておく。この場合、以下の点に留意する。

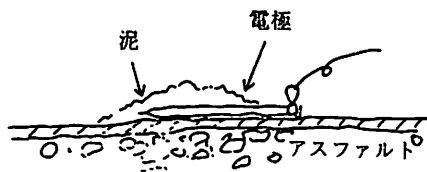
a. 乾燥及び湿潤状態で測定する。b. 併せて含水比・吸水率・有効間隙率・ $V_p$ ・ $V_s$ ・ $q_u$ などを測定し、対応関係を把握しておく。地山区分などに対して役立つ。

### 測定 {地盤の比抵抗を測定する}

予め地盤（岩盤）の比抵抗を露頭で測定し、探査・解析・解釈に役立てる。つまり、a. 露頭での比抵抗がかなり低い場合、探査時の通電電流を大きくする。b. 測定する露頭の状態（飽和・不飽和）をよく吟味し、また岩質状況別に比抵抗を求めておき、解釈に役立てる。c. 露頭で飽和状態のデータが得られない場合、電極間隔を大きくして測定してみるなどの点に留意する。

### 測定 {アスファルト・岩盤等の上での電極の設置}

電極棒を寝かせ、泥をかぶせて上から食塩水をかけて、測定したところ、うまく測定できた。



### 測定 {電気ノイズが大きくて測定できない時}

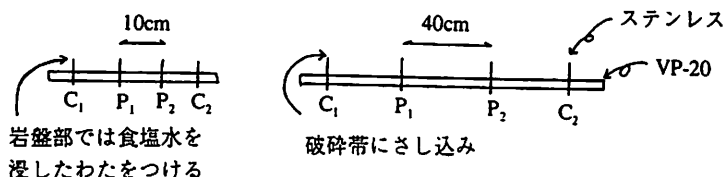
深夜1:00 AM を過ぎると、JR も走っておらず、ノイズの影響を受けずに測定できる。

### 解析 {雨に対する比抵抗変化の解析}

比抵抗  $\rho$  というのは、物理量であるにもかかわらず、種々の要因によって変化するために、弾性波のように一意的には決まらない。降雨に伴う地盤内の浸透状況を観測するためには、地盤の乾燥状態下の比抵抗値が必要となるが、その値は上述したように簡単に決まらない。したがって、乾燥もしくは乾燥に近い比抵抗値を基準として、降雨時に計測された比抵抗の変化を求めると、降雨に伴う地質内の浸透状況が把握できる。

### 測定 {露頭比抵抗測定器の利用}

露頭比抵抗測定器を開発。地山の比抵抗分布から地山を評価する上での判断材料にしたいと考えている。電極間隔、10 cm と 40 cm を作成したが、両者とも比抵抗値にあまり変化がなく、凸凹が多い露頭を考慮すると、10 cm のものが使いやすい。感電に注意。



## 測定 {電極設置のトラブル：電流が流れない！}

1. 電極をしっかりと打ち込んだものの規定の電流が流れないことがある。電極周辺に水をまくのが手っ取り早い方法である。アルカリイオン水・スポーツドリンク等を使ったこともあるが、水と殆ど変わらない。汚いが小便は水よりも効く。それでもだめな場合は、一カ所に電極を2, 3本打ち並列につなぐ。経験では30%程度は電流値が大きくなる。

2. 岩盤にドリルで削孔して電極を設置する場合、孔径が電極径より大きく接地しない場合がある。周辺の湿った土を詰める。

## 現場作業 {測線と電極の設置}

1. 測線設定：比抵抗法では測線の直線性にばかり気を取られ、激しくアップダウン測線を設定している場合が多々見受けられる。測線は三次元的に直線であるべきだから、現場の地形にもよるが、アップダウンが大きい場合はコンター沿いに緩やかにカーブする測線を設定すればうまく行くことが多い。作業性も格段によい。但し、図面上では曲線のため役所受けは悪い。

2. 電極設置：電極を打ち込む際には、グラグラしないようにしっかりと打ち込む（特に深さに拘らない。但し、電極間隔が数10cmのとき、電極を深く打ち込んでは何を計っているのか判らない。臨機応変に）。垂直に打つ必要はない（特に斜面では打ち込み・抜き易さを考える）。上記のように打ち、測定前に全ての電極に通電し規定の電流が流れるかチェック（最近では電極を自動で切り替え可能なので数分間の作業である）。

## 作業 {バッテリー充電は日課：重たいけれど}

最近の測定器はやたらと電力を消費する。CRTディスプレイ、プリンター、FDD、など。それに伴い電力消費量が増え、バッテリーの負担が大きい。大容量のバッテリーを使うことになるが重たくて大変である。つい、計器のバッテリーランプを信用して「80%程度の電圧なら充電（宿に持ち帰る）しなくてもいい」と判断してしまうが、バッテリーの充電は日課と考えるべきである。バッテリーはフル充電の80%程度以下になると急激に電圧低下をするためである。特に電気探査ではバッテリーの電圧不足は直ちに測定値に影響するので注意。

