



駒井二郎

### Ⅲ-2 V L F法 (続)

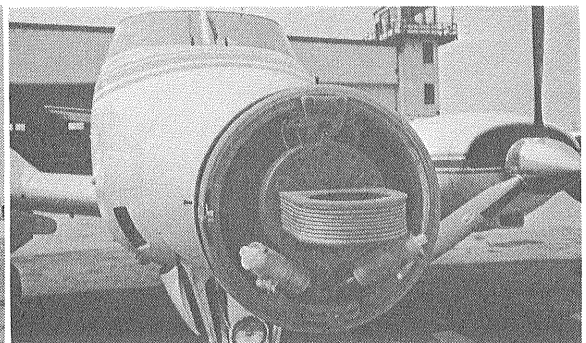
#### Deltair (Scintrex)

1967年 それまで小粒ながら特色ある機器メーカーとして知られていた Sharpe Instruments と コンサルティング・コントラクター業務を主体とする Seigel Associates とが合併して 新たに総合的資源開発企業 Scintrex (Scientific Instruments Research and Exploration) が誕生した。このうち Seigel Associates の方は この Scintrex の子会社としてそのまま名前も実体も存続しているが この一連のグループは金属鉱床を主軸とする物

理調査関係はもとより 大気汚染監視から通信・放送用機器の製造まで幅広く手がけ その調和のとれた総合力は世界的水準からも抜群である。

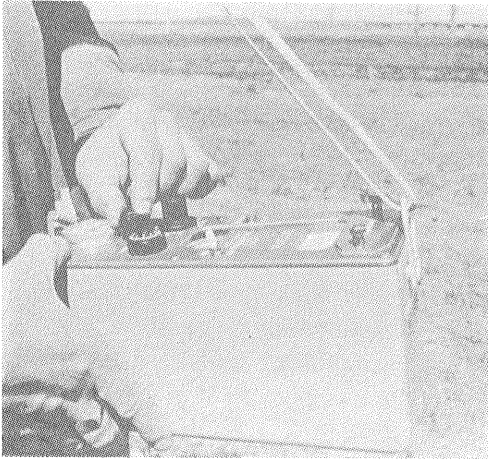
同社のトップを構成する SEIGEL BOSSCHART あるいは PEMBERTON らは いずれもその道ではよく知られた権威者で IP と EM を二本の大きな柱としているだけでなく 重力計まで製作していることから判るように 鉱山物探だけに限っても間口の広さは他にその例を見ない。請負サービスもきわめて活発で その crew は全世界にあまねく展開している。

EM 法については 同社はとくに SLINGRAM タイプの技術に Sharpe 以来 継承してきた地盤の強固さがかがえるが 早くから流電磁法の TURAM 方式にも力を入れ GEM で 40~1,000 Hz の周波数帯を使用する ELFRAM (SE-75 77) および三周波数 (200 400 800 Hz) TURAM の SE-71 AEM の分野では TURAIR (後出) を開発しただけでなく 空中 VLF 法にまで類似の設計思想を取入れたのが注意をひく。すなわち 同社の開発した Deltair システムは これらの系統と同じく位相差と振幅の傾度測定を動作原理としており 第1図にみられる通り受信コイルは飛行方向に同軸になるよう 固定翼機では機首と機尾に取付ける一方 ヘリコプターでも曳航バードを用いて同様な測定を可能ならしめている。したがって TURAM 方式の特質であるところの一次磁場の変動や機首方位 傾斜角変化等によるランダム誤差の影響から免れうる利点を備えており 他社のシステムとは異なった独自の強味が予想されるだけに 当初は関係各方面より多大の期待を集めていたものである。しかしながら “せいぜい構造的な意味をもつにすぎない大規模な異常しか検出できぬ他社方式にはみられぬ 微細構造に対する高度な分解能” を前面に押し立てて1970年 華々しくデビューしたものの その後一向にはかばかしい進展がみられず いつの間にか VLF 法全体に対してきわめて批判的な姿勢を示すように変容してしまった。



第1図

Deltair のセンサ部. 飛行機は Queen Air



第2図 地上用 VLF 測定器—SCOPAS

同社はこの Deltair とは独立に 水平磁場を参照基準とし 合成磁場の垂直成分そのものを測定する CRF-1 なる簡易型の空中 VLF 法装置を発表したが これも任意の軽飛行機に “snap-on” できる設計になっており また SCOPAS (第2図) なる商標で地上用 VLF の測定器も販売したりして 結構 多彩な機種を手掛けているが その効用についてはむしろ自分自身でも懐疑的なようにも見える。 TURAM 式の測定原理では どうしても 可探深度の向上を狙った 直接探鉱的な色彩が濃厚となってくるために よほど巧妙な工夫でもない限り geologic noise そのものを検出しているような VLF 法の特質とは所詮 氷炭相容れぬ結果となっているのかも知れない。 いずれにしても 今後の成行きが注目されるが VLF 法に対する同社の実績とその評価が曖昧な点は 発展の期待されている VLF 法に差し込む唯一の暗い影となっている。

