

足もとを見よ～ 首都圏地震線

論争への提言～

福 田 理

去る5月22日 科学技術庁資源調査会は 米国の地球資源技術衛星アーツ1号が撮影した航測写真から 関東平野を横切る大規模な活断層らしい2本の“暗い線”が発見されたということを公表するとともに これをよりどこの1つとして 遠隔測定を推進を科学技術庁長官に勧告した。 百家争鳴さながらのこの写真をめぐる報道機関および学会を通しての諸学者の発言も ようやく峠を越した観があるが それらを改めて検討してみると この線の下がどうなっているのかということについてはほとんど触れられていないのが不思議なくらいである。 果してこれでよいのだろうか。 また 私どもは情報をまったく持ち合わせていないのだろうか。

昭和31年 石油資源開発(株)は 茨城県の谷田部から千葉県の久留里に至るほぼ南北方向の測線に沿う地震探鉱(反射法)を実施した(図1)。 この測線はまさにこの活断層らしい“暗い線”を横断している。 反射面をプロットした断面図(図2)を見ると 竜が崎の真下あたりに 基盤面を表わすと判断される反射層が ぶつ切り途切れているところがある。 この地震探鉱の記録を検討した石井基裕(1962)は 次のように述べている。

“この断層(反射面の途切れ)より南側では 反射層の中に1層準だけきわめて明瞭な反射層があり 南方の千葉付近まで長距離にわたって追跡される。 しかも この明瞭な反射層は竜が崎R-1で確認された基盤面の深度に一致するので 南側地区は基盤面が明瞭な反射層として現われる性質の地区であるといえる。 これに反して北側の反射は明瞭度が一様に劣り とくに顕著な反射層を含まない。 中略 北側地区は基盤面が明瞭な反射層として現われない性質の地区といえる。 上記の理由により この地点(反射のとれない部分)の北側と南側では 基盤の性質が異なっていると判断した。”

以上の説明にある竜が崎(新利根)R-1は 昭和32年日本鑿泉探鉱(株)によって 竜が崎市の東隣りの茨城県稲敷郡河内村羽子騎の新利根川北岸において掘さくされた坑井で 深度838.6mで掘止め 深度813m(海水準下810m)で基盤に入っている(金原均二ほか2名1953)。 この基盤岩は破碎作用を受けた黒色千枚岩であるとされている(石井基裕, 1962)。 同様の基盤岩に掘り込んだ坑井としては 船橋市の通産省鉱山石炭局地盤沈下観測井がある。 本坑井は深度2,150mで掘止め 深度2,126m(海水準下2,123m)で基盤に入っている。 本坑井はこれまでに知られた関東平原下の結晶片岩分布区域内にある。

地図上でくわしく当て見ると 先に述べた基盤中の断層は測点165と167の間 すなわち竜が崎市街地の西部にあり アーツ1号の航測写真に見られる2本の “暗い線”のうち北側のものは まさにこの上を通っている。 そして竜が崎R-1は2本の “暗い線”の中間に位置している。

今回の “暗い線”のような問題を検討して 百尺竿頭を一步でも進めようとする場合 既存の関係資料のすべ

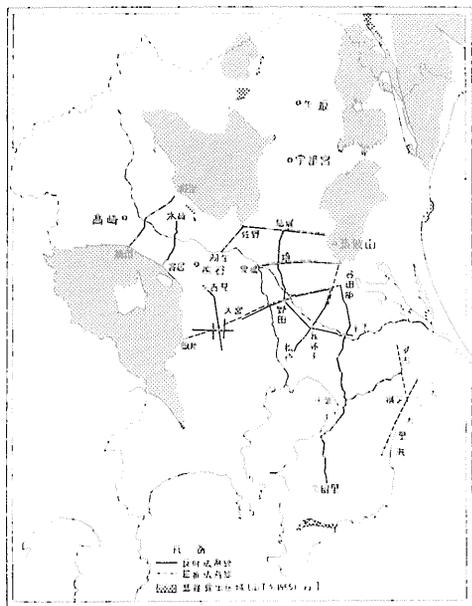


図1 関東地方における地震探鉱測線網(石井基裕 1962)



図2 地震探鉱(反射法)による谷田部—久留里断面(石井基裕 1962)



図3 谷田部一久留里測線の地震探鉱の一部(石油資源開発(株)資料 1956)



図4 アーツ1号の航測写真による首都圏地震線(読売新聞 1973)

