HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	黒部峡谷高速なだれの研究　IV
Author(s)	清水，弘；藤岡，敏夫；秋田谷，英次 他
Citation	低温科學. 物理篇，33，109-116
Issue Date	1976-03-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18278
Type	departmental bulletin paper
File Information	33_p109-116.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Hiromu SHIMIZU, Tosio HUZIOKA, Eizi AKITAYA, Hideki NARITA, Masayuki NAKAGAWA and Kunio KAWADA 1975 Study on High-Speed Avalanche in Kurobe Canyon. IV. *Low Temperature Science, Ser. A, 33.* (With English Summary p. 115)

黒部峡谷高速なだれの研究 IV*

清水 弘・藤岡敏夫
秋田谷英次・成田英器
(低温科学研究所)
中川正之・川田邦夫
(富山大学・文理学部)

(昭和50年10月受理)

I. まえがき

黒部峡谷に屢々発生する高速なだれの研究を昭和46～47年冬期に開始し，以来4冬期間，観測を拡張的に継続して来た。昭和49～50年冬期には，前年度までの研究結果[1-4]にもとづいて，志合谷を中心とした観測を行なった。

今冬の黒部地域の気象・積雪状態およびなだれの発生状況はほぼ平年並であったが，志合谷宿舎跡に設置したデーターレコーダーに記録されたなだれは1例だけであった。

II. 観測項目

今冬の観測項目，観測の方法，観測場所などを第1表に示す。

第1表 昭和49～50年冬期の観測

観測項目		観測方法	観測場所	摘要
気象	気温	サーミスター自記温度計	志合谷宿舎跡	
	気圧	アネロイド自記気圧計	志合谷宿舎跡	
	天気	(定時観測)*	人見平**	
積雪	新積雪	スノーカメラ，(定時観測)*	人見平	スノーカメラ故障
	積雪深	スノーカメラ，(定時観測)*	人見平	スノーカメラ故障
なだれ	衝撃力	ロードセル→データーレコーダー	志合谷宿舎跡	2月12日午後8時10分になだれ記録
		圧痕計	同屈曲点	2月12日午後8時10分になだれ記録
	気圧変動	気圧計→データーレコーダー	志合谷宿舎跡	特に記録なし
	なだれ音	岩稜スイッチ→テープレコーダー	志合谷宿舎跡	2月7日，手動により100呎撮影
	映画	岩稜スイッチ→16mmカメラ	志合谷宿舎跡	2月7日，手動により100呎撮影

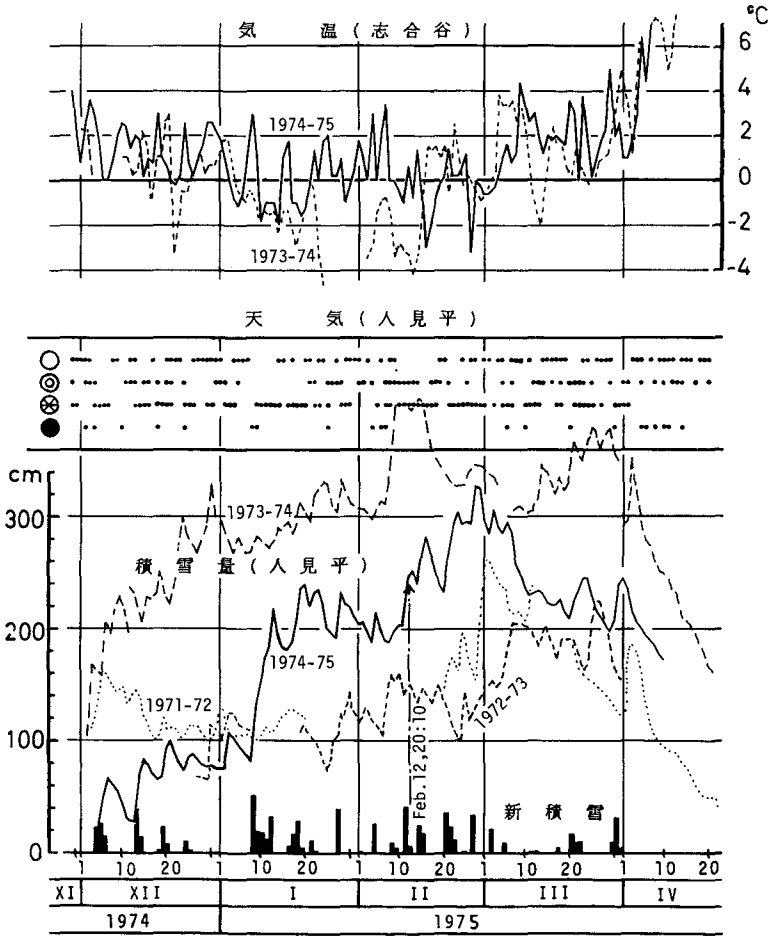
* (定時観測)は関西電力株式会社の業務[5]。
** 人見平は志合谷から黒部川上流約3.5kmにある。

