



Title	上下動と水平動の最大加速度比 : 有珠山地域の群発地震の例
Author(s)	武尾, 実; TAKEO, Minoru
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 40, 93-97
Issue Date	1981-11-30
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.40.93">https://doi.org/10.14943/gbhu.40.93</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/14389">https://hdl.handle.net/2115/14389</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	40_p93-97.pdf



## 上下動と水平動の最大加速度比 — 有珠山地域の群発地震の例 —

武 尾 実

北海道大学理学部地球物理学教室

(昭和 56 年 7 月 17 日受理)

### Ratio of acceleration between vertical and horizontal components

— Case of earthquake swarm at Mt. Usu, Japan —

By Minoru TAKEO

Department of Geophysics, Faculty of Science,  
Hokkaido University

(Received July 17, 1981)

To obtain near-field ground motions, strong-motion seismographs were operated in the epicentral region of Mount Usu, Hakkaido, Japan. Hundreds of earthquakes of magnitudes from 2.0 to 4.4 were recorded on the digital recorder during the period from August, 1979 to July, 1980. The epicentral distances are all 3 km and less. The maximum acceleration is 60 gal. It is found that the ratio of the vertical acceleration to the horizontal one is 0.78. This ratio is very great in comparison with the previously obtained ratios in Japan.

#### I. は じ め に

強震動の振動特性の研究はこれまで主として水平動成分について行なわれてきた。これは、従来の強震記録の水平動成分が上下動成分に比べて大きい場合がほとんどであったためである。しかし、1974年伊豆半島沖地震や1975年大分県中部地震、1976年河津地震などの直下型地震の被害調査報告 [石田・大沢 (1974), 伯野他 (1975), 茅野 (1977)] において、強震動上下動成分の卓越とそれによると考えられる被害が指摘されており、強震動上下動成分の大きさは地震の被害を考える上で重要になりつつある [服部・石田 (1977)]。本報告では、有珠山地域に1977年の噴火以来発生する群発地震を震源近傍で観測した際に、水平動成分に匹敵する上下動成分を持つ記録が多数得られたのでその結果について述べる。

#### II. 観 測

1979年8月より1980年7月までの一年間、有珠火山観測所 (140°50'E, 42°33'N) に加速度型地震計と変位型地震計の両者それぞれ3成分を設置し、有珠山地域の群発地震を観測した。変位

観測には小型可搬長周期地震計 (PELS) [小型長周期地震計開発プロジェクトチーム (1974)] を、加速度観測には日本航空電子社製のサーボ型 (JA-4) 加速度計を用いた。加速度記録はマークランド社製のデジタル・レコーダー (DACS-L 型 MARK-9100 L) を用いデジタル化して記録しており、後の解析が容易に行える。観測系全体のブロック・ダイアグラムと加速度および変位観測系の総合特性を Fig. 1 に示す。今回の観測では約 0.2 Hz から 25 Hz までの周波数領域で地動加速度と地動変位を正確に記録している。今回の観測系の詳細は武尾・阿部 (1981 a) を参照されたい。

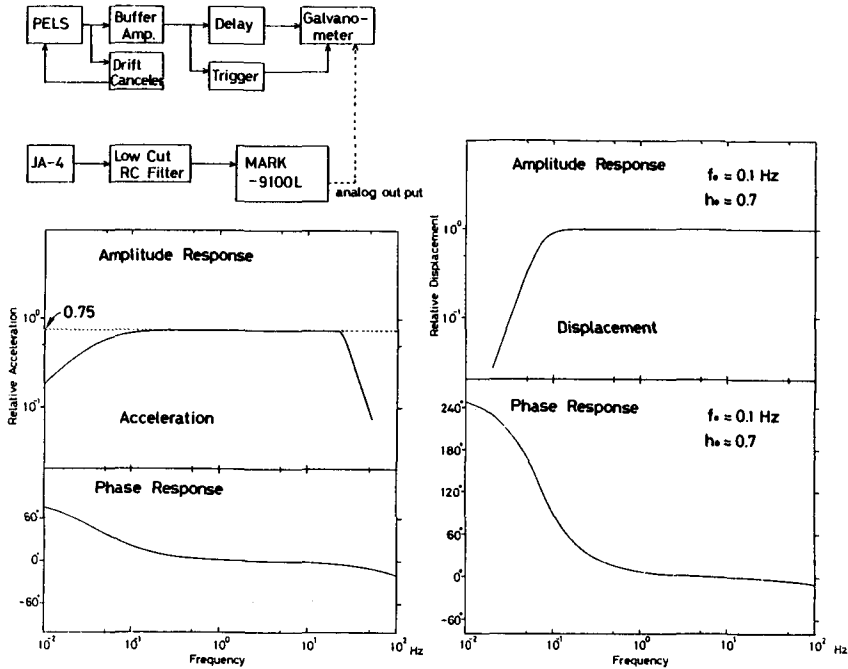


Fig. 1. Block diagram and response curves of our recording system. Response curves of acceleration and displacement recording system are shown on the left-hand and the right-hand sides, respectively.