てについて検討することがまず要求される。この意味からぜひ欲しいのが 昭和46年度の大陸棚石油・天然ガス資源基礎調査の1つとして実施された 基礎物理探査「関東」の資料である。これは房総半島の勝浦から鹿島灘の那珂湊沖に至る水深 200m 以浅の大陸棚を対象として行なわれたエアガン方式による物理探査であって “暗い線”の延長方向を横断する2本の測線が含まれている。基礎物理探査「関東」の資料について筆者が見ることができたのは 一般説明用の簡単な報告書であるがその付図の断面図には “暗い線”のうち南側のものの延長方向に基盤面が反射層を欠いているところのあることが示されており これも断層と解釈されている。この種の基礎物理探査のなまの記録は 原則として当分の間非公開とされているが “暗い線”との照合に必要な部分だけでも公開して欲しいものである。

以上に述べたことをまとめると 次のようになる。谷田部一久留里測線の地震探鉱の記録には 航測写真の “暗い線”(図4)のうち北側のものの直下に そして 鹿島灘沖の測線のエアガン方式による地震探鉱の記録には 南側のものの延長方向に それぞれ基盤面を表わすと判断される反射層の途切れがあり また 2本の “暗い線”の中間に位置する竜ヶ崎R-1は 破碎作用を受けた黒色千枚岩に当たっている。このような事実から見ると 航測写真の2本の “暗い線”は基盤中の破碎帯の両側を画する断層の反映と考えるのが自然であろう。この2本の “暗い線”を追跡できるのはおよそ120kmで

あり その間の幅は 狭いところで約5kmまた広いところで約10kmと見られる。これに対して 身近な破碎帯として有名な棚倉破碎帯を追跡できるのはおよそ60km であり その幅は 狭いところで約2km また広いところで約5km である。このように 想定される破碎帯はその規模から見ても 考え難いものではない。また このような破碎帯の部分・部分の物理性は変化に富み 両側を画する断層の部分も例外ではない。

したがって 地震探鉱の記録によく表われる場合も そうでない場合もあるであろう。

わかり易くいえば アーツ1号の公開された写真は緑(第4バンド) 橙(第5バンド)と赤外線2つ(第6バンドおよび第7バンド)で写した4枚の白黒フィルムに それぞれの色フィルターをかけ 天然色に近く合成されたものである。周知のように それには 活断層らしいといわれる暗い線が 関東平野を横切っているのが見られる。このように 公開された写真上の暗い線は 地下の断層などの構造線を直接示すものではなく 何らかの理由で地表の土壌が水分に富み 植物が密生していることを示しているので 活断層らしいなどといわれているのは この何らかの理由の1つの解釈である。

さて 地震探鉱および竜ヶ崎R-1から知られた基盤中の破碎帯が 航測写真上の “暗い線”の方向に走っているとすれば その南側あるいは北側のブロックに内因的な外力が加わった場合 断層破碎帯が客車間の通路を包む蛇腹のような役割を果し その上にある若い地層および土壌が水分に富んだものとなることは それほど考え難いことではあるまい。この破碎帯を境として基盤の表面の深度に違いが見られないことも この考え方に矛盾しない。このような蛇腹的なものにまで活断層の定義を拡張すれば別であるが 常識的な活断層という側面からだけ裏づけのための地表調査をやるというのでは いささか足が地についていない感じがする。

以上に述べた航測写真の “暗い線”に対する現状での見方の相違は別として その正体は早急に解明されなければならない。しかも この正体の解明は具体的な資料に基づいたものでなければならない。それにはいくつかの方法が考えられるが 中でも重要なものは

- 1) 坑井による地下地質の調査・研究
- 2) 地震波の伝わり方の再検討
- 3) 磁力探鉱

の3つであろう。

1) 坑井による地下地質の調査・研究

これには 航測写真の暗い線を横切る何本かの線に沿って それぞれ基盤に達する数本の坑井を掘さくし 坑井内の諸測定および試料の採取を行なうのが理想的であるが 基盤深度の深い東京以西でこれを実施するのはいささか経費がかさむので さし当って「暗い線」の東半部について2本の測線を設定し それぞれについて数本の坑井を考えるのが实际的であろう。 そのうち1本はもちろん先に述べた地震探鉱の測線に重ねるべきである。 1測線当りの坑井を5本とすれば その配置は 破碎帯の北側北の線上 南北2本の線の間 南の線上 および破碎帯の南側にそれぞれ1本ということになる。