## 現場（その他） {遠方電極を設定する場合は獣道に気をつける—獣道に気をつけないと、電線を食いちぎられる}

電気探査において、2極法あるいは3極法を実施する場合、探査深度の10倍程度の距離に遠方電極を埋設する必要がある。この場合、毎日遠方電極を片付けるのが、かなりの手間となるので、設置したままで置くことが多い。この時に人間の都合だけで電線を延ばして置くと、翌日ひどい目にあうことになる。獣道があるのを知らずに電線を延ばして置くと必ずその電線は食いちぎられる。翌日の仕事を始めようと通電すると、まったく応答がない。そこで、遠方電極へと電線をたどって行くと、途中に何ヶ所となく鎌で切ったように鋭く電線が食いちぎられているのが見つかる。これを防ぐためには地面にしっかりした棒を突き立てて、それに電線を結わえながら延ばすことである。一番良い方法は毎日遠方電極を仕舞うことである。

## 解析 { $\rho-a$ 曲線を合理的に解析するための一つの方法— $\rho-a$ 曲線を解析する時には、まず測点網に合わせて並べ全体の形を見てからこれを行うと良い}

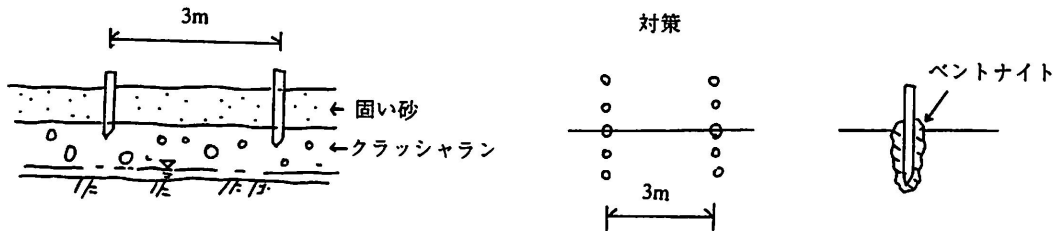
$\rho-a$  曲線を解析する時に、遮に無にこれに取りかかるのではなく、まずこれらの曲線を幾度となく眺める。測点網に併せて並べ遠望することも大切である。このような作業を行うと、自然と曲線群の区分ができる。これができたならば各区分された曲線ごとに標準曲線を用いて解析すると解析作業をスムーズに行うことができ、強いては解析結果の解釈を矛盾なく行うことができるようになる。

## 測定 {ダイポール・ダイポール法における効率的な測定方法}

P電極を往復移動する。この場合、測定者（記録者）と電極移動担当者の連絡を密にする必要がある。片道測定に比べて労力は半分となる。最も、最近では自動切替装置付の機器が開発されたため、ノウハウとは言えなくなった。

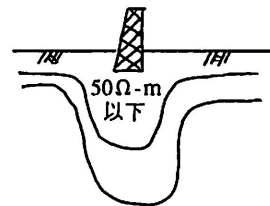
### 測定 {高密度電気探査実施時の接地抵抗について}

学校のグラウンドで探査を実施した時、下図のような地質条件から接地抵抗が大きく、測定が不可能になった。対策として、電極棒を増し、かつベントナイトを埋め込んだ。



### 解析 {高密度電気探査における構造物の影響}

鉄筋の入った擁壁を横断する測線では、擁壁直下で低比抵抗ゾーンが検出され地盤の比抵抗値が得られない。





## 第5章 電気探査（自然電位法）に関わるノウハウ

### 測定 {雨の日は地獄か極楽か。雨男、雪男がいる？—雨中の自然電位法は不可、雨後の曇りは最適}

調査、野外測定の日には、天気中心には決められない。スケジュールが確定してから、出発の前日から天気の推移が気になる。雨は、作業能率が落ちるばかりでなく、自然電位法には雨は電極の硫酸銅液を薄めて、電位が不安定となる。忙しい時は情けなくなるが、スケジュールに余裕あり、旅費の心配も無く、ましてや良い温泉地であれば、雨は楽しとなる。自然電位法には、雨後の土地の適度の湿り気は、電極に最適となる。しかし、晴れ上がってカンカン照りは、土地と電極に温度差を生じて好ましくない。長年の野外測定では、東北で11月末には初雪で駄目、じゃあと翌4月、今度は最後の大雪といった雪男。その隣の後生掛温泉、季節を変えて4回、4年未だ晴天に恵まれない。どうした訳か。雨男がいるのか、いや、この当人も。

