

作図による震源の決定 指導資料

1 目的

本実習では、まず地震計の記録から初期微動継続時間を読み取り、大森公式を用いて観測点から震源までの距離を求める。さらに3観測点の震源距離をもとに作図によって震源を決定する。地震波の記録から震源が決定できることとその方法を学習する。

2 中学校までの既習事項

地震波にはP波とS波の2種類がある。地震の揺れ方は、最初小刻みに揺れ（初期微動）、その後大きく揺れる（主要動）。初期微動はP波によって、主要動はS波によって引き起こされる。初期微動が続いている時間を初期微動継続時間（PS時）という。PS時は、震源からの距離が大きくなると長くなることを学んでいる。

3 実習間のつながり

この実習の前に『演示 つるまきばねによる縦波と横波』で縦波と横波の伝わる速さの違いを確認し、初期微動継続時間について復習しておく。

この実習の後、『走時曲線と地球内部の構造』や『シャドーゾーンと地球深部の構造』を実施し、地震波の記録をもとに地球の内部構造を調べることができることを学習する。

4 準備するもの

定規、コンパス

5 実習の所要時間

解説・作業を含め 50 分程度

6 実習上の留意点

PS時を読み取るときは、P波やS波がどの時点で到達したのかをあらかじめ示しておく、やりやすい（川口のみ矢印で示した）。

なお地震計の記録は、きりのいい時刻に開始されるわけではない。この記録の場合、時間軸の目盛り「0」が10時34分10秒である。

震源距離 D [km] と PS時 T [s] との関係は、大森公式「 $D = k T$ 」によって与えられる。 k は大森定数といい、P波の速度を V_p [km/s]、S波の速度を V_s [km/s] とすると、

$$k = V_p \cdot V_s / (V_p - V_s)$$

となる。地震波の速度は、地質によって左右されるため、 k の値には幅がある。ここでは、大森房吉によって求められた大森定数 $k = 7.42$ に近似させ、 $k = 7.5$ で計算させたが、小数の計算を嫌うようであれば $k = 8$ で計算しても構わない。

実習プリントには、作図の原理を一部書いたが、不十分な点は「8 補足」で解説した。作業用紙1の平面図上では各観測地点中心の円は「震源候補の範囲」であり、円の交点を結んだ直線で「候補を絞り込み」、2つの直線の交点で「震央を決定」することになる。

作業用紙の地図は 1/1,000,000 の縮尺にしてあるので、10km が地図上では 1cm で表現されている。この換算がうまくできない場合には「1km が 1mm」としてやるとわかりやすい。なるべく正確にコンパスで距離を測り、作図をすると「作業用紙解答例」のようになる。

7 解答・解説

[PS時と震源距離]

地震計の記録よりPS時を読み取り、大森公式に代入して計算すると次の表のようになる。

	PS時	震源距離
川口	7.0s	52.5km
水戸	9.0s	67.5km
宇都宮	8.0s	60.0km

[震央の決定]

図1 参照

※ 生徒用プリントの作図法では震源距離を表す円を描かせるとなっているが、用紙からはみ出してしまう場合は半円でも構わない。

[震源の決定]

図2 参照

※ 図1より、川口と震央との距離は40km（図中4.0cm）となる。川口を中心とした震源距離の半円（地下）を描き、震央よりこの半円に向かって垂線を下ろすと、垂線と半円との交点が震源となる。

※ 震源の深さ33kmとしたが、作図には個人差があるので必ずしもこの値にはならない。

[考察解答例]