**K E M (McPhar Geophysics)**

McPhar もカナダ鉱山物探界の名門で 創立は1946年というから 離合集散のはげしいこの業界では老舗といえよう。 現在の社長の P. HALLOF は IP 法—とくに周波数領域の技術に関しては 秀でた実績を有しており 一部の探鉱関係者が同社に寄せる声望は信仰に近いものすら感じられるほどである。

EM 法についても機器製作・調査請負作業が一貫して 包含されており これまた IP とともに同社の二大部門を形成しているが 地化探の分析サービスまで傘下におさめているほどであるから 総合性においても決して人後に落ちるものではない。 しかも 1950年 史上初の AEM の開発に成功したのは 実質的には C. DAVIDSON

をリーダーとする同社の研究スタッフであり (テスト飛行は1948年) システム名として残っている INCO の方はむしろ財政的支援が主体であった。 数々のすぐれた着想を生む源泉となった北欧系の諸先達とともに McPhar の名は AEM の歴史に不朽の光彩を放つ。

加えて VLF 法の前身ともいべき AFMAG 法に関しては 商業的には空地ともほとんど同社が独占しているところから VLF 法に対しても当然意欲的な進出を図るかと思われたが なぜか空中用の KEM システム (Kilocycle Electromagnetics) を発表したのみで今のところ地上用の VLF 測定器は製作していない。

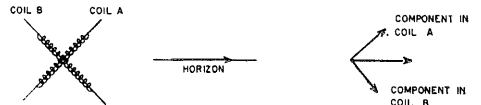
また全般的な雰囲気としても この新分野に対し必ずしも前向きな姿勢は感じられず これも前述の Scintrex とは別の意味で やや奇異な感に打たれる。

前号でもふれたように KEM の動作原理は合成磁場の伏角変化の測定にあるが 同時に信号強度の相対的振幅をも副的な情報源として記録するように配慮しており AFMAG 法の開発で長い間 つちかわれてきた技術的蓄積からの自然な延長とみなすことができよう。

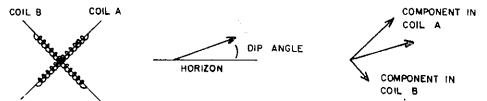
SCINTREX が自己の手順れた TURAM 方式に準拠した経緯といい 各社ともその持味をフルに生かせる既存の技術体系を中核としているのは 奔放なアイデアに踏み切ることがいかに困難かという実情を暗示しているかのようで まことに興味深い。

第3図は KEM の簡単な原理図である。 それぞれが水平軸に対し 45° の角度をなす 2 個の直交する受信コ

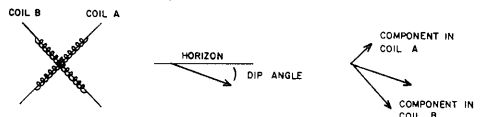
ZERO TILT ANGLE



POSITIVE TILT ANGLE



NEGATIVE TILT ANGLE



第3図

KEM の測定原理概念図

イルに誘起した信号強度を比較しており 理論通りにゆけば地下導電体—とくに垂直導体の直上で正負異常が逆転する伏角のクロスオーバー点（ならびに振幅の増大）が期待される。これは同社の空中 AFMAG 法にも採用されている方式で GEM においてはしばしば垂直ループ法（伏角法）と呼ばれている範ちゅうに属する。GEM では測定者がイヤホンで最小音を探りつつ 単コイルの軸を合成磁場の方向に手動で合せてゆくが とくに振幅変動のいちじるしい空中 AFMAG 法では その影響からのがれるため このような方策が必要とされこれがそのまま技術としては類似の関係にある VLF 法の KEM システムに引継がれたのであろう。

この伏角法は通常 SLINGRAM の水平ループ法よりは一段 簡易な技術と考えられるから 地上用の VLF 測定器は前記の SCOPAS をはじめとして RADEM (Crone Geophysics) EM—16(Geonics) G—28(Geotronics) 等 みなこの原理に由るか あるいは最低限この種の機能をなんらかの形で組込んでいる。そのため Geonics 社の主張するように VLF 法で本来うべかりし情報量を十二分に生かし切っていないとみる向きもあるが一方 VLF 法に期待できるのはこの程度が限界とする考え方も成立つ。このいずれが妥当な見解であるかは実績の積み重ねを待つて判断する以外にない。

なお KEM は “button-on” を唱導する McPhar 社の製品だけに 装置の取付けはいたって自在に設計されており センサまでもを含めた総重量は45ポンドにも満たない。センサはファイバークラスに収納した pod を固定翼機では翼端に固定するが ヘリコプタではパー