### 測定 {アースの問題は何時でも何処でも忘れずに—アースに付ける薬なし。アースは最高にして、永遠の問題}

野外で測定装置の組み立てを完了したら、スタート状態で、アンプなどの各装置に手をかざす、触れてみる。特に、結線を握ってみる、揺すってみる。多くの場合に、測定値の動揺がみられる。主として、アースの問題と思われるが、手立て、処置の方法が無い場合が多いようである。そっとして、折って測定することが多い。記録器で、電気火花でアルミ粉を塗布した記録紙での記録の際に、手を近づけても、手を触れても、ペンの動揺がみられる事あり、記録紙が風にあおられてもペンが動くことあり。湿度にあまり関係なく、人体の静電気の影響かもしれない。

### 測定 {流動電位法による流向流速測定は1回だけ—一度投入した塩分の影響は長い}

試錐孔の回りに十分に錆びさせた鉛電極を配置して、孔内の地下水流動層を対象として食塩を注入し、その流動層を流れている地下水の流動方向と速度を知ろうとした時のことである。食塩投入前から電位を記録しておき、その電位が安定していることを確認してから食塩を注入した。その後1夜自動観測をしておき、翌朝その記録を見ると、ほとんど電位変化が思ったほど出ていない。失敗だと、即再び前よりも濃度の濃い食塩水を注入して再度自動観測を行った。結果は前よりも悪かつ

た。電位変化がほとんど認められてないのである。こんなはずはない。推定地下水流速は速いのだから前に注入した食塩はとうの昔に流れ去っているはずである。では何故今回の電位変化が非常に小さいのか？大御所に相談したところ、それはダメだ！一旦注入した食塩はそう簡単には抜けきらないの一言。

**警告！食塩注入時の濃度には十分に気を付けて、やり直しは効かない**

### 解析 {電気の流れの向きを考えると、頭が痛くなる－土地の電位差の直角成分の測定から電場の向きの決定には必ず予習が必要}

電流の流れはマイナスの電子が動くことで生じるが、電子の正体が分からぬうちに、正電気の移動する方向を電流の方向と決めてしまった。電子を見つけても訂正しなかったので、そのままとなっている（しかし、自然電位の発生機構を考えると時には、電子を考えなくてはならないので、頭が痛くなる）。自然電位の測定では、電流は電位の高い方から低い方へ流れると信じること。そこで、野外の電場の大きさと向き (Vector) を決める。1.電圧計の(-), (+)に結んだ電極を、そのまま、それぞれ外の電気の(-), (+)と信じ、(-)はゼロ値、基準値であると信じること。2.まず、0点に(-)電極を置き、N方向の1 mの点に(+)電極を置く。電圧計は(+)16 mVを示したとする。3.次に、E方向の1 mの地点に(+)電極を置く。電圧計は(+)12 mVを示したとする。4.(+)12 mVとは、(+)電極の方が(-)電極より電位が高いのだから、NS電位(差)成分は、0点からS方向へ電流は向き、EW電位(差)成分は、0点からW方向へ電流が向いていると考える。5.それを合成すれば、電場の向きは $\tan\alpha = 12/16$ 、向き=S 36.9°W方向、大きさは $16^2 + 12^2 = 202$ で20 mVとなる。これを方眼紙上に書き、電位の(±)と電場の向きを考えてみる。さらに直角成分の(+), (-)の4種の組合せを考えて、グラフで組合せと電場の象限を書き込み、表示方法を体得すること。

### その他 {あるや、なしやの存在証明 信じるものは幸なり}

シェークスピアではないが、「あるかないか、それが問題だ」。未知な現象を空想したとき、現場の測定結果で、それらしい現象のデータが得られたと思った時、発見の興奮を味わう。熱気が冷めた時、それは幻ではないか、何かの幻影を見間違っているのではないかと感じると、心は深い淵に沈潜する。疑い、迷いが生じたら最後、長い長い旅路に出ることになる。

気持ちがかかるのは、確立した理論があり、その現象を忠実に追い、その意味付けを行う場合である。その技術、要領を洗練し、一般化するのも、科学技術の大進歩なり。在るものを鮮明にするのは比較的容易であるかもしれない。弾性波探査で初動をスタッキングで明瞭にするのは、判り易い

例である。もちろん、それを技術まで高めた功績を低く評価するものではない。測定、観測で見られないものを、データのひねった処理で、統計的処理で、目的とするものを出した。出たと思うのは、邪道と思うのだが、どうでしょうか。やはり、実験、測定方法の工夫、改良によってズバリ現象を出現するのが、正統的と思うが、SP法で地下水流脈が発生している流動電位を検知できる。ほんとか。地下水流脈を見たことがない。そこで、間欠泉に目をつけて、その流動電位の発生、消滅を観測すれば地下水の発生電位の直接的な証明となる。