* 北海道大学低温科学研究所業績 第1703号

III. 気象・積雪状態となだれ発生状況

1. 気象・積雪状態

黒部峡谷下流部地域の気象および降・積雪状態を第1図に示す。今冬の積雪状態は平年並であったという地元の人々の言葉によれば，昨冬はやや寒冷で多雪，その前2冬が気温はほぼ平年並で寡雪だったことがわかる。ただし今冬初期は例年になく寡雪だったようである。

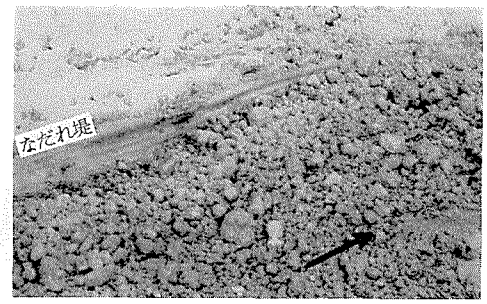


第1図 黒部峡谷下流部の気温，天気，積雪深と新積雪量（昭和46～50年冬期）関西電力株式会社の業務による観測結果（天気，新積雪量および1964～65年の積雪量）を含む。○快晴または晴，◎くもり，⊗ゆき，●あめ

2. なだれの発生状況

今冬，志合谷付近で観察・観測されたなだれは次の通りである。

i) 昭和50年2月6日（晴）： 前日に積った新雪が小規模な**乾雪表層**（又は**全層**）**なだれ**を終日頻発させた（第2図）。発生場所は志合谷の両岸斜面，奥鐘山西岩壁など殆んど目視全域に亘ったが，宿舎跡の後背斜面では発生しなかった。



第3図 湿雪なだれ（ながれ型），昭和50年2月7日（雨），志合谷

第2図 乾雪なだれ（けむり型），昭和50年2月6日（晴），奥鐘山西岩壁

ii) 同2月7日（雨）：前夜来の雨と気温上昇により，数十の**湿雪表層**（または**全層**）**なだれ**が終日発生した。この日のなだれは志合谷右岸斜面に発生したものが多く，その中の幾つかはかなり大型のものであった。大雪塊の群が，2～3 m/s の緩速度で，側面になだれ堤を削り出しつつ，轟音を立てて志合谷を流下する異様ななだれもあった（第3図）。宿舎跡の後背斜面にも数個のなだれが発生したが，いずれも左右の枝沢を落下して，宿舎跡を直撃するものはなかった。

以上のなだれは現地に於ける著者達の目視観察によるものであり，宿舎跡に到達するものはなかった。また，志合谷屈曲点の岩稜にとりつけたロードセルは，この時期にはすでに雪中深く埋没して，全く作動しなかった。

iii) 同2月12日午後8時10分：小型のなだれが，宿舎跡の三角マウンド（高さ 2.8 m の鉄筋コンクリート製三角錐台）上部にとりつけたロードセルで検知され，データーレコーダー[3]に記録された。