ドとして曳航する。

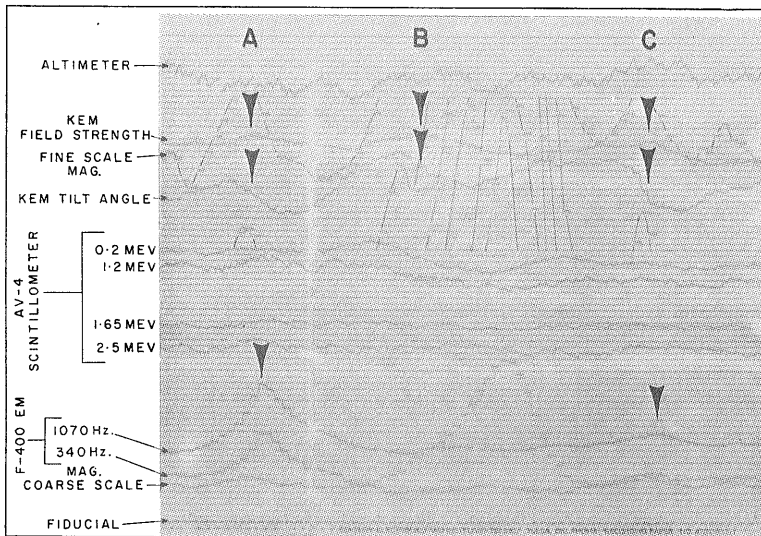
今までの各システムについて挙げてきた実例は いずれもコンパイルされたあとの最終表示結果だけであつたので ここでは KEM のナマの記録をかかかけておく(第4図)。これは前記の Cavendish 地区とならんで AEM の “favoured test site” となっている Sudbury の Whistle 鉱山でえられたもので 鉱体は norite と greenstone の接触帯の褶曲部に胚胎しており 幅約 1,000 フィート 厚さ約50フィートで 南へ向かって25°~40°ほど傾斜したレンズ状をなしている。鉱体頂面の深度は地表下約 200 フィートで AEM の実験対象としてはまさに手頃の賦存深度といえよう。ただし鉱体は強い磁性体であるとともによき導電体 (S=50%) ではあるが この地域における他鉱山の同種の硫化鉱床よりは若干 高比抵抗と云われているものである。

このときのテストはいわゆる integrated system の一種で 同社の伝統とする二周波数の離相成分測定方式の F—400 および4チャンネルのガンマ線スペクトロメータに加えて 磁力計を組込み 電波高度計や intervalometer までをも含めた全チャンネル数は実に12に達する。

そしてこの第4図は VLF 法だけが単独で用いられたときの弱味ははしなくも露呈されていると同時に 多角的に総合された integrated system の威力が如実に示された好個の例でもある。

すなわち同図中 きれいなクロスオーバー点とピークをみせてはいるものの KEM の両トレース（伏角 電界強度）だけでは明確な判定の下し難い A B C の各異常群も F—400 のそれと対比すれば A は顕著な導電性物質 B はゼロ応答 C は貧弱な導電体と簡単に区別がつき さらに磁力変化をも参照して地質的考察を行なえば B は塩基性岩脈に隣接する断層性構造 といった具合に適切な解釈が明快に進められていく。

また同じく KEM の記録で 磁気および航跡写真との対比によって明白な効用の認められる例を第5図に示した。この場合 KEM の伏角・振幅間の対応関係は明らかである。三ヶ所の異常のうち左端のそれは完全に湖水の影響であり 右端も湖沼の地点と一致はしているが 磁気異常も強く現わ



COMBINED AIRBORNE GEOPHYSICAL DATA  
CESSNA TU206D INSTALLATION

第4図 KEM の記録実例(1)

れているところから 湖水のためだけでもなさそうだ。中央の異常だけは 文句なしに follow-up の候補に採り上げてよさそうな感じである。

前にも述べたが KEM は伏角の測定であるため 前掲の実例にもみる通りクロスオーバー点の両側に正負の山と谷ができる。このため地下構造が単純な場合はよいが 大小さまざまな各種異常群が近接して存在しているようなときには 直観的に判断しがたい複雑なパターンを生じる。空中磁気探査などでもこれと類似の問題に直面しており この対策として疑似重力のような各種の数値フィルタによる処理法が考案されているが KEM では Lagrange の方法による一次微分をコンピュータで求めて図化する方法を採用している(第6図)。この種の手法は 磁気・重力探査では常套手段であるが AEM では珍しい。

ただデータ処理にあたってはなんらかのフィルタ操作を必要とするのは KEM というよりは伏角測定による VLF 法全体に共通した問題らしく DIGHEM システムの設計者 FRASER もかつて Keevil 鉱山にあったとき地上用 VLF 法の RADEM を使用した経験から 同じく零線レベルをよぎるクロスオーバー点を単峯性の異常曲線に変換する数値フィルタを提案している(1969)。