## 第6章 電気探査（比誘電率法）に関わるノウハウ

### 作業 {比誘電率法は整地が生命線}

比誘電率法は地表に計 25 cm 程度の円形電極を押し当てて密着させる。したがって、地表面をどれだけ平坦に整地するかがポイントになる。①初めに鍬で表土を剥ぐ際に、出来る限りフラットに剥ぐ(この作業が作業時間短縮のキーである)。②表面の礫は無闇に取り除かずハンマーで打ち込む。③植物の根は①の作業で取り除くが、残ったものは剪定はさみで切り取る。④地表が多含水の粘性土の場合、コテで表面を叩くと圧密して地表面に水が浮き出る。これでは、水を測定しているようなものである。あまり叩かず、付近の乾燥した砂を少量撒いて整地すると良い。

### 測点設定 {測点は格子配置や線配置にこだわるな}

比誘電率法・1 m 深地温探査では通常測点を格子状や直線状に配置するが、補間測定が必要と思われるエリアや格子点での測定が困難な場合は、格子や直線にこだわらず適宜測点を追加・変更・移動させるべきである（弾性波探査や比抵抗法のような直線性の制約はないのだから）。

## 第7章 1 m 深地温探査に関わるノウハウ

### 計画 {測点設定における注意点—調査目的を十分に把握した上で測点網を設定すること}

1 m 深地温探査の実施する前に測点網を設定する必要がある。その際は調査目的を十分に理解した上でそれを行いたい。予め地下水排除孔施工位置を決めておいて、その周辺のみに狭い範囲で測点網を設定して1 m 深地温探査を実施しているものを極希に見ることがあるが、このようなことは絶対にすべきではない。あくまでも適切な測点網で1 m 深地温探査を実施し、その結果に基づいて地下水排除孔施工場所を決めるべきである。

### 見積り {手抜きをして、安い見積りをしたために損をした話—現場に行けず、新規の探査の見積りをする時は高めに見積もる事}

平成2年12月に〇〇県農林水産部△△林業事務所から70点の地温探査の見積りを依頼された。実施場所の状況を聞くと「詳しくはいえないが山間地である」との事だった。12月の忙しい時期でもあり、〇〇県の△△土木事務所で同点数を実施した後に提出した見積りがあったので、件名を変えて提出してしまった。△△土木事務所の見積りは地すべり性斜面の棚田で実施したものであった。平成3年度に△△林業事務所から、この地温探査が発注され当社が落札した。現場は30~35°のかなり急な斜面であり、直接工事費に山地補正が必要な場所であった。ましてや木々が生い茂り、測定位置を出すのも難しい。すぐに変更を要請したが、電算に新規単価として入力されており、当社の見積りで予算取りをしたので大幅の変更は不可能と回答された。

### 見積り {器具の償却費用について}

貫入棒や大ハンマーは、しばしば破損する事がある。200点程度を目安として全損で考えても良いのではないかと（また、これらを目安に償却率を高める）。

### 見積り {地温探査費を大幅に値切られた話}

実施事例の少ない探査には実施前に単価を決定してしまう事

昭和62年度に〇〇県土木部△△土木事務所の発注で800点の地温探査を実施した。実施した後、〇〇県土木部では探査を実施した事例も少なく、統一された単価は決定されていないため、見積り提出となった。一点当り7,000円程度の見積書を作成し、単価見積り等も用意して、ほぼ決定するかと言う段階にきたときに急に話が変わった。発注者側から「××県では一点当り4,200円程度で実施した事例があるのでそれにならいたい」。〇〇県なのになぜ××県の単価なのか。だれがそんなに安い見積りを出したのか。実際に××県の単価を調べる術もなく、探査を既に実施した後なので泣き寝入りとなった。

### 見積り {山地作業と平地作業の違い}

山地作業は平地作業に較べて作業効率が悪い。積算の目安としては6人作業にて平地：80点/1日、山地：60点/1日程度が妥当と考える。但し山地の場合は事前に測点を測量で求めておく事が作業効率に大きく影響する（山地の場合は簡単な伐採を伴う測量費用が必要となる）。

### 伐開 {伐開における注意点—笹藪・茅伐開に際しては足元を十分に保護してこれを行う事}

笹藪で伐開作業を行うときは、笹の切り株で思わぬ怪我をすることがあるので安全靴などの切り株が貫通しない履物を履いてこれを行いたい。長靴では一度で使い物にならなくなる恐れがある。茅もほぼ同様であるが、この場合は茅の葉で皮膚をこするとかぶれることがあるので、アレルギー体質の人は十分に注意する必要がある。ひどい人は瞬く間に全身にかぶれが広がってくる。

