

樽前山の電磁地震計に記録された大砲の振動*

山内 義敬**

550.340.1

§ 1. まえがき

樽前山火山に62E型直視式電磁地震計が設置されたのは1967年7月であるが、それまでは樽前山の北方、支笏湖南岸のモーラップにおいて56型高倍率地震計による観測をおこなっていた。

電磁地震計の倍率は高倍率地震計の10倍の約3000倍なので火山性地震も7月以後は急激に多く記録されるようになった。一方これにともない、雑微動も数多く記録され、そのなかには火山性地震との判別が困難な記象も多い。

ここでは、地震計に記録された雑微動の一例について報告する。

§ 2. 調査経過

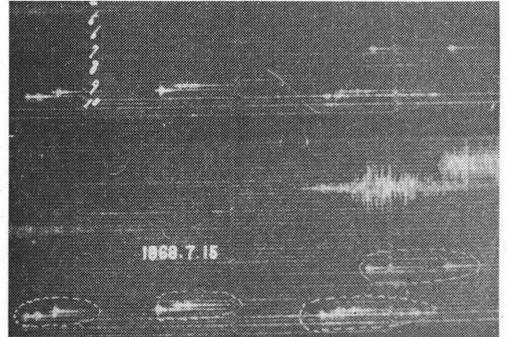
電磁地震計による観測を開始して1か月後の8月7日に、第1図、第2図に示すような振動(点線で囲んだもの)が多数記録された。その後も第1表のように多数の振動が観測された。

記録の型はA型地震に似ており、最大全振幅は記録上数mm、周期は0.2~0.3secである。

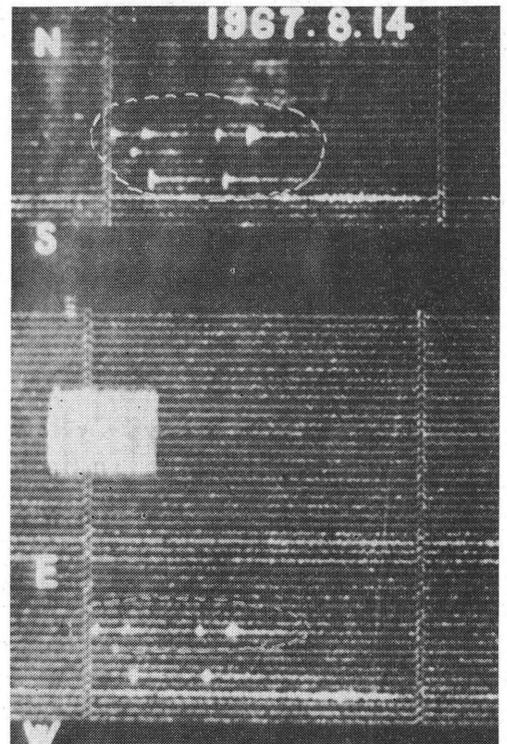
その後、これらの記象を検討してみたところ火山性地震とするには次のような点で疑問が生じた。

第1表 日別振動回数

年 月 日	回 数	年 月 日	回 数
1967 8 7	71	1968 6 19	65
14	52	7 4	27
9 13	50	15	53
14	61	16	50
1968 2 16	49	8 14	7
5 26	13	15	47
6 12	11		



第1図 地震および振動記象(点線で囲んだもの)