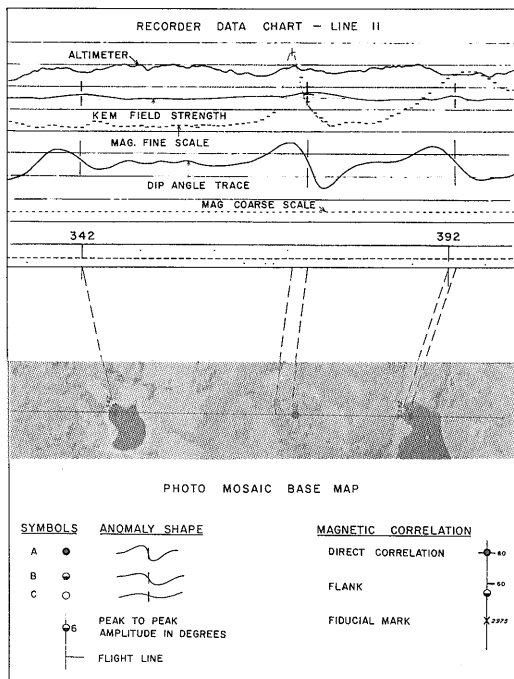
このことは 他のシステムに関しても全く同様に適用される普遍的な概念であって たとえ測定系そのものが完璧な形で設計されていたとしても 適切なデータ処理

技術の完備なくしては効果が半減するどころか geologic noise のために取捨がつかなくなるおそれが多分あることを示唆するものである。VLF 法においては ハードとソフトの渾然一体とした連繋が必須の条件でありこれまでの AEM では必ずしも重視される必要のなかった要素が介入してくることは何度でも認識を新たにしておく必要がある。技術の進歩は一方において fool proof な“大衆化”をもたらしただ反面 他方においてはそれにたずさわる人々に対して根本的な意識の転換を促している。

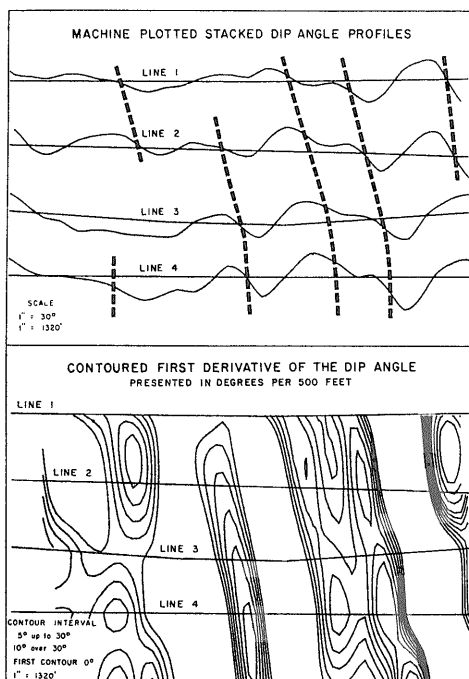
KEM は1969年以降の3年間に 北米 オーストラリア 南アフリカなどの各地で カナダ領北極海から砂漠地帯にまたがる60,000ラインマイルを飛んだと云われているが その大部分は他型式の AEM 磁力計 ガンマ線スペクトロメータ等と integrate されており 発注者が果たして VLF 法にどこまでその投資額の回収を期待したかは さだかでない。しかし KEM に限らず integrated system の一環としての空中 VLF 法の存在が すでに無視しがたい水準にまで定着したことはこの数字からも明らかである。

### III-3 A F M A G 法

VLF 法の先輩格に当たる AFMAG 法(Audio Frequency Magnetics)の現況についても一応 概観して



第5図 KEM の記録実例(2)



第6図 一次微分による等強度線図化

おく必要があろう。本来ならば歴史的にもまた説明の順序からいってもむしろ AFMAG の方こそ VLF 法に先行すべき筋合いのものではあった。

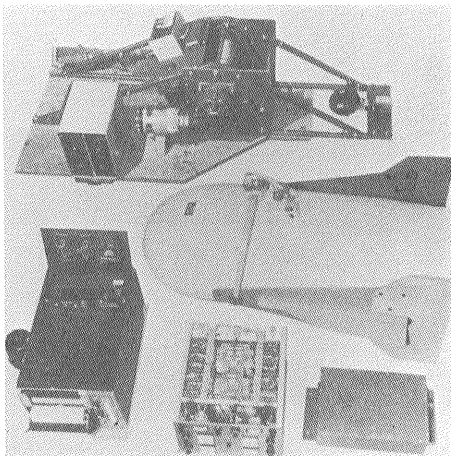
1955年 SLICHTER は通常の電磁法では妨害源とされている空電現象を逆用して信号源に当てるならば S/N 比の大幅な向上が期待できるのではないかと提唱しこの着想を American Metal Co. の後援の下に WARD らが1958年に AFMAG 法として具現した。

