11. Sur le mecanisme de la production des ondes sismiques au foyer : existence d'une source quadruple au foyer.

Par Mishio ISHIMOTO.

Institut de Recherches sur les Tremblements de terre,
Université Impériale de Tôkyô.

(Comm. by T. TERADA, M.I.A., Feb. 12, 1932.)

Quand nous voulons discuter le mécanisme de la production des ondes sismiques au foyer, nous faisons tout d'abord une carte représentant la distribution régionale des mouvements initiaux des secousses sismiques enregistrées dans tout le Japon. Cette méthode a été proposée premièrement par le Prof. T. Sida en 1917 et depuis la plupart des sismologues japonais se sont beaucoup attachés à développer son procédé. Nous avons, en effet, beaucoup d'exemples montrant les caractéristiques de la distribution des mouvements initiaux. Il y a généralement deux sortes d'ondes, une onde poussante et une onde tirante, qui se distribuent séparément dans les quatre quadrants. Ce fait nous suggère un certain modèle de mouvements au foyer : par exemple, a) deux disques parallèle s'éloignent subitement dans la direction de leur axe, b) deux parties locales de l'écorce glissent l'une par rapport à l'autre en produisant une faille (Fig. 1).

Fig. 1.

Certainement, ces deux façons d'expliquer donnent le même résultat pour les séismes dont d'une part l'hypocentre demeure peu profond, et dont d'autre part l'axe du disque ou le mouvement de glissement est presque horizontal à la surface terrestre. Cependant, elle ne s'applique plus aussi bien surtout pour les séismes dont l'hypocentre demeure profond et nous trouvons beaucoup de cas où la

caractéristique de la distribution apparaît tout à fait différente. Pour mettre ce fait en évidence, il nous semble qu'il est nécessaire de considérer le mécanisme du foyer avec trois dimensions. Voila trois exemples de distributions des mouvements initiaux (Fig. 2)¹⁾: le premier et le deuxième pour des séismes profonds et le troisième pour un séisme peu profond. Nous distinguons, même à première vue, que les ondes poussantes se distribuent toujours à l'intérieur de courbes représentées par les sections d'un cône.²⁾

Fig. 2.

(● onde poussante: ○ onde tirante: × épïcéntré.)

Or, puisque nous ne nous occupons en ce moment que des mouvements initiaux des secousses sismiques, il nous suffira de considérer la nature de la propagation des ondes sphériques dans un fluide au lieu d'un solide. Nous savons comme équation du mouvement dans le fluide: $(\nabla^2 + k^2)\phi = 0$ où ϕ représente le potentiel des vitesses. Designons par ϕ_0 celui d'une source unique et par ϕ_2 celui d'une source quadruple³⁾; nous obtenons

$$\phi_0 = P_0(\cos \theta) \frac{e^{-ikr}}{r}, \quad \phi_2 = P_2(\cos \theta) \frac{e^{-ikr}}{r} f_2(ikr)$$

où $P_0(\cos \theta)$ et $P_2(\cos \theta)$ sont les harmoniques zonales d'ordre zéro et

1) K. Sagisaka: *Kensin-zihô*, **3** (1929), 313. K. Tanahasi: *Umi to Sora*, **11** (1931), 277. S. Kunitomi: *Geophys. Mag.*, **4** (1931), 73.

2) Le Prof. M. Matuyama a déjà considéré la courbe hyperbolique. (*Bankin no Disingaku*, 229.)

3) ϕ_1, ϕ_3 , etc. ne sont pas réalisable à cause de la conservation du moment.

Fig. 3.

d'ordre deux respectivement. Ils satisfont à l'équation précédente et les aspects généraux de la propagation sont représentés sur la figure 3. Certes, les ondes poussantes de $P_2(\cos \theta)$ forment une sorte de cône ayant un angle de 55° . Par suite les courbes obtenues par une section de ce cône sont tantôt une ellipse, tantôt une hyperbole suivant le degré d'inclinaison de son axe. De plus l'intérieur de ces courbes coïncide toujours avec la région occupée par les ondes poussantes. Nous concluons, donc, que la plupart des ondes sismiques sont envoyées sous une forme représentée par $P_2(\cos \theta)$. Cette considération ne se déduirait pas facilement d'une hypothèse basée sur la formation d'une faille dans l'écorce.

Comme nous trouvons toujours une distribution des mouvements initiaux en quadrants surtout pour les séismes peu profond, nous sommes conduits à supposer que le cône a en général un angle de 45° avec son axe horizontal. Nous pouvons, en effet, considérer le cas où l'influence des ondes tirantes de $P_0(\cos \theta)$ se superpose à celle de $P_2(\cos \theta)$.

Quant à la cause de la production des ondes sismiques, on l'attribue généralement à la formation d'une faille dans l'écorce : mais d'après le fait obtenu par l'étude sur la distribution des mouvements initiaux, il nous semble qu'il vaut beaucoup mieux supposer un mouvement brusque du magma au foyer.¹⁾ D'autre part nous savons que la pression du magma augmente²⁾ progressivement pendant le passage du refroidissement³⁾ : quand la pression monte plus que la pression contraire de l'écorce, le magma doit exécuter un mouvement explosif produisant des ondes

1) M. Ishimoto: Jap. Journ. Astro. et Geophys., **6** (1928), 83; Bull. Earthq. Res. Inst., **6** (1929), 127.

2) La vitesse d'augmentation de la pression du magma restant comparativement petite, il n'y a aucune production d'ondes sismiques.

3) C. W. Morey: Journ. Wash. Acad. Sci., **12** (1922), 219.

sismiques.¹⁾ Dans ce cas-là, nous pouvons supposer l'existence de deux sortes de force agissantes: le mouvement du magma rayonnera les ondes $P_2(\cos \theta)$, tandis que la diminution de pression hydrostatique rayonnera les ondes tirantes de $P_0(\cos \theta)$.

En tout cas, nous avons eu la chance d'étudier le mécanisme de la production des ondes sismiques avec des séismes profonds: c'est que le réseau de nos stations a ses mailles inférieures à la profondeur du foyer. Pourtant, comme ce réseau a des mailles assez serrées surtout dans la région de Kantô, nous voulons examiner notre point de vue même avec des séismes peu profonds apparus dans et aux environs de cette région.

1) Le magma se projettera dans l'écorce dans la direction de moindre résistance.