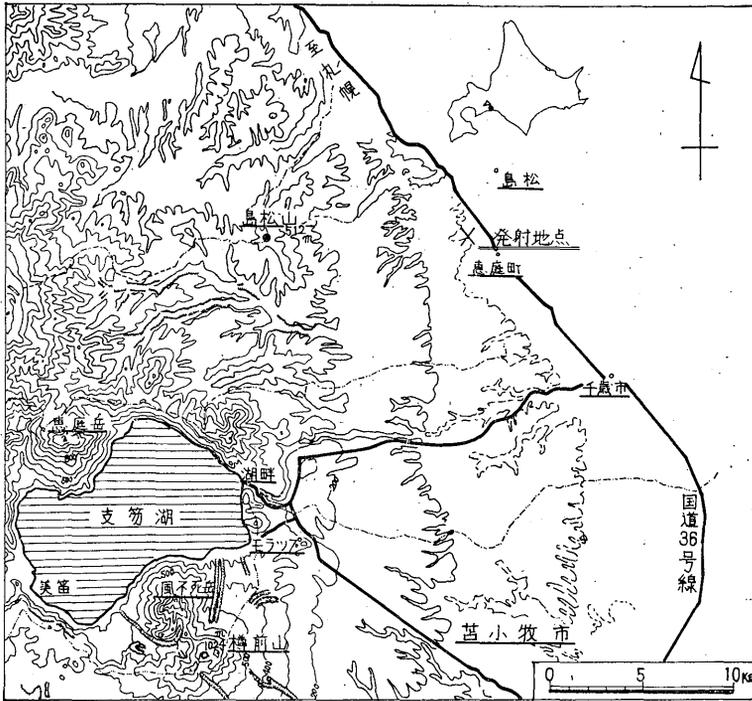


第2図 振動記象(点線で囲んだもの)

* Y. Yamauchi: The Vibration [of Cannon Recorded in Electromagnetic Seismograph of Mt. Taru-mae Station (Received February 24, 1970)

** 苫小牧測候所

- 1) 振動の発現時間が8時から14時に限られ、夜間は全く記録されていない。
- 2) 最大振幅は 1μ 以上が数個、ほとんどが 1μ 以下



第3図 樽前山と島松山の地形図

である。

3) 短時間に数回連続して発現しているものがあるが、その個々の間隔が一樣である。(第2図) これらの振動記録は人工的な雑微動であるとする、振動源としては次のような場合が考えられる。

ア、樽前山付近の道路工事の爆薬によるもの。

イ、支笏湖畔対岸の美笛千歳鉱山の爆薬によるもの。

ウ、自衛隊の演習(大砲などの重火器)によるもの。

樽前山周辺(支笏湖付近)では道路の建設作業が盛んに行なわれているが、各関係機関に照会したところ、爆薬は使用していないとのことであった。

美笛千歳鉱山では、10 kg~20 kgのダイナマイトを使っているが作業は昼夜行なわれている。

したがってア、イによるものとは考えられない。

自衛隊の重火器演習については、陸上自衛隊北部方面総監部から、千歳郡島松の自衛隊島松演習場(第3図)における大砲の射撃演習実施状況一覧表を入手したので、第1表の振動記録と照合してみた。

島松演習場は樽前山の北、約20 km付近にある。

演習は国道36号線から数100 m西寄りの地点から、海拔512 mの島松山のふもとに向けて発射される。

射程距離 約7 km

発射から着弾までの所要時間 約24 sec (1968年8月15日演習場で実測したおおよその時間)

着弾地点から樽前山までの距離 約20 km

砲弾は着地後0.01~0.05 sec後に爆発するようになっているが、信管の切りかたにより空中で爆発させることもできる。

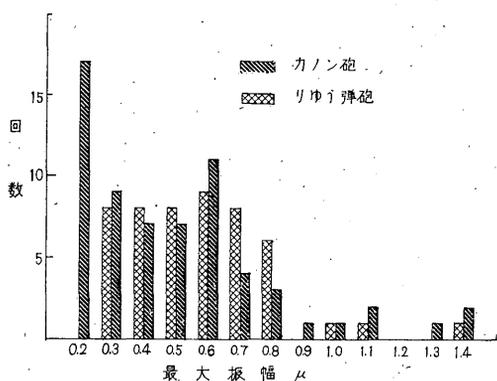
砲種には107M, 105H, 155H, 155H, 155G, 203H^{註)}があるが、そのうち203Hと155Gの演習日の振動の発現日が一致した。このことから振動源は大砲の射撃演習による砲弾の振動としてほぼ間違いないことがわかった。

次に、入手した資料により、203Hと155Gの砲弾内の火薬(第2表)が爆発したときのenergy、および砲弾が地面に衝突した時のenergyを計算し、振動記録からもとめたenergyと比較してみた。

§ 3. Energy

自衛隊から入手した演習一覧表によるとカノン砲(155G)、りゅう弾砲(203H)はそれぞれ単独の演習日があ

註) 107, ……., 203は砲の口径 mm, Hはりゅう弾砲, Gはカノン砲



第4図 最大振幅の度数分布

第2表 りゅう弾砲およびカノン砲の火薬量

種類	口径 mm	砲弾内の火薬量 kg (T.N.T.)	薬きょう内の火薬量 kg (黒色無煙火薬)	砲弾の重量 kg
りゅう弾砲	75	0.676	0.481	90.71
	105	2.195	1.247	
	155	6.958	5.5ポンド (近距離)	
	203	16.670	6.033	
カノン砲	155	4.831	不明	43.88
	155	7.022		
	155	9.233		