### 測定 {貫入棒・ハンマーの予備を持っていくこと}

現場が山中で周辺に鉄工所や金物屋がないときは、貫入棒やハンマーの予備を持っていく事が望ましい。これらの破損のため終日作業が中止となる虞がある。

### 測定 {ハンマーの柄の予備を持ってゆく—ハンマーの柄がないばかりに作業を中止せざるを得ないときがある}

1m深地温測定の際に孔を開けるのに鉄棒と大ハンマーを使用する。大ハンマーの使い方の下手人はよくハンマーの柄をたたいて折ってしまう。通常は2、3本柄の予備を持参するが、酷い時には午前中で4、5本も折ってしまい仕事にならないときがある。近所の金物屋に柄があればよい

のであるが、なかなかそうはいかない。そのような場合は作業中止となる。また、この頃はハンマーの柄を付け替える事のできない人が増えてきている。一度柄が折れるとハンマーごと買ってくる。柄の付け方を知らないからだと言う。

**警告！ハンマーの柄は十分に用意しよう！**

### 測定 {1 m 深地温探査用の孔をうがう場合には各種の配管に気をつけること 住人立ち会いの元でも、配管に孔をあけることがある}

1 m 深地温探査を実施する際に、鉄棒で1 m 深の孔を穿つ必要がある。この際に住宅近辺でこれを実施する場合には、ガス管、水道管、排水路等の埋設位置に十分に気を付ける必要がある。配水管はともかく水道管あるいはガス管に穴を開けると大変なことになる。したがって、この様な場所に孔を穿つときは住民の方の立ち会いをお願いするのが常套であるが、それでも不始末をすることがあるので、十分に注意したい。これらは比較的浅いところに埋設されているので、危ないと思われるところでは、できるだけ人力で開けるようにしてハンマーを使用しない方が無難である。

### 測定 {測定位置に関する注意点—構造物、急斜面、石垣、等の側に測点が設定されている場合、これを避けて測定する}

大きな構造物や微地形急変点付近では地温がそれらの影響を受けて正しい値を示さない。したがって、これらの近辺での測定は避けるべきである。これをしないと、1 m 深地温分布図に温度異常部がでてしまい、合理的な説明ができないことになる恐れがある。地温に影響を及ぼすような構造物や微地形の急変点付近に測点が設定されている時には、測点をそれらの影響圏外に移設する必要がある。

### 測定 {測定野帳には測定中に気付いたことを全て記入すること—1 m 深地温探査は現地をくまなく歩き回ることになるので、気付いたことを全て記録しておくこと}

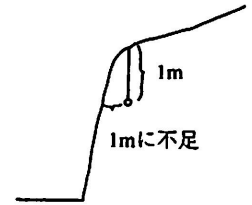
1 m 深地温探査は調査対象地に測点網をかぶせるので、調査地内のあらゆる現象を観察することが可能である。従って、測定作業中に目に付いたことを全て野帳に記入しておくことは現地の状況を正しく把握する手助けになるとともに湧水点、地表水、表流水などが認められた場合は、その水温や概略の量を測定し記帳することも地温分布図を解釈する時に大いに役立つ。

### 測定 {水路に余り近い場所での測定は避ける事が望ましい}

測点の近くに水路が存在する場合、水路の水の影響を受ける場合がある。このような場合、夏場には温度が高く、冬場には温度が低く測定される危険性がある。

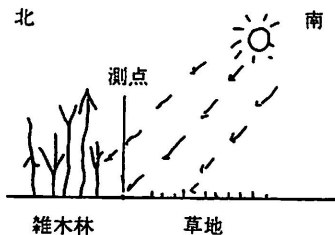
### 測定 {斜面近くでの測定は避ける事}

斜面の余り近くで測定した場合、地表面下1mの深さの地温を測定した事にはならないことがある。このような場合、夏場には温度が高く、冬場には温度が低く測定される危険性がある。

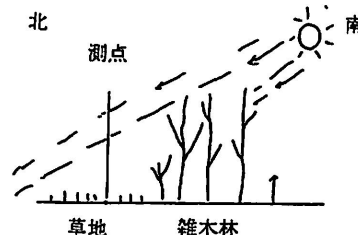


### 測定 {異なった植生の境界付近での測定は避ける事が望ましい}

雑木林と草地の境界付近の草地側を測定する場合、雑木林の影響が出る可能性があるため、木の高さを考え、ある程度離れている事が望ましい。



(余り影響はない)



(影響あり)