2) 地震波の伝わり方の再検討

先に述べたように 谷田部—久留里測線について行なわれた地震探鉱の記録によれば 断層(反射面の途切れ)より南側は 基盤面が明瞭な反射層として現われる性質の地区であり また 北側は それが明瞭な反射層として現われない性質の地区である。 さらに想像をたくましくすれば 北側の基盤は風化されやすい岩石からなっており 深層まで風化された上に若い地層がのっているために 基盤面が明瞭な反射層として現われないということになる。 南側の基盤がおもに結晶片岩類からなっていることはすでに定説になっているので これを外帯と考えれば 北側は花崗岩類の多い内帯ということになり 基盤面が反射層として現われ難いという事実とよい調和を示す。 このように 断層の両側の基盤がまったく別の岩石からなっているとすれば その中を通る地震波の速度もちがっており それを各所に配置された地震計の記録から読み取れるはずである。 この場合 地震波が破碎帯を通過する際には著しく減衰したり またその速度が著しく変化したりすることが考え得ることも記録の解析に当って注意する必要がある。 この再検討は基盤深度の大きい関東平野の西半部についても実施できる利点がある。

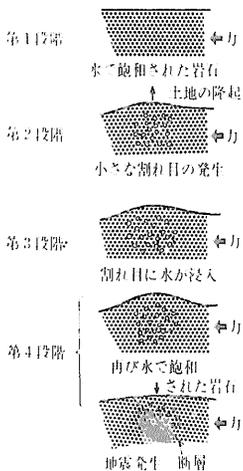
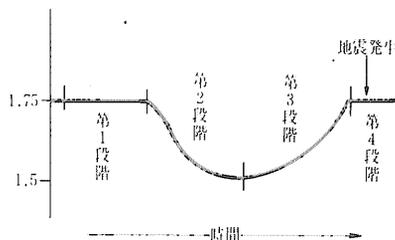


図5 ショルツ理論による地震発生モデル (毎日新聞 1923)

図6 ショシツ理論による地震波速度比の変化モデル (毎日新聞 1973)



3) 磁気探鉱

この必要性も2)と似ているが いささか間接的に過ぎるともいえる。 しかし やらないよりはましであろう。 関東地方の東半部についてはすでに空中磁気探鉱が行なわれているので さし当ってこれを西半部について行なえばよい。

資源調査会の発表では 重力についても「暗い線」を境にして 南の低重力部と北の高重力部とに分かれ 地殻上のちがいが示唆される としているが これには 基盤面の深度の方が強く現われているはずであり いわゆる「活断層」に直接結びつけるのはいささか無理であろう。

航測写真上の「暗い線」を活断層らしいとする根拠の1つは 安政2(1855)年の江戸 明治28(1895)年の利根川下流 および大正10(1921)年の竜が崎の3つの破壊的地震が この線上に発生していることにあるようである。 一般に 関東大地震(1923)以前の地震は地震計測学的資料が質・量ともに不十分であるため 現在の地震学的手法によって再検討されたものはほとんどなく 上記の3地震も例外ではない。 幸い 竜が崎地震だけは最近石橋克彦(1973)によって再検討され 1) 震央が問題の線から北へ15~20km離れた土浦付近 (140°10.6'E 36°03.1'N)にあること 2) 深さが60km程度であること および 3) 震源における破壊はそこからほぼ南30°東の向きに30kmぐらい進行したと考えられ この走向は問題の線とはほとんど直行していることが明らかにされた。 また 安政の江戸地震については 萩原尊礼(1972 a, b)が震央は江戸北部にあり また震源の深さは深くても30kmぐらいと推定している。 利根川下流地震についての再検討が待たれる。 すなわち問題の線と結びつく可能性のある破壊的地震は今のところ安政の江戸地震だけであって 地震そのものとの関係からいえば 問題の線はいささか影がうすくなったといわざるを得ない。

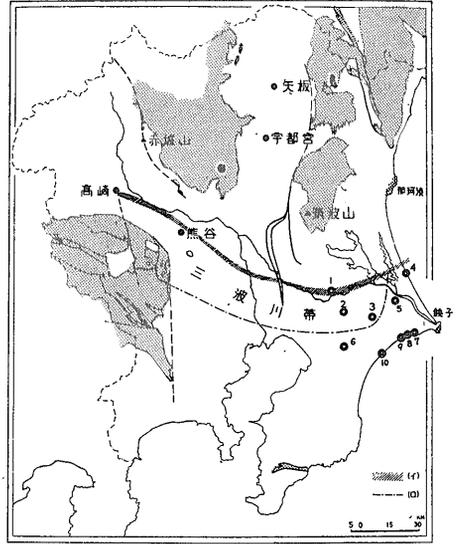
近年の地震学界の支配的な考え方によれば 地下の岩石に大きな力が加わり 岩石が支え切れなくなって破壊