今回観測された地震のうち有珠火山観測所の地震観測網により決定された震源は震央距離 3 km 以内、深さ 0 km から 2 km の間にある。マグニチュードは  $M_L$  (ローカル・マグニチュード) で 2.0 から 4.4 の範囲にある [武尾・阿部 (1981 b)]。

### III. 上下動と水平動の最大加速度比

上下動と水平動の最大加速度の関係を Fig. 2 に示す。水平動の最大加速度は水平 2 成分のうち大きい方を選んだ。今回の観測で得られた加速度の最大値は、1980年 1月 8日 7時 23分の地震で記録された、水平動 60gal, 上下動 47gal である。上下動の水平動に対する最大加速度比 ( $A_v/A_H$ ) は 0.4 から 1.6 の範囲に分布しており、平均は  $0.78 \pm 0.24$  である。データの総数は 251 個である。有珠山地域の地震では、 $M_L$  は水平最大加速度よりも水平最大速度に対し良い相関があるので

[武尾・阿部(1981b)],Fig.3に  $A_v/A_H$  と水平最大速度の関係を示す。最大速度は加速度記録より漸化フィルター法 [武尾・阿部 (1981a)] を用いて計算した速度波形より求めた。水平最大速度の2.3 kine が  $M_L$  の4にほぼ対応する。今回扱った範囲では  $A_v/A_H$  の値は地震の規模に関係なく、 $M_L$  4クラスの地震でも水平動より大きな上下動加速度を記録したものが多数ある。

日本の強震計記録に基づいた統計結果では、 $A_v/A_H$  の値

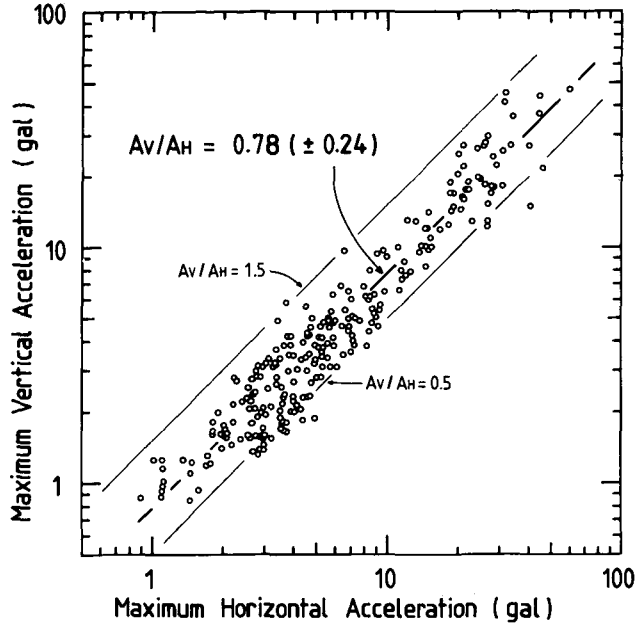


Fig. 2. Maximum horizontal acceleration versus maximum vertical acceleration. The averaged ratio of maximum vertical acceleration to maximum horizontal acceleration ( $A_v/A_H$ ) is  $0.78 \pm 0.24$ .

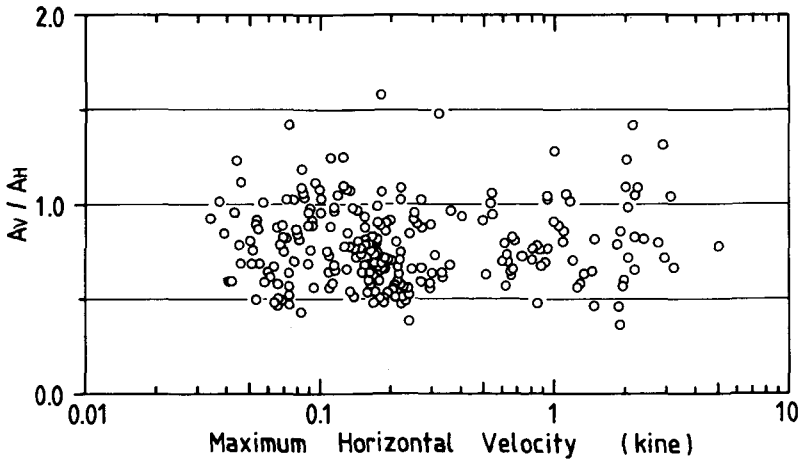


Fig. 3. Maximum horizontal velocity versus  $A_v/A_H$ .