すなわち この技術もまた VLF 法や Magneto—telluric 法と同じく 信号と雑音間の可逆性を利用して独立した探査技術へ転換を図った一例であり 自前でエネルギー源を用意しなくともよい “passive” な方法に属するものである (第7図)。

この AFMAG 法も空地双方に適用が可能であって原理的には地球電磁気学では Sferics と呼ばれている ELF (Extremely Low Frequency) 帯における大気中の自然磁場—主として雷放電に由来する—が地下導電性物質の不均質な分布によって擾乱を受ける現象の利用に帰着する。測定量としては合成磁場の伏角変化以外には実用化が困難と考えられているが 地上用と空中用とではやや趣きを異にしている。直交する二個のコイルを使用しているところは空地とも変わらないが 地上用が位相検波器と組合せて参照電圧との同相分を取り出しているのに対して 空中用は前記の KEM と同じく両コイル出力の振幅比を測定するものである。この方式はドリフトの不利を蒙る代りに 合成磁場の回転による影響から免れることができ かつ広いダイナミックレンジを得ることが可能とされる。ただし 地上用が合成磁場の伏角 方位角およびその方向の三種類の測定量によってベクトル表示がなしうるのに反し 空中用は今のところ飛行方向における伏角を知るにとどまらざるをえない。

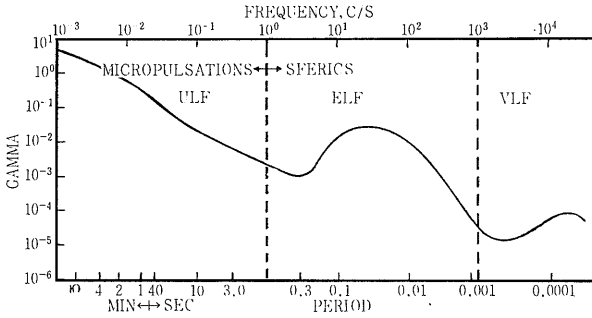
また McPhar の AF—4 型は KEM 同様 電界強度も同時記録しているが あくまでも伏角データの信頼度をチェックするためのものにすぎないことを自認している。解析の面では 導電体の賦存深度や傾斜角はもちろん 曳航バード式の離相成分測定方式と同じく二種類の周波数における尖頭値の比をとることによって 導電率についてもあらましの見当をつける構想が発足時においてすらすでに練られていた。異常地点の有無とその定性的な格付け あるいは標準曲線との大雑把な比較による半定量的な解析に終ることの多い普通の垂直ループ法よりは ある意味ではよほど前進したものであったともいえる。

現在 AFMAG は商業的には McPhar 社の支配する Crossland Licensing Corporation が全世界の特許を抑えているが 地球物理学の一大部門である上層大気中の電磁気現象と密接に関連しているところから 格好な研究対象としてこれを選ぶ資源探査関係者以外の人々も少なくない。その魅力はエネルギーの発生機構や時間的・空間的な分布姿態もさることながら やはり他の AEM にはその例をみない可探深度の大きさに求められるだろう。AFMAG の利用する ELF 帯は VLF 帯より一段下の 1kHz から 1Hz までを含むので (第8図) 計測上の問題さえ解決すれば可探深度は向上する。同じく この周波数帯を利用する Magneto—telluric 法が油田探査のような深部構造に適用されていることは周知の通りであるし 最近の文献によれば カナダ地質調査所が McGill 大学と共同して推進している研究では 8Hz のシューマン第一共振帯を使用しているほどであるから 高周波による分解能の改善と並行して AEM の低周波化は加速の度をゆるめることはあるまい。



第7図

McPhar の AF-4 システム一式



第8図 地球電磁場の平均スペクトル強度 (Bleil による)

さて AFMAG 法はその卓抜した斬新性とともに出現当初はこの可探深度の向上に多大の期待が寄せられていたものの 20年に近い歳月を経た今日にいたっても残念ながら満足すべき状態にあるとはいえない。初期には他の AEM と同様に塊状硫化鉄鉱体の直接探鉱用—とくに 300 フィートの厚い壁を打破すべき強力な新兵器と嘱望されていた。実際 前掲の Whistle や Mattagami 鉱山における AFMAG の実験例では既知鉱体上でみごとな異常を示しており しかも高度 3,000 フィートにおいてさえもなお検出可能な振幅が確認できたところからこの分では 5,000 フィートぐらいまでのたとえば岩塩ドームのような油田探査にも使えるのではないかと期待されていた。調査対象によっては 可探深度をさして要求しない場合も少なくないが その際には 測定飛行の対地高度は節約された分だけ高く取ってもよいことになるから これは地形の険阻な地域での調査においては図り知れない便益をもたらすものといえよう。