し 断層ができる時に地震は発生する。これに加えて地下の岩石は通常水で飽和された状態にあることを考慮して導かれたのが本論文が未発表のうちに世界的に有名になったショルツ (SCHOLZ, C. H., Lamont-Doherty Geological Observatory) の理論である (図5・図6)。それによれば 水で飽和された地下の岩石に大きな力がかわっていき (第1段階) ある力以上になると 岩石には小さな割れ目が新たにたくさんでき ガサガサになって膨脹する。新しい割れ目には 水はまだ浸入しておらず この状態の岩石を通過するタテ波の速度は遅くなる。この場合 ヨコ波の速度はほとんど変化しないので 両波の速度比は 1.75よりも小さくなる (第2段階)。さらに岩石への力が高まると 周辺から割れ目に水が浸入し始め その結果タテ波の速度は速くなり 速度比は1.75に戻っていく (第3段階)。全部の割れ目に水が入り飽和状態に達した後さらに力がかわると 割れ目の水の圧力が増大して 岩石は非常に滑りやすくなり ついには断層ができて 地震が発生する (第4段階)。

ショルツの理論でもっとも問題になるのは 温度が水の臨界温度 374℃ を超える地下深所ではどうかということであろうが この理論で説明できる震源の深度範囲が大きいとすれば 地表近くで測定した地下増温率を適用できる範囲が案外小さいということにもなる。ともあれ 力が加わった際新たに小さな割れ目ができるような岩石中で地震は起こるのであって 初めからガサガサな破砕帯のようなところでは むしろ地震は起こり難いのではなかろうか。この意味から 関東地方の地震の分布を再検討することが望ましいが 既発表の資料について見ると やはり問題の線付近はむしろ地震の少ないところに当たっているようである。

ともあれ 宇宙から投げかけられた“暗い線”の問題は解明されなければならない。その結果 この線がいわゆる活断層ではなく 基盤中の破砕帯の反映であることが明らかになったとしても その地震を考える上での重要性は少しも減りはしない。何となれば 地震を含めた関東地方の地殻の動きを考える際 これまでまったく考慮されていなかった破砕帯 しかもその両側で岩石の種類を異にする破砕帯を 常に念頭におかなければならなくなるからである。

学術的に見ると この暗い線の解明は関東平野の下の地体構造の解明にも通ずる。この部分は日本の地体構造論上もっとも不明なところである。地震探鉱によって発見された竜ヶ崎を通る基盤中の断層が 中央構造線



1: 竜ヶ崎 R-1, 2: 成川 R-1, 3: 多古 R-1
4: 鹿島 R-1, 5: 小見川 R-1, 6: 八街 R-2
7: 飯岡 R-1, 8: 旭 R-1, 9: 旭 R-2
10: 横芝 TR-1
(4) 中央構造線, 関東構造線 (5) 御荷鉾線

図7 関東地方の基盤構造 (石井基裕 1962)

であろうということについては 筆者も石井 (1962) と意見を同じくするものであるが それがゆるやかに曲りながら 関東山地の北の高崎一下仁田方面に連なっている (図7) とするこれまでの一般的な考え方については 具体性のある資料を十分積み重ねた上で 根本的に再検討する必要があるはしないだろうか。

(筆者は燃料部)

引用文献

萩原尊礼 1972: 明治27年東京地震 安政2年江戸地震 元禄16年関東地震の震度分布 地震予知連絡会会報 7号 27—31頁。
萩原尊礼 1972b: 東京の被害地震 地質工学 8号 6—11頁。
石橋克彦 1973: 大正10年竜ヶ崎地震の震源位置について——アーツ1号が発見した「線」との関連——: 地震 (印刷中)。
石井基裕 1962: 関東平野の基盤 石油技術協会誌 27巻 6号 615—640頁。
金原均二ほか2名 1973: 天然ガス 朝倉書店
SCHOLZ, C. H., SYKES, L. R. & AGGARWAL, Y. P., 1973, A Physical Basis for Earthquake Prediction: Science, 176, pp. 252—260.
石油開発公団 1971: 基礎物理探査「関東」調査報告書 24頁