

振動センサーによる土石流・地震・ノイズ識別検知に関する一考察



写真-1 白浜川観測地点



写真-2 水無沢川観測地点

日本工営（株）中央研究所

正会員○大角 恒雄

札幌支店 長山 孝彦

北海道函館土木現業所 楨納 智裕

1. 検討目的

：振動センサーによる土石流検知は防災を自動検知するのに有効である反面、

土石流と地震・ノイズを識別することが急務である。たとえば2004年10月23日に発生した新潟県中越地震では芋川周辺に大規模斜面崩壊が生じ、その後も余震が続く状態であった。地震と土石流とを識別できない現状においては、土石流自動警報システムの構築は困難となる。

2. 検討概要：振動センサーを北海道の南東端（函館より30km東方）に位置する恵山火山を源とし、南西側に流下する白浜川と東側へ流下する水無沢川に設置した。この土石流検知システムにおいて振動センサーを用い適用性を検討した。振動センサーのシステムは2004年報告^{1),2)}に記載した。また、同報告では2003年8月28日18時37分に発生した水無沢出水事例と地震他のノイズとの時刻歴波形、フーリエ・スペクトル、エンベロープ波形の比較を紹介している。その結果、出水は20Hz以上、地震波、ノイズは10Hz以下にピークを持つことがわかった。また、エンベロープ解析を行うと、地震、ノイズはスパイク的な包絡形状となるのに対し、出水は全体的になだらかな連続的な振動の包絡形状となることがわかった。この差異を数値として示す指標が示されれば、自動警報システム化に貢献できることとなる。

3. 土石流識別検知の検討：白浜川、水無沢川2溪流で計測された土砂移動時振動データの観測から、上記指標に関する検討を行った。まず、表-1,2に示すイベントを、観測計測の形状、アメダス情報、VTRにより総合的に判断した。出水の周波数特性は2004年報文から20Hz、80Hz付近の成分が広範囲に分布していることがわかっていて、20Hzの成分は観測波形全域にわたって分布し、80Hzの成分は最大値付近に10秒にわたり継続している。地震波は観測波形全域にわたって10Hz以下の成分となる。雑振動は地震波よりも高い振動数を持つことがスパイク的なもので、継続時間は短い。これらの特性は、感知した振動数のピークがどの帯域であるかの判断ができれば雑振動、出水の区別が可能となる。また、10Hz以上のハイパスフィルターをかけることで、土石流の検知にも有効であることが推測される。10Hzのフィルターを適用し、10Hz以下をA、10Hz以上をBとして、トリガーによる遅延回路が10秒であるのを考慮し、20秒後における10秒間の記録BをAで除した結果（平均エンベロープ比）を比較した（図-1）。これにより、地震波は小さな値となる。地震は平均0.7程度で最大でも1.5である。ノイズは発生時間、観測点周辺の生痕から動物のものと思われ、平均値7からのばらつきも小さい。出水は10程度以上の値となる。雨量計との連動等を併用することで検知精度はさらに向上するものと思われる。観測記録に平均

表-1 白浜川収録記録一覧表

起動時刻	イベント	B/A	備考
04/06/10 12:34:43	ノイズ	8.380	
04/06/10 12:50:18	ノイズ	8.761	
04/06/10 13:01:04	出水	15.122	継続時間60秒
04/06/11 03:12:56	地震	0.446	十勝支庁南部 M5.2
04/06/15 03:39:12	ノイズ	5.058	
04/06/15 04:56:28	出水	16.480	継続時間 60秒
04/06/22 03:21:56	ノイズ	8.310	
04/06/22 13:09:02	ノイズ	6.667	
04/07/04 21:31:45	地震	0.468	
04/07/20 05:59:26	地震	0.727	十勝支庁南部 M5.0
04/07/26 03:34:32	地震	1.547	青森県東方沖 M4.3
04/07/26 07:57:51	出水	10.526	
04/07/26 13:04:53	ノイズ	7.736	
04/08/03 15:28:14	ノイズ	6.847	
04/08/03 15:37:12	ノイズ	7.251	
04/08/03 17:44:55	ノイズ	6.070	
04/08/09 06:59:30	ノイズ	5.605	
04/08/15 09:03:17	出水	10.415	継続時間 60秒
04/08/15 12:02:22	出水	16.008	継続時間 60秒
04/08/19 22:17:56	ノイズ	7.790	
04/08/21 19:55:45	ノイズ	7.407	
04/08/30 13:04:53	出水	9.485	継続時間 230秒
04/09/01 09:19:42	ノイズ	5.608	
04/09/01 10:33:59	ノイズ	5.118	
04/09/02 05:28:58	出水	18.768	継続時間 1517秒
04/09/08 05:31:02	出水	11.278	継続時間 18000秒
04/09/10 13:22:57	地震	0.629	十勝支庁南部 M5.1
04/09/22 20:04:22	地震	0.672	青森県東方沖 M4.8

表-2 水無沢川収録記録一覧表

起動時刻	イベント	B/A	備考
04/06/11 03:12:37	地震	0.545	十勝支庁南部 M5.2
04/06/15 03:46:35	ノイズ	7.305	
04/07/04 21:31:32	地震	0.843	浦河沖 M4.9
04/07/09 09:22:41	出水	28.286	継続時間180秒
04/07/20 05:59:14	地震	0.685	十勝支庁南部 M5.0
04/07/21 09:39:17	地震	0.499	三陸沖 M5.4
04/07/26 03:34:33	地震	1.254	青森県東方沖 M4.3
04/07/26 20:43:56	ノイズ	8.593	継続時間60秒
04/07/28 05:09:58	地震	1.290	浦河沖 M4.3
04/08/10 15:14:43	地震	0.484	岩手県沖 M5.8
04/09/05 03:25:38	地震	1.213	浦河沖 M4.5
04/09/09 23:37:09	地震	0.926	浦河沖 M4.6
04/09/10 13:22:20	地震	0.613	十勝支庁南部 M5.1
04/10/08 04:27:11	地震	0.860	十勝支庁南部 M5.1
04/10/09 14:44:47	地震	0.999	苫小牧沖 M4.1