### 測定 {作業効率を高めるためには}

作業効率を高めるためには事前に測点に目印を立て、作業は6人で行うのが早い。測定1人、削孔4人(2名で1組、2組編成)、温度センサーの運搬1名。

### 測定 {測定器使用に対する注意点—探査目的に合致した測定器を使用する事}

ある時、精度1°C位の温度計で地温測定を行っているのを見た。調査担当者にその理由を聞くと、



上司からこれで測定してくるように言われたと言う。本人は何のために地温を測定しているのかをまったく理解していなかった。その様な状況は地温測定調査法を普及するうえで非常に不都合なことである。何を探すために地温を測定しているのかを理解すれば、それに適した測定器を選定する事ができる。地下水流脈を検出するためには測定精度 $0.1^{\circ}\text{C}$ の測定器を使用すべきである。

### 測定 {測定時期に関する注意点－1 m 深地温探査は適用時期に制限があるの で、調査実施時期に気を配る事}

1 m 深地温探査法は、平常1 m 深地温と流動地下水温との差を利用したものであるから、両者の温度差ができるだけ大きいときに実施する事が望ましい。理論的にはその差が $2.5^{\circ}\text{C}$ 以上ある必要がある。その時期は日本では1月から4月と7月から11月である。2月の厳寒期と8月の酷暑期が最適である。

### 現場（その他） {定点観測を怠るな－調査期間中は定点に測温体を埋設してお き、毎日作業前、昼食時、作業後にこれを測定する}

測点数が多くなると、測定作業は数日に及ぶ場合がある。この場合1 m 深地温の測定値に年変化の一部が現れる。従って、これを補正する必要がでてくる。そのためには調査地内で一番多い地況内に定点測点を設け、毎日作業前、昼食時、作業後にこれを測定する。この変化状況に基づいて、経日変化補正を測定値に対して行う。希にはあるが、毎日定点測定場所を変えているのを見る。このようなことはすべきではない。定点は全ての作業が終了するまで変更すべきではない。

### 現場（その他） {真夏の昼食時には、温度センサーは風通しの良い日陰に置いて おく事}

真夏は気温が $30^{\circ}\text{C}$ 以上となる事が多く、この様な時に温度センサーを直射日光の当たる場所に放置した場合、ステンレスの部分の温度が異常に高くなり、先端の温度センサーが安定するのに時間を要する。

### 現場（その他） {測定器具の損傷における現場対処}

1 m 深地温を測定する場合、鉄製の棒によって測定孔を穿つが、その棒に溶接した引抜き用のフックが連日の打撃に疲労し、測定中に外れてしまった。特に粘性土が厚く被覆する調査地では、棒自体を揺すっても、鉄ハンマーで打設した穿ち棒は容易には地中から抜けない。幸い、測定助手

にボーリングオペレーターがおり、彼等からボーリング作業に使用するパイプレンチを2本借用し、その後の引抜き～測定を無事終了することができた。パイプレンチによる引抜き作業は2人で従事することができ、回転させながら上向きに引上げ力を得られるのでかえって効率的な作業ができた。その後の地温測定には、2本のパイプレンチを携帯するように心掛けている。

### 現場（その他） {孔開けに対する注意点－1 m 深地温探査用の孔を鉄棒で開ける場合無闇にこれを打ち込まない}

1 m 深地温探査用の孔は、径 25 mm の半鋼性の鉄棒を用いてあけるが、そのときに初めから無闇に鉄棒を大ハンマーで打ち込むのをよく見る。これを行うと棒を引き抜くときに非常な力を必要とする。泥岩、粘性土のような場合には1つの孔をあけるのに30分も必要としたことがある。このような無益な労力を費やさないためには、自力でできるだけ鉄棒の径よりやや大きめの孔を開けて、その上で足りない深度を大ハンマーで叩き込むようにする。この様になると、比較的たやすく棒を引き抜くことができる。最近は各種の引き抜き道具が試作されているために初めから打ち込んでも良くなっているようである。

### 現場（その他） {鉄棒を抜くのにギックリ腰になった－探査には木杭を持参すること}

地温探査では、鉄棒を1 m 打込む作業がある。緩い砂質地盤は比較的楽であるが、固結粘土状を打込むのは非常に困難であり、1 m が苦痛となる。2 m だと測定条件は良いが、恐らく誰もやらないであろう。また、打込む以上に困難なのは抜く方である。通常の背筋力では全く歯が立たず、翌日は手はしびれ、腰痛は間違いなしである。そこで鉄棒を抜くために1.8 m 程度の木杭をテコの原理で抜くことにした。この杭は地すべりでは伸縮計、水位計設置等に使用し、再利用している。

