

関東平野の反射法地震探査

防災科学技術研究所

笠原教司

関東平野の地下構造調査は、昭和 30 年代後半に資源調査目的の系統的調査が始まり、最近の防災・地球科学目的の調査に引き継がれている。関東平野の構造調査(反射法地震探査)を振り返り、何ができるようになったか、何が期待できるかについて報告したい。

1．資源探査のための関東平野地下構造調査

関東平野の地下構造調査は、天然ガス等の資源の調査や採掘を目的に、1960 年代以降、実施されてきた(畠山 1965)。関東平野全域において地震波構造調査(屈折法、反射法)、ボーリングによる地質の直接調査等が行われた。観測の技術仕様の制約で高い精度は期待できないが、「埼玉県(飯能) - 茨城県(谷田部)」測線等、現在でも十分利用できる内容である。地震波反射法についても、関東平野を横断する茨城県(谷田部) - 千葉県(久留里線) 測線等で行われた。

2．夢の島人工地震調査

「首都圏地下構造調査」の次のステージは、防災を目的としたダイナマイト震源による、振動実験であろう。地震波速度変化を検出するために、人工地震を定期的に発生させ、その伝播の変化を調査するものであった。首都圏基盤構造研究グループの夢の島爆破実験(第 1 回 1975 年 2 月 23 日)を皮切りに、様々な機関によって繰り返し行われた。面的な観測が行われたため、このデータから大まかな首都圏の地下構造が明らかになってきた。

また、パイプロサイス地震波反射法技術は、石油探鉱のための手法として、わが国においては、この時期に、利用可能な技術となっていた。石油探査以外の応用として、パイプロサイス地震波反射法は 1970 年代後半以降には地熱開発、地球科学などの分野で試みられるようになる。

3．パイプロサイスによる関東平野地下構造調査の開始

1990 年代に、地震波反射法を利用した関東平野の地下構造の研究が始まった。地震発生の際の解明、強震動予測のための構造調査、活断層・テクトニクスの調査研究等、多岐にわたる目的で行なわれた。特に平成 3 年度より、科学技術庁の科学技術振興調整費の「首都圏直下の地震の予知手法の高度化に関する総合研究」が開始され、地震波反射法を使って関東平野の地下構造を高分解能で映像化する試みが始まった(笠原 1996 等)。

関東平野の成り立ちや、平野部活断層解明を目的に、堆積層の詳細や基盤岩以深の地下構造を明らかにしてきた。個々の断層を部分的調査に行うのではなく、立川、荒川、綾瀬川断層を横切る総延長 60km を越す長い測線(関東平野トランセクト)で調査が行われた。技術的には、160 チャンネルから 240 チャンネルの探鉱器を利用していた。

これらの調査から、関東平野は、構造が複雑な関東北部と比較的単純な南部に区別できることが明らかになった。特にブーグ異常が低い地域の地下深部構造が複雑であることが示された。比較的構造が安定な上総層に対し、重力ブーグ異常の低い地帯の上総層の基底より深い構造(時代的にはこれらの構造は日本海が開いた時期と調和)ではその地下構造が大変複雑である。複雑な地下構造形成には、伸張場のテクトニクスの影響が大きく作用したものと考えられる。上総層より古い時代では伸張場、上総層は圧縮場が支配的であつたらしい。(インバージョンテクトニクス)

4．阪神淡路大地震以降の首都圏地下構造調査

兵庫県南部地震を契機に、地震災害を軽減することを目的として、「地震防災対策特別措置法」が制定され、この法律に基づき、総理府に「地震調査研究推進本部」が設置された。同本部は、地方自治体を中心に関東平野の構造調査を推進している。この結果、首都圏の堆積層の調査は大まかに知ることができるようになってきた。首都圏南部を中心として行われたこれらの調査結果は北部の調査結果と比較すると、関東平野南部は、ブーグ異常が低くなっている横浜を除けば、比較的単純な構造であることが示されている。

5. 地下構造調査に期待するもの

地震波反射法は、火山地帯、地熱地帯などのような複雑な地域での適用は困難であると考えられていた。実際、反射法においては、ある程度地下構造が滑らかな場合には明瞭な断面図を創出してくれるが、構造が複雑になるにつれ次第に不明瞭なものとなっていく。このことが、経費が比較的高いという側面とともに、わが国の地球科学における地震波反射法の適用を遅らせたマインドの1つとなってきたといわれている。しかし、反射構造調査にて地下深部迄の反射断面を明らかにする試み（伊藤他 等）が進みその有効性が確かめられてきている。特に阪神淡路大地震の後、「何故地震が起こったのか、被害を起こすメカニズムを解明し、地震予知・防災に役立てたいとする機運が高まってきている。また、データ取得において、地震計の数量、データ取得チャンネル数などが飛躍的に増えたため、観測デザインの自由度が大変高くなって来た。欧米諸国に10年以上遅れて、地球科学の分野にも適用が進みはじめた反射法であるが、改めて、「複雑な首都圏の深部構造が見えるのか」という視点で考察する。実際のデータで、最大オフセット6km、3kmの重合記録を比較してみると、明らかに最大オフセット距離が長い方が深部構造の解像度が格段高い。もっと深い構造についても、石油公団「海上基礎物理探査 房総沖浅海底」の取得データの再解析を試み、沈み込むフィリピン海プレートに関係している反射イベントを見いだしている（木村 他）。このことは、ダイナマイトのような強力な震源と条件の良い観測を行えば、首都圏直下に沈み込んでいるフィリピン海プレートを高精度に描き出すことができることを示唆している。

基本的な地震発生の実証的に解明し、地下内部の共通認識を高めることは、地震動予測の確度を高める最初の一步であろう。地震予知・強震動予測などで予測しようとする「断層」の形状は、現状では、推定と推論の組み合わせた創作物となっていることが多い。地震発生現場（巨視的パラメータである断層形状）を直接画像化し、共通の認識を持つことによって、強振動予測や地殻変動・地震活動予測の研究が始めることができるのではないだろうか。

図；最近の反射法測線図 （ 濃青色部分は、基盤構造が複雑、低ブーグ異常帯に一致 ）
重力ブーグ異常図は駒沢等による