ところが AFMAG は意外にもこの予想を裏切り現在ではむしろ断層追跡のような mapping に適した方法とみなされるように変貌して行ったのである。

すなわち 1958年 いち早く空中 AFMAG 法を実験した Shaw はその異常群がケベック州北部とオンタリオ州を東西に走る tectonic structure 群との間に良好な相関関係を示すことを指摘した (第9図)。また Ward も Whistle での実例から構造探査への適応性を予見している (1960)。もっとも この時点では それはまだ副産物としての認識の域を出ていなかった。

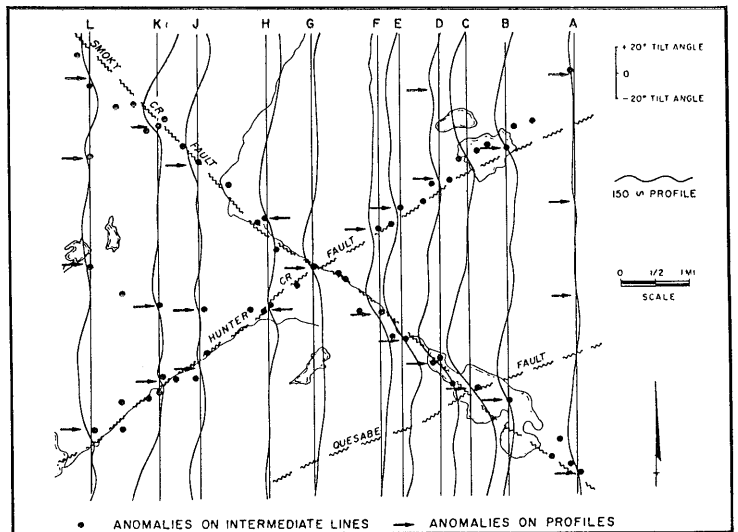
その後 MARKOWEICKI et al (1964 65) は東アフリカのケニアとタンザ

ニアで三種類の AEM—一回転磁界式 Rio Mullard 式 AFMAG—の比較実験を行ない AFMAG は前二者の検出した 1,000 フィートの並行導体の弁別に失敗して分解能の低さを露呈した反面 可探深度ではさすがに他を上回り かつ断層帯の検出にもきわめて有効と判定された (第10図)。この実験の目的は 直接探鉱用としてのこれら三種類の優劣の比較にあり mapping への適応性の検討ではなかったが これを契機として AEM の mapping への可能性がようやく関係者の耳目を集めはじめたのである。

さらに1966~67年にかけて AMAX 社がマニトバ州の有名な Thompson Belt を含む 6,000 ラインマイルを調査した結果でも 広域地質の mapping に対する優秀な適応性が認められた。この頃すでに AFMAG への期待は直接探鉱用から mapping へと大きく転換しつつあったのである。つづいてカナダ地質調査所が 1968年 AMAX 調査地域に隣接した両側に約 3,500 ラインマイルの測線を設定し 既存の地質データとの綿密な対比を行なった結果 ここでもスケールの小さな硫化鉄鉱体などよりは 地下水脈の探査をも含めた構造探査に対して 効果のあることが実証された (第11図—Collett and Bell)。

ここまでの経緯は必ずしも悪くない。当初の目的とした特定対象に対する直接探鉱法から より普遍性に富む一般地質構造解明のための探査技術へと変貌して行った例として われわれは空中磁探を知っている。だが AFMAG の場合は その長所にくらべ欠点とまでは断定できないまでも あまりにも多くの問題点が目立つた。

まず雷放電という本質的に定常性を欠く自然現象を利用していているところから 季節的変化や日周変化にははな



第9図 カナダ東部の AFMAG 調査結果 (Shaw による)