「震源は 茨城県南部、震源の深さは 33 km、マグニチュードは3.9でした。」

※ 震央の表記（茨城県南部）は気象庁の地震情報で用いる震央地名による。

<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/region/index.html> 参照

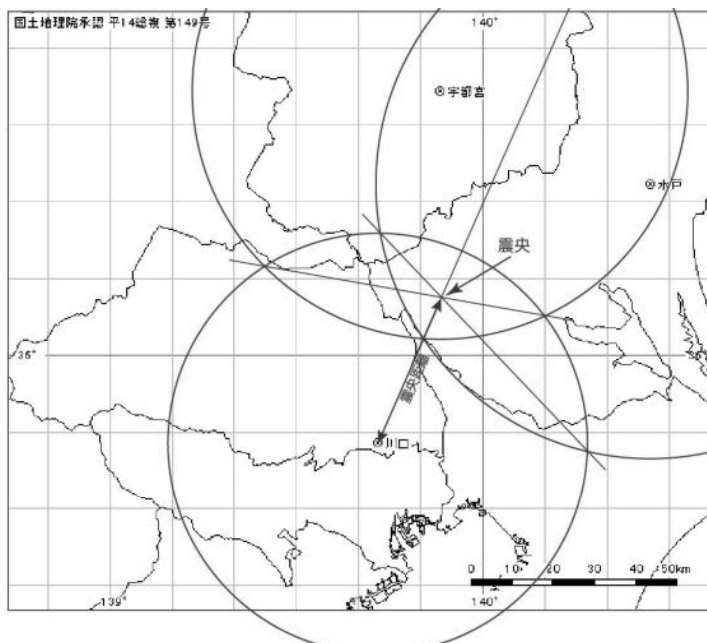


図1 震央の決定作図例

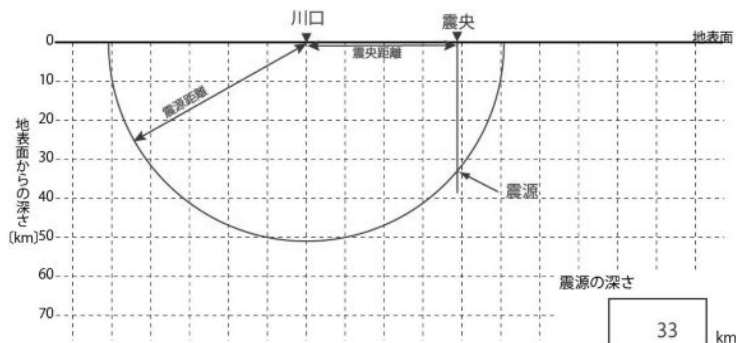


図2 震源の決定作図例

なお、この地震の震源は、北緯36.1度、東経139.9度、深さ47km、マグニチュードは3.9である。

8 補足

[作図の原理]

作図の原理は、実習プリントでは一部省略してあるので補足しておく。

観測点Aを中心に、震源距離を半径として半球を地下に描けば、半球面は震源から等しい距離にあるから、震源はこの半球面上のどこかにあるはずである（図3-①）。

次に別の観測点Bを中心に、求めた震源距離を半径として半球を地下に描く。すると2つの半球面は、直線XYの真下にできる弧XYで交わる。弧XYは2つの観測点A・Bからそれぞれ震源距離だけ離れているから、震源はこの弧上にあるはずである。また震央は、弧の真上の直線XY上にあることになる（図3-②）。

そこで観測点をもう一つ増やし、地図上で、それぞれの観測点からの震源距離を半径とした円を描く。図②で考えたように、2つの円のぶつかる点を結んだ直線上に震央がある。したがって、図③のように観測点AとB、AとC、BとCを中心とした円がぶつかる点をそれぞれ結んだ直線を引けば、その交点が震央である（図3-③）。

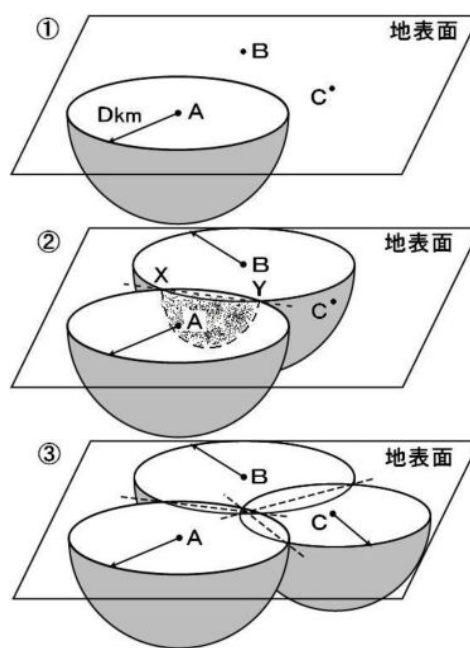


図3 作図の原理

[公開webデータの利用]

○地震波形記録

本実習で用いたデータは、防災科学技術研究所の強震ネットワーク(以下、K-NETと記す)よりダウンロードした。K-NETのHPから「地震選択&ダウンロード」を開くと、過去の地震の地震計記録や震度分布図などを得ることができる。

地震を選ぶと、自動的に「強震記録一覧」にその地震のデータの一覧が表示される。使いたい地点を選んで強震波形を表示し、波形画像データ(図4)を保存する。

波形記録は上から「南北」「東西」「上下」の3方向のもので、3つを同じ幅に収めるために最大震幅はそれぞれ違っている。一般に上下動はP波とS波の震幅差が小さめで、初期微動と主要動というイメージからやや遠い印象になるため、この実習では東西動の記録を使った。

こうして得た3地点の画像データから、一方向の波形を切り取り、Excelでつくった目盛りつきグラフに貼り付ければ、実習用の波形記録ができる。

なお、震動記録の開始時刻は観測地点により異なる。また、時刻目盛りも観測地点によって刻みが異なる場合があるので注意する必要がある。

■「K-net」 <http://www.k-net.bousai.go.jp/k-net/>

○作業用紙の地図

地図の作製もWebデータを利用して行うことができる。

白地図作成用フリーソフトの「KenMap」を利用して作成した。

■「KenMap」 <http://www5b.biglobe.ne.jp/~t-kamada/CBuilder/kenmap.htm>

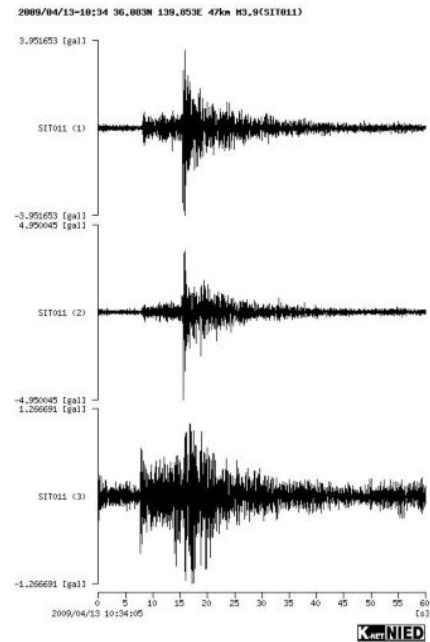


図4 K-NETの公開波形データ