は地盤条件による違いは少なく、平均として0.3から0.4程度の値が得られており、1.0以上の値を示す記録は稀である [酒井・青木 (1976), 土木研究所 (1977)]. 一方、最近  $A_v/A_H$  の大きな値が得られた観測例としては、1978年伊豆大島近海地震の余震、1980年伊豆半島東方沖地震(気象庁マグニチュード6.7)がある [田中他 (1978, 1980), 沢田他 (1980)]. 田中他 (1978) は伊豆大島近海地震の23個の余震を震央距離10 km以内のところで観測し、 $A_v/A_H$  の平均値として

0.75±0.17 を得ている。伊豆半島東方沖地震では網代（震央距離 20.8 km）で水平動最大加速度 350 gal に対し上下動最大加速度 333 gal が観測され[田中他(1980)],  $A_V/A_H$ の値は 0.95 となる。

有珠山地域の群発地震より得られた  $A_V/A_H$ の値は 251 個のすべての記録について従来の平均値より大きな値となっている。さらに、 $A_V/A_H$ が 1.0 以上の値を示す記録が全体の 16% (41 個) にもおよんでおり、これまでの観測結果に比較して特異なものとなっている。

一般に強震動の特性は震源の深さや地震断層の大きさ、すべりの方向やすべりの不均一、震源までの距離や地表面の地形、散乱、非弾性的減衰、地盤条件の違いなどの複雑な影響を受けており [BRUNE (1976)],  $A_V/A_H$ の値がどのような要因によるものであるか十分解明されていない。有珠火山観測所の 115 m 深井戸ボーリングの結果によると、観測点の地盤は火山灰や軽石・岩塊などの火山碎屑物が堆積している軟弱な地盤であり、115 m の深さでも有珠外輪山溶岩はあらわれない。有珠山地域の群発地震の発震機構では縦ずれの成分の卓越している正断層型もしくは逆断層型が大半をしめている [OKADA et al. (1981)]. さらに、観測は震央距離 3 km 以内という震源のきわめて近傍で行われた。このような点が、今回の観測において大きな上下動成分を記録した一因である可能性もある。

#### IV. ま と め

有珠山地域の群発地震 251 個を震央距離 3 km 以内の震源近傍で観測した結果、上下動と水平動の最大加速度比の平均として 0.78±0.24 の値が得られた。また、上下動最大加速度が水平動最大加速度を上回る記録が全体の 16%にも及んでいる。強震動の上下動成分の大きさは直下型地震による被害を考える上で重要になりつつあるが、今回の観測結果は上下動成分の要因解明の一助となると思われる。

謝辞 本研究を進めるに際し、当教室の横山泉教授より多大な協力を得ました。当教室の阿部勝征助教授ならびに有珠火山観測所の岡田弘助教授には論文を読んでいただき、有益な助言をいただきました。北海道大学工学部の太田裕教授ならびに岡田成幸氏には長期間にわたり加速度観測機器を使用させて頂き、さらにデジタル・データの利用に関し便宜をはかって頂きました。有珠火山観測所の渡辺秀文博士、山下済、前川徳光両氏には観測を手伝って頂きました。ここに記して深く感謝致します。計算には北海道大学大型計算機器センター(課題番号 1001 JL 0289)を利用した。

#### 文 献

- BRUNE, J. N., 1976, The Physics of Earthquake Strong Motion, In: Seismic Risk and Engineering Decisions, edited by C. LOMNITZ and E. ROSENBLUETH, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 141-178.
- 伯野元彦・南忠夫・石田勝彦・松井芳彦・井上涼介, 1975, 1975 年大分県中部地震被害調査報告, 地震研究所彙報, 50, 343-358.

- 服部定育・石田勝彦, 1977, 上下動成分に関する要因分析 (I), 地震学会予稿集 No.1, 123.
- 石田勝彦・大沢胖, 1974, 1974年伊豆半島沖地震による家屋の被害調査の報告, 地震研究所研究速報, 14, 205-219.
- 茅野一郎, 1977, 昭和51年8月18日河津地震の被害および震度分布, 地震研究所彙報, 52, 285-300.
- 建設省土木研究所, 1977, 耐震技術に関する研究開発総合報告書, 土木研究所資料, No.1250, 119-198.
- 小型長周期地震計開発プロジェクトチーム, 1974, 小型可搬長周期地震計の開発 (その1), 地震研究所研究速報, 13, 17-22.
- OKADA, Hm., H. WATANABE, H. YAMASHITA, Y. YOKOYAMA, 1981, Seimological Significance of the 1977-1978 Eruptions and the Magma Intrusion Process of USU Volcano, Hokkaido, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 9, 311-344.
- 酒井良男・青木武志, 1976, 強震計記録の解析法と水平動と上下動の振動特性の比較について, 第13回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, 139.
- 沢田義博・佐々木俊二・矢島浩・吉岡直人・桜井彰雄・高橋忠, 1980, 近距離岩盤上における加速度波形の特性その(3), 地震学会予稿集 No.2, 197.
- 武尾実・阿部勝征, 1981 a, 漸化フィルター法による加速度記録解析, 地震2, 投稿中.
- 武尾実・阿部勝征, 1981 b, 震源近傍の加速度記録を用いた  $M_L$  の決定, 地震2, 投稿中.
- 田中貞二・坂上実・大沢胖・吉沢静代, 1978, 加速度型強震計による1978年伊豆大島近海地震の余震観測および本震の最大加速度, 地震研究所彙報, 53, 761-778.
- 田中貞二・坂上実・大沢胖・吉沢静代, 1980, 1980年伊豆半島東方沖地震および同群発地震の加速度強震記録と最大加速度データ, 地震研究所彙報, 55, 1043-1064.