今冬のなだれ発生状況は平年並であったという地元の人の表現を用いると，i), ii), iii) のようなだれの発生は志合谷に於ては，通常に起り得る状況と考えられる。

IV. 昭和50年2月12日のなだれ

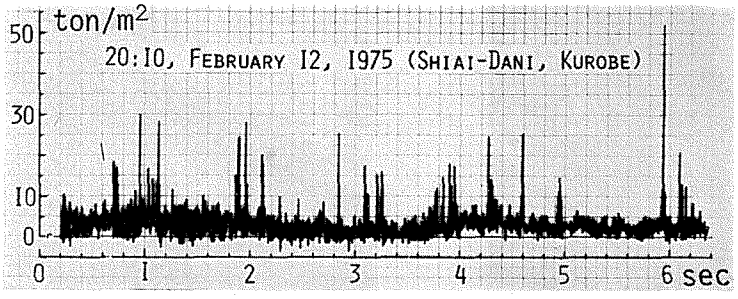
1. 衝撃力の波形

昭和50年2月12日午後8時10分に，志合谷宿舎跡で検知されたなだれの衝撃力波形を第4図に示す。前冬の研究報告で，なだれの強度を表現する3つの量を次のように定義した。

(1) なだれ**継続時間**： t (sec),

(2) なだれの**最大衝撃力**： $P_{\max}$ (ton/m^2)，なだれの瞬間的な破壊力に関する量，

(3) なだれの**力積強度**： I (ton·sec/m^2)，$I=\int_0^t P\mathrm{d}t$ で定義され，なだれの衝撃力の時間的効果を表わす量。但し受圧面の面積効果は無視し，その付近の1平方米あたりの力積に換算した量を用いる。



第4図 なだれの衝撃力 (昭和50年2月12日午後8時10分, 志合谷宿舎跡)

第2表 なだれの強度 (志合谷宿舎跡)

なだれ		継続時間 t (sec)	最大衝撃力 P_{max} (ton/m²)	力積強度 I (ton·sec/m²)	衝撃力波形
昭 49/2/9	8:37	10	54	139	前半: 高周波部 (20 Hz)
	8:53	24	91	389	後半: 雪の連続流による低周波部 (数 Hz)
	10:30	4	134	50	
昭 50/2/12	20:10	6	52	23	高周波部 (30 Hz) のみ

今回のなだれについてこの3つの量を計算し, 昨冬の3つのなだれ (昭和49年2月9日, 志合谷 No. 1～3) と第2表で比較した。これによると,

i) 今回のなだれは, 昨冬の3つのなだれにくらべて継続時間, 最大衝撃力, 力積強度のいずれについても最小級のものであった。

ii) 波形について考察すると, 今回のなだれ衝撃力は全体にわたって30 Hz程度の高周波変動を示し, 各ピーク (10～50 ton/m²) は殆んどゼロ位に復帰している。これは, ながれ型なだれのような連続的な雪の流れのなかったことを示している。(なだれ型なだれの衝撃力波型は, 一般にピークがゼロ位に復帰せず, 変動周期が長い。) このような断続的な衝撃力を示すなだれ体の構造はまだ確認されていないが, "ある種のなだれ" が発射する爆風かとも考えられる。("ある種のなだれ" が爆風を発生するという観察的な報告・記録は国内・国外にすくなからずある。黒部地域ではこのようなだれを**ホウ**と呼んでいる。なだれ分類から言うと, 大型な乾雪表層なだれに属し, 運動形態はけむり型のものと思われる。)

第3表 圧痕計による衝撃力測定 (昭和49～50年冬期, 志合谷)

場所	受圧板	荷重強度
M (三角マウンド)	角板 (15×7.5 cm²)	119 ton/m²
A1 (宿舎跡谷側)	円板 (直径 30 cm)	43.7
B1, 2 (宿舎跡中央部)		0
C1, 2 (〃)		0
屈曲点岩稜	角板 (15×7.5 cm²)	0