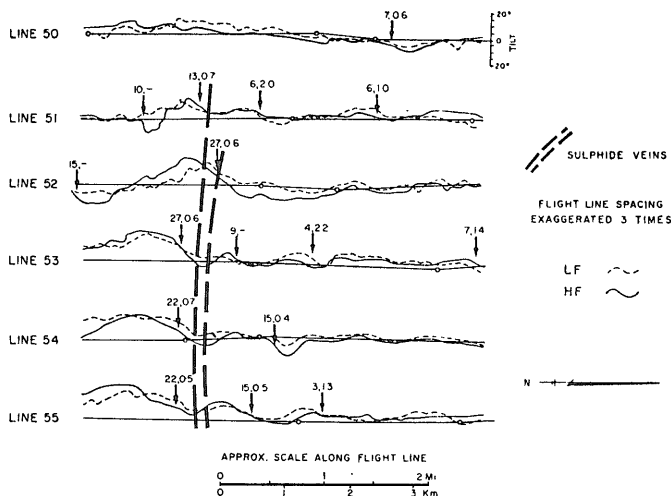
だしく支配されやすい。たとえば日本やカナダを含む北半球の中緯度帯では 冬期から春・秋の一部にかけて信号強度は連続観測が不可能なまでに低下し 一日の間でも変動がはげしく しかも日中の方が夜間よりも微弱である。この点では 同じ“passive”方式とはいえ送信源の安定している VLF 法に比し格段のハンディキャップを宿命的に背負っているといえる。また 世界中を全部合せれば常時 2,000 個ぐらゐは発生しており電流にして 2,000 A 程度を供給しているといわれる雷の分布にしても 地理的には赤道周辺のごく狭い帯状地域（のなかのそのまた特定区域）に集中しており それ以外では必ずしも満足しうるほどの強度を確保しにくい。さらに 信号源以外の不安定な局地的雷放電によって自然磁場は振幅・位相ともにきわめて変動的な影響を受ける。したがって 再現性も極度に悪く (“notoriously poor”) 異常の軸が日によって数百フィートもズレを生ずることがあり この障害から免れるため 定点で伏角と主軸の方位角を連続的にモニタリングする案が推奨されているが問題の解決にはほど遠い状態にある。

このほか 地質とは全く関係のない偽似異常がひんぱんに出現する現象もしばしば指摘された。とくに空中 AFMAG 法ではこの傾向が強く 地形の変化だけで顕著な異常の生じる場合が少なくない。その反面 既知鉱床の上でさっぱり異常を示さなかったり あるいは折角の二周波数測定も記録の相関が悪く その意義が全く生かされない等 とにかく数々の難点が経験された。

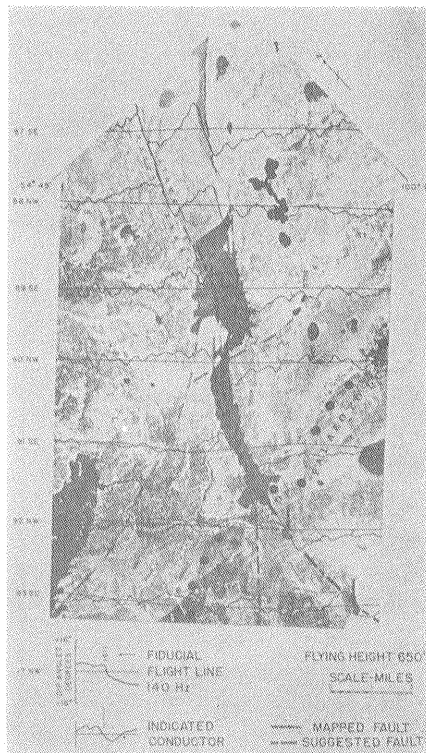
もちろん すべての面において万能な探査技術などは存在しない。今 全盛をきわめている IP 法ですらも輝やかな成功例に数倍する失敗例のあることが 知られはじめ “much disenchantment with IP method”

などとささやかれる昨今である。そこで AFMAG の“長所”の方を見てみよう。

まず空中用としての装置の小型軽量化は IC LSI の普及にともない AFMAG に限らずどの分野でも盛んに進められている一般的傾向であるが 前回でも言及したように 電源部の小型軽量化は容易でない。この点 受信器のみですむ passive 方式の軽便性は現場調査の能率を著しく向上させる筈だが 現在 市販されている地上用の AFMAG 測定器は 一回の測定にかなりの長時間を要するだけでなく その割には 小型でもなければ軽量でもない。簡便性をうたうからにはせめて携帯用のプロトン磁力計やシンチレーションカウンタ並みの簡便さが欲しいし 後発のためでもあるがこの点 地上用 VLF 法（第2図）はこの条件を完全に満している。次に AFMAG の本来の sales point は可探深度の大にあった筈だ。深部構造を解明できる電磁波応用の探査技術は AFMAG が唯一のものではないけれども エアボーンとして使える種類はごく限られている。したがって 他のすべての性能に見劣りがしたとしてもこの可探深度の向上ささえて前進していれば それだけで AFMAG は十分に AEM の世界で貴重な存在となっていたと思われる。しかし 初期における好調なスタートのあと 上記のような種々の制約に悩まされて一



第10図 東アフリカの AFMAG 実験結果 (Markoweicki et al による)



第11図 カナダ東部における断層解析の例 (Manitoba 州 Nelson River 地域 地質調査では Reed 湖に向って延長していると予想されていた Berry Creek 断層は AFMAG では方向が相対し 偏移していることが判明した)

向に喧伝された成果のあがらぬままかえって mapping への適応性の方が前面に押し出され “大規模構造の検出能と測線密度の節約”を強調する向きもあるがこれは分解能の悪さと表裏一体の関係にあり一概に長所として評価する訳にはゆかない。理論計算の結果によれば センサから 100 m 直下の導電体の長さが 300 m を割ると弁別が困難になるといわれている。そして VLF 法の進展はこの最後のよりどころでさえも奪い去らんとする気配に立ちいたってきたのである。