### 現場（その他） {地況に関する注意点！－地況の判別は解析結果に重大な影響を及ぼすので、十分に注意してこれを行う}

地況は1 m 深地温に非常に大きな影響を及ぼす。従って、その判別には大きな注意を払わなくてはならない。適切な地況判別を行わないと、得られた地温分布図が地況分布図とよく似ているようなことが起き、地況判別が適切ではないことが示される。これを誤ると、成果品である1 m 深地温分布図を解釈するときに困ることになる。判断に迷うような地況に測点が設定されている場合は、判断しやすい地況に測点を移設すべきである。

### 解析 {地況に関する注意点2 - 全測点に対する任意の地況の数が1割を越えるようにすること}

希にはあるが、判別された地況の数が1点あるいは3点というような少ない数であることがある。これでどのようにして統計処理を行うのか疑問に思う。地況補正をうまく行うためには、各地況の測点数は全測点の少なくとも1割以上は必要である。

### 解析 {地況補正を行うに当たって}

地況補正を行う際には、極端に測点数の少ない地況は類似した地況に入れて処理した方が良い場合がある。

### 解析 {水脈の規模の推定について (鉛直方向)}

経験的に水脈の平面的な分布状況については、当探査法は信頼性が高いと考えている。しかし鉛直方向の分布温度については、平常1 m深地温の値、流動地下水の水温等が不明瞭なことが多く、このため信頼性に欠ける傾向がある。流動地下水の水温はボーリング孔を利用した温度検層により測定できるが、平常1 m深地温の値については既存の資料より推定するしかない。精度高くこの値を推定する方法が必要であると考え。

### 解析 {地下水流脈の平面的な分布図を描くに当たって}

地下水流脈分布図を作成する際には、温度分布図だけを参考にするのではなく各測線毎に $\theta_{z=1} - \gamma$ 図を作成し、両図を参考に総合的に判断する必要がある。

### 解析 {地温探査における植生状況等の影響}

裸地、杉林、草地、シートの覆った裸地、擁壁など、同じ現場で地表部の状況が大きく異なり、1 m深地温に影響を与え、解析が困難であった。シートを覆った裸地および擁壁付近では、高温域が検出された。

### 解析 {地況分類の失敗例—あまり綿密な地況分類は実施しないこと}

解析作業の精度向上を思い、かなり詳細な地況分類を実施した。その他の補正を施した後に等温線図を作成したところ、図上に等温線の目玉が幾つもでき、系統的な地下水の流れは見出せなかった。そこで全測点数の1～2割未満の測点数しか占めない地況を他の類似した地況に統合・分類して再度等温線図を作成した。結果、地表部の湧水状況や調査ボーリングで実施した孔内試験の結果に概ね整合する系統的な地下水の流れが想定できた。地温探査結果における地況の補正値は器械・経日等の補正値に比べて値が大きくなることが多く、詳細な筈の地況分類がかえって探査結果を分かりにくいものにしてしまった。

### 解析 {解析の信頼性を高めるために (平面的)}

解析の信頼性を高めるためには、推定した地下水流脈の直上から何点かのボーリングを実施し、この孔を利用して温度検層、伝導度検層、多点温度検層等を行い、流動地下水の水溫、鉛直方向の流動区間等の検証が重要である。

### 報告書 {報告書には必ず測定値処理表および各種の補正表を添付することこれらが不備であると、分布図の評価ができない}

発注者に提出された報告書の再評価を依頼されたときに、分布図だけでは何とも評価の仕様がなないので、測定値処理表の提示を求めたところ、どこを探してもそれが見当たらない。あるのは現地での測定値だけである。どのような補正をしたのかを調べようとしたところ、各種の補正表は全く報告書の中には載せられて居らず、その検討もできなかった。このような状態ではその分布図が正しく解析されたものであるか否かを判定することは不可能である。従って、測定値処理表及び各種補正表は必ず報告書に添付していただきたい。これは地温測定調査に限らず、何れの探査法の場合でも同じであると思う。

### 報告書 {成果品の提出上の注意事項}

施主に提出する成果品の内容が決まっていない。受注したコンサルにより、まちまちであるので統一する必要がある。成果品：測定野帳、各種補正表、 $\theta_{z=1}-y$ 図、温度分布図 地下水流脈推定分布図

## 第8章 自然放射能探査に関わるノウハウ

### 測定 {バックグラウンド (BGN) を測る}

自然放射能探査は、地中の亀裂を上昇してくる放射線を測定するわけであるが、その強度は空中からのBGの1~2倍程度でしかない。したがって、測定値はBGの大小によってかなり左右される。理想としては2台の測定器を使用し、1台で測定中に残りの1台でBGNを観測すべきだが、無理な場合は10分間隔で(2~3回の測定)BGを観測する。