宿舎跡に設置した圧痕計の記録を第3表に示した。三角マウンドの圧痕計はロードセルの直下にとりつけてあったが，圧痕計の記録した 119 ton/m² と，ロードセルの最大荷重値 52 ton/m² の間には大幅なくいちがいがある。この不一致については，今後の研究が必要である。

2. 地形条件

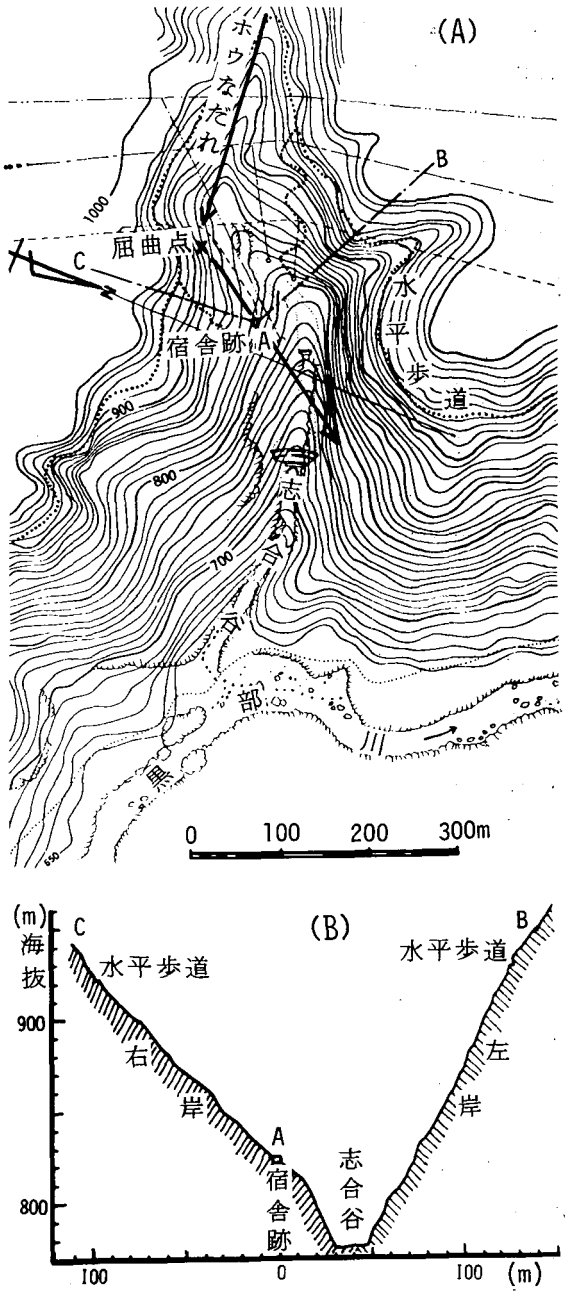
志合谷下流部の地形と，宿舎跡付近の断面地形を第5図に示す。

i) 宿舎跡は志合谷右岸の高距約 50 m の崖の上にあり，厳冬期にも谷底雪面から 20～30 m の高距を保っている。従って，志合谷を落下するながれ型なだれが宿舎跡に到達することは通常あり得ない。

ii) 宿舎跡の後背斜面は灌・喬木の密生した尾根型をなし，左右両側に枝沢がある。後背斜面の森林地帯から，大規模なだれが発生することは困難と思われるし，又これまでにそのような形跡もない。更に両側の枝沢は上方斜面から落下してくるなだれの通路を形成して居る。そのため宿舎跡とその後背斜面（尾根型部分）は背後からのなだれについても庇護されていると考えられ，現に後背斜面の森林にはなだれによる被害形跡が見られない。

このような地形条件により，宿舎跡はながれ型なだれからは殆んど完全に防護されていると考えられる。

この地形条件や，昭和13年12月27日の志合谷合宿遭難の状況，および三角やぐら上部ビームの挫屈方向などの観察結果[1]を総合すると，宿舎跡を直撃するなだれは，志合谷屈曲点付近から殆んど空中を飛行してくるような**けむり型なだれ**（あるいは，それが発生する**爆風**）であろうと推定される。