	地点名	出水	地震	ノイズ
エンベロープ比	白浜川	13.51	0.748	6.901
	水無川	28.29	0.768	7.949

エンベロープ比をすべて算定し、以下の結果を得た。この数値による判定をマクロ化すれば、警戒装置の自動判断化へとつながるものである。

キーワード：土石流、振動センサー、土石流検知、フーリエスペクトル、エンベロープ解析、識別検知

〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原 2304 TEL.029-871-2037 FAX.029-871-2022

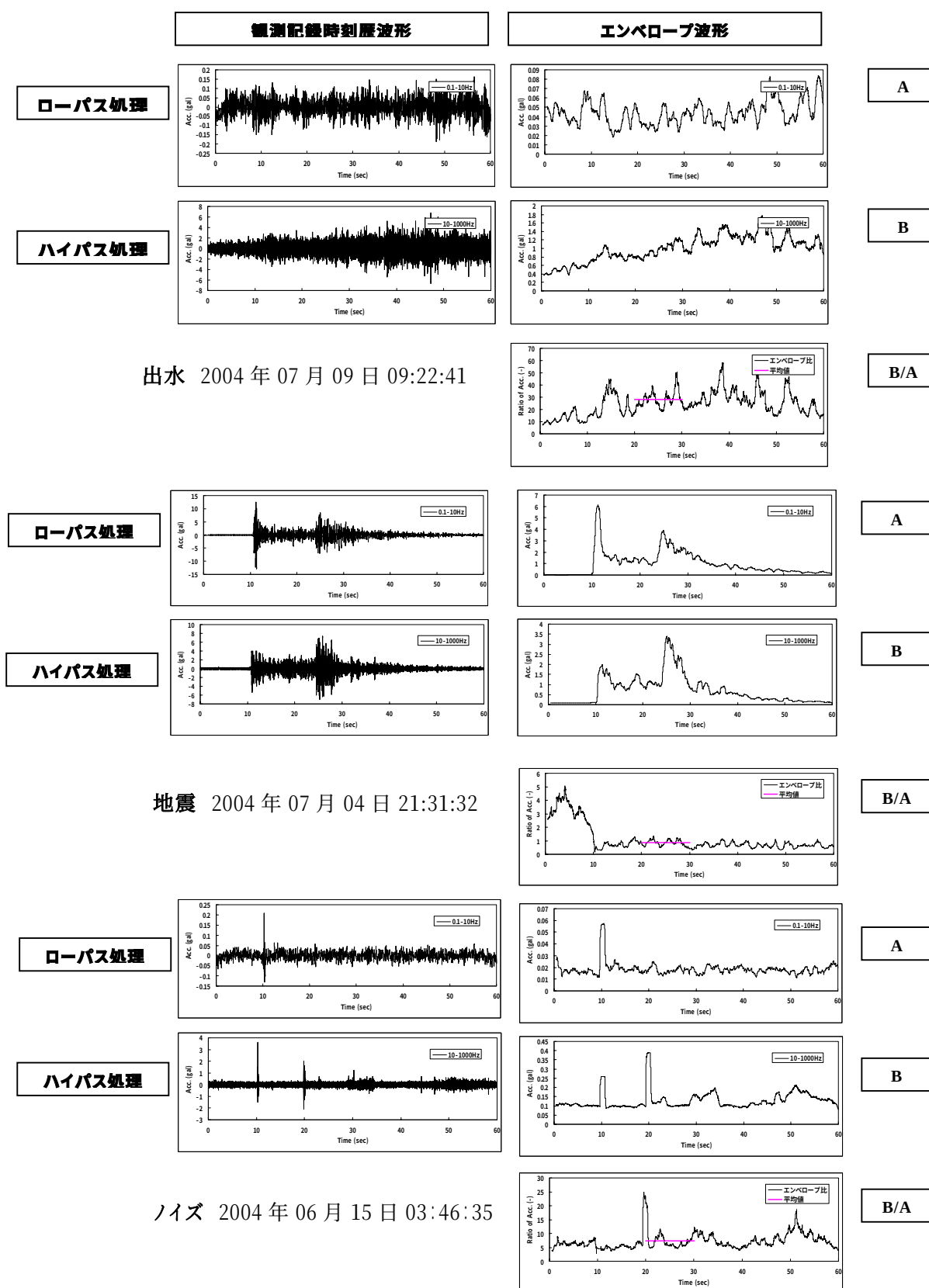


図-1 観測波形およびエンベロープ波形：水無沢川（出水・地震・ノイズの比較例）

[参考文献]

- 1) 大角恒雄, 長山孝彦, 榎納智裕: 振動センサーによる土石流検知システムの構築に関する一考察, 土木学会, 第 59 回年次学術講演会, 2004.9
- 2) 大角恒雄, 長山孝彦, 榎納智裕: 振動センサーによる土石流検知データの周波数分析およびエンベロープ解析への適用, 土木学会西部支部・第 2 回土砂災害に関するシンポジウム, 2004.8.