るので、そのときの記象からりゅう弾砲50個、カノン砲64個の最大振幅を験測した。第4図はその度数分布である。この図からりゅう弾砲では0.9μ以上、カノン砲では0.7μ以上の最大振幅の回数に急減するが、どちらも振幅の最大は1.4μであった。

同一地点で、同じ砲弾であるにもかかわらず記録された振動の最大振幅が0.2~1.4μまでばらつきがあるが、このことについてはあとで述べる。

1) 地震記象から計算した Energy

第4図で示した最大振幅を平均するとりゅう弾砲は1.3μ、カノン砲は1.2μとなる。震央距離 A を20 km として、

$$M = \log A + 1.73 \log A - 0.83 \text{ (坪井) と}$$

$\log E = 1.5 M + 11.8$ (Gutenberg, Richter) を適用してそれぞれの energy をもとめると、

$$\text{りゅう弾砲 } E = 5.6 \times 10^{13} \text{ erg}$$

$$\text{カノン砲 } E = 4.0 \times 10^{13} \text{ erg とする。}$$

2) 火薬の爆発による Energy

振動記録から振動源の energy を計算すると上記のよ

うな値になるが、それではこの energy 源が、砲弾内の火薬の爆発であるとした場合はどうなるか。

一般に、火薬を爆発させたとき地震波の energy になるのは 1/100 以下といわれている。

砲弾内の火薬の1%が energy になったと仮定すると、第2表の砲弾内の火薬量から次の値が求められる。

ただし、火薬 1g の energy を $4.2 \times 10^{10} \text{ erg}$ とする。

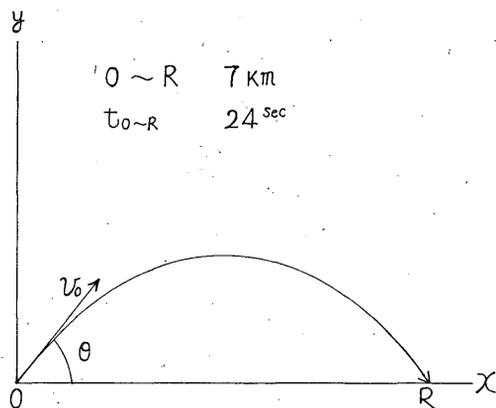
$$\text{りゅう弾砲 } E = 7.1 \times 10^{12} \text{ erg}$$

$$\text{カノン砲 } E = 3.8 \times 10^{12} \text{ erg}$$

この energy は前記の振動記録から計算したものと比較すると約1桁小さい。

3) 着弾時の衝撃による Energy

砲弾が地面に衝突した時の衝撃が energy 源である場合、第5図のように角度 θ で発射された場合、空気の抵抗を省略して放物体の運動の式から初速度 v_0 をもとめる。



第5図 弾道

$$x = v_0 \cos \theta \cdot t \text{ ①}$$

$$y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ ②}$$

で $OR = 7 \text{ km}$ $t_{O-R} = 24 \text{ sec}$ とすると $v_0 = 315 \text{ m/s}$ になる。

運動 energy の式 $\frac{1}{2} m v_0^2$ から E を計算すると、

$$\text{りゅう弾砲 } E = 4.5 \times 10^{13} \text{ erg } (m = 90.71 \text{ kg})$$

$$\text{カノン砲 } E = 2.2 \times 10^{13} \text{ erg } (m = 43.88 \text{ kg})$$

となる。この値は、振動記録から計算した energy と比較すると、オーダーとしては大体一致する。

以上のことから、第1表の振動記録は砲弾内の火薬の爆発によるものより弾着の衝撃による振動の可能性の方が大きい。

なお、演習の方法により、空中で爆発する場合と地中で爆発する場合がある。着弾の場合の条件によって観測される振動の最大振幅に差がでてくるものと考えられる。

§ 4. あとがき

1968年8月15日の射撃演習見学の際、腕時計ではあるが砲弾の発射時間を記録してきて、電磁地震計の記象紙に記録された振動の時間と対照させてみた。

その結果、記象紙に記録されていないものもあるが、記録されているものの発現時間は大体一致していた。

参考文献

土居繁雄(1957): 5万分の1地質図幅および説明書「樽前山」
田中康裕, 清野政明, 田沢堅太郎, 赤羽俊郎 (1969): 伊豆大島の地震波速度と地下構造について; 火山, 第2集, 第14巻, 第2号; 84~96