AFMAG は数ある AEM の諸システム中でもとりわけ異彩を放つ変り種というだけでなく たしかに捨てがたい魅力を残している。問題点は多いにしても必ずしも物探技術史上の単なる一駒に転落してしまった訳ではない。それ故にここここに一節を割いた。しかし現時点での状態から判断するかぎり どうヒイキ目に見ても欠陥を埋め合わせるだけの価値は認めがたい。

Ward をはじめ 今でも発表される論文数は決して少なくなく 解析法の定量化も徐々に進められて SLING RAM に遜色ないレベルにまで迫りつつあるが 肝心の data acquisition とそれに関連した諸問題が抜本的に解決されないかぎり その甘美な果実はことごとく VLF 法に吸い取られる結果に終わるであろう。

AFMAG の資源探査のための請負実績は 微々たるものにすぎない。前節の KEM 同様 3 年間に工事量 25,000 ラインマイルと言われているものの 大部分は磁気と併用されている。AFMAG 単独の調査としては目的は不明であるが 1969 年度の SEG 統計によればカナダでわずか 2,000 ラインマイルという数字が掲載されているだけである。おそらく装置としての integration が可能であっても operational な面での AFMAG の低稼働性のためかえって全体の足を引張ってしまう結果になっているのではないかと想像される。

VLF 法の前にすっかり影が薄くなってしまった現在でも AFMAG を依然として捨て切っていないのは大学関係やカナダ地質調査所のような公共機関をのぞけば元祖の McPhar ぐらいのものであろう。Barringer も一頃 Teltran (*Telluric Transients*) なる商品名で実に 1,000 m の可探深度を呼号しつつ手を出しかけたが見切りをつけるのも早かった。もっともこの Teltran で採用された設計概念は 半ば定型化していたそれまでの単純な伏角一本槍の測定法から脱却して水平磁場用の直交二軸のコイルと垂直電界アンテナを用い H/E の比を求めて到来信号の方向の識別まで試みていたから このために費やされた研究開発のエネルギーはそのまま Radio phase や E-Phase に転用され 無駄にはなっていない。

以上 悲観的な面のみを強調した結果になってしまったけれども VLF 法の台頭によって事態がここまで急変した以上 mapping などはあきらめて VLF 法にゆずり もう一度 原点に立ち返って本来の看板とする可探深度の向上に全力投球をした方がよいのではないかと筆者などは考えている。かつて AFMAG が鼓吹したいくつかの特色は 可探深度をのぞけばことごとく VLF 法によってより洗練された形で代替が可能である。可探深度以外に AFMAG が生き残れる道はない。もっとも VLF 法については 軍用通信網の利用からくる将来の永続性について不安を表明する人も一部にはある。しかし万が一のその場合でも オメガ送信局への乗り替えが可能とみられるから致命的な打撃となることはないであろう。

現今 実用に供されている唯一の空中 AFMAG システムである McPhar の AF-4 は 140 Hz と 500 Hz に同調しており 「通常型」であるところの同社の 400 シリーズよりも 50% 以上 低周波となっている。いわんやこの点に関しては VLF 法などは足許にも及ばない。ただし「通常型」でも低周波化は一段と促進される気運にあるから 果たしていつまで AFMAG のこの優位が保持できるかは疑わしい。「通常型」に入れるには一寸 抵抗があるが Scintrex の Turair は 200 Hz を使用しており これは充分 AFMAG をおびやかすに足る数字である (並行して逆の動向もある。最近 Sander Geophysics では 従来の 1 KHz の標準型ヘリコプタ EM に加えて表土のあまり厚くない地域における低導電体の検出を狙った 4 KHz 型を発表した)。それに McPhar 自身も「通常型」の多チャンネル化の波に乗って上は 10,700 Hz から下は 107 Hz の 5 種類の周波数を用いる方式を開発中 と報じられている。

ただ AFMAG は 10 Hz ぐらいまでは可能といわれ実際にもかって 90 Hz を試みていたし また双極子源によるシステムではいかに周波数を下げたところで 励振力の局地性からは免れがたく 大構造の探査能力については所詮 AFMAG に及ぶものではない。さらに減衰率 (直線状導体の場合 距離に逆比例) の強味とも併せて AFMAG の価値が全面的に否定される確率は今のところ小さいが 全般的な流れとしては大きく停頓状態にあることだけは否めない。もっとも気象学への応用が計画されているとのニュースもあるほどだから 案外 飛んでもない方向に所を得て転進してゆくかも知れない。ソ連でも地道ながらいくつかの基礎研究が今でも散発的に発表されており これも AFMAG が全く見放されていない間接的な証拠といえよう。(つづく)