### 測定 {雨風に注意 測定値が大きく変化する}

自然放射能を測定する際、雨・風に遭うとそれまでの測定値が大きく変化することがあるので、天候には特に注意する必要がある。測定中の風によって値が数倍から十倍も変化したことがある。

### 測量・測定 {測量は粗でも測点は正確に 後悔先に立たず}

測量の困難な手間のかかる林の中などを測定する場合は、斜面の勾配を考慮して間縄だけを張って等間隔に測定する。この場合、異常に高い値の地点と低い値の地点は赤色のビニールテープを木の枝などに巻きつけ、マジックインキで測点を記しておくとし、後で別の探査をする場合や、位置関係がズレたときの照合に役立つ。また、50~100 m毎に別色のテープを巻くこともおすすめする。手軽に作業ができる。

### 解析 {クロスチェックー虚心坦懐 先入観なしの探査結果の解析は存在しない}

一つだけの探査方法で測定し、結論を導く場合に我々は多数の解釈に悩まされる。解釈の自由はまことに不安なものである。また、一つだけの探査方法での結果の導入に、無意識、あるいは意識的に他の観察を用いている。健全な解釈、取り扱いも多いが、中には首をかしげるものもある。エヤポーンによるγ線探査(温泉探査など)において、しばしばひそかに地表地質調査の結果を主としてしているとしか思えない結果に出会うことがある。しかも地質調査には一言も触れないで、営業政

策かもしれないが、へーと思ってしまう。やはり、原理的には異なる探査方法を複数、つまり併用探査が正統である。相手の自然を異なった方法でチェックする。そして、そこで起こる矛盾、差異の結果こそが探査の進歩を促すであろう。

## 第9章 各種検層に関わるノウハウ

### 測定 {深い水深での発破は特別注文の火薬類で}

深さ 100～200 m のボーリング孔内で発破を行って、孔間弾性波探査を実施した。普通の陸上弾性波探査に使用する火薬類で測定しようとして親ダイに錘を加えてビニールで包み、孔底まで下げ点火する。しかし、電気雷管は鳴ってはいるがダイナマイトは誘発していない。試行錯誤した結果、水圧の影響によると判断して塩ビパイプに火薬類を密封して、その後は火薬類のメーカーに相談して特別注文して深海用ダイナマイ等を製造してもらった。なお、通常のダイナマイト及び電気雷管は、水深約 60 m 以深では誘発しない。

### 測定 {塩の投入法 食塩水を入れるより、塩を直接投入する}

塩を布袋に入れ、ボーリング孔内に直接挿入し、布袋を上下させながら塩を混ぜると比較的均質に食塩が混ざるようです。

### 測定 {液体は固体より混じりやすい 検層は攪拌が重要である}

地下水検層はボーリング孔内に食塩を投入し、孔内水の伝導度を一様に低下させる必要がある。以前はパンストに食塩を入れ、ボーリング孔内で上下して溶かしていた。しかし、攪拌にムラがあり、孔内水の伝導度は時間が経過したにもかかわらず低下し、食塩水の降下状況を計測していることもあった。そこで、手押し噴霧器に食塩水を入れ、加圧しながら孔内に注入し、注入終了すればエアも送れるためにエアリフトをした。この結果、十分な攪拌が可能となった。

### 現地作業 {お湯沸かしにはアスファルト用のバーナーがよい—多点温度検層の時間はお湯沸かし時間に左右される}

多点温度検層を効率的に実施するためには、お湯は短時間で沸かす必要がある。初めは山や川原で枯れ木を集めそれを燃やしてお湯を沸かしたものである。最先端に行く観測計器を使用しているにしては、お湯沸かし作業があまりにも非科学的・非効率そのものであった。その後、携帯用のガ

スコンロになり、プロパンガスと中華料理用のコンロに変わった。これでもまだ検層時間に追いつかないことが多かった。そこで登場したのがアスファルトを暖めるために用いる強力バーナーである。これをプロパンガスボンベに繋ぎ、石積みの上に載せられたドラム缶の半切りの下にに入れる。80リットル程度の水であれば15分程度で50°C位の温度になる。この程度のお湯があれば、一本の試錐孔の検層はできる。

### 温度攪拌 {孔内温度変化法はお湯が一番、多点温度検層の行うには孔内の温度を変える必要がある}

多点温度検層を実施する場合、この孔内温度を変化させる必要がある。その方法は孔内を冷やす方法と暖める方法がある。これまでに考えられるあらゆる方法で孔内温度を変化させてみたが、一番効率的に地下水流動層及び地下水浸出箇所を検出するには孔内温度を自然状態よりも10°C程度上昇させることである。その方法も各種考えられるが、お湯が一番簡単である。融雪用のヒーターを用いたこともあるが、大きな発電機の容量が必要であり、これを山の上に上げることは不可能に近い。