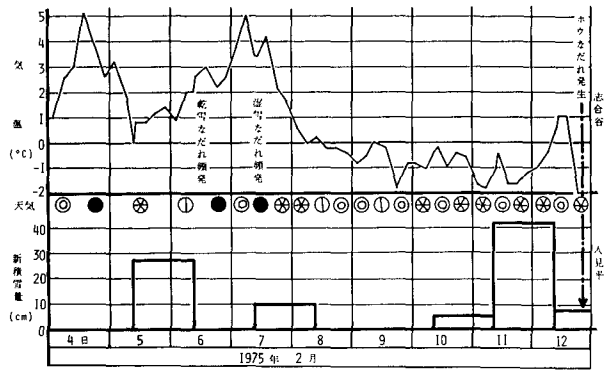
第5図　志合谷下流部の地形 (A)，と宿舎跡付近の断面 (B)。$\overline{AB}$ は谷筋に直角方向，$\overline{AC}$ は宿舎跡後背斜面の最大傾斜線方向。

3. 気象条件

2月4日から12日（なだれ発生日）

までの気象降雪状況を第6図に示す。

これによると，2月4～7日は気温が上昇して降雨があった。8日以降は気温が降下して，志合谷宿舎跡(海抜840 m)で氷点下になった。従って，高所ではそれより更に数℃低い気温が12日まで続いたことが推定される。このような気象状態の推移が2月7日の雪面を氷結させ，その上に積もる新雪が滑落しやすい状態を形成していたことが想像される。そして，7～8日および10～12日の新積雪（それぞれ，10 cmおよび50 cm；人見平）が，2月12日夜にかなり大規模な乾雪表層なだれを発生させ，その一部が志合谷宿舎跡を襲ったものと考えられる。



第6図 ホウなだれ発生前後の気象・新積雪状態の推移

このように，氷結した雪面上に新雪が多量につもった積雪状態を黒部地域では**二枚雪**と呼び，ホウなだれ発生の条件として警戒している。今冬，二枚雪を形成するような気象条件は，2月4～12日の1期間だけであった。

V. ま と め

今冬，黒部峡谷下流部の気象・積雪状態およびなだれ発生状況は平年並ということであったが，その様相が4冬の観測結果からある程度理解することができた。

昭和50年2月6,,7日には夥しい乾雪なだれ，湿雪なだれが志合谷地域で頻発したが，宿舎跡に到達するものはなかった。2月4～7日は高温が続き，降雨があった。8日以降，気温は氷点下に降下し12日まで低温が続いた。このため，7日の雪面は氷結して滑り易い表面を形成したことが想像される。7～8日，および10～12日には合計60 cmの新積雪（人見平）があり，いわゆる二枚雪が形成された。12日の夜8時10分に，志合谷宿舎跡に設置したデーターレコーダーに小型なだれの衝撃力が記録された。これは，上部斜面の二枚雪から発生した乾雪表層なだれの一部が，志合谷屈曲点附近から，空中を飛行するようにして宿舎跡を直撃したものと考えられる。但し，なだれの強度に関しては，昨冬2月9日の3つのなだれにくらべて最小級のものであった。

本研究は，文部省科学研究費自然災害科学特別研究費によって行なった。この観測活動の設営，輸送に関して関西電力株式会社北陸支社の好意的な御配慮を終始戴いたこと，登攀用ザイルについては東京製綱株式会社の御援助を戴いたこと，また夏期間の宿泊を始め現地での行動に於て黒部峡谷・阿曽原温泉小屋主人原田義春さんの心暖まる御好意を戴いたこと，更に観測に関しては富山大学文理学部物理学教室の水島俊雄技官をはじめ学生諸君の積極的な御協力を戴いたこと，これらの人々の御好意，御協力があって本研究を進めて来ることができたこと

を併記して，深く感謝の意を表わす。

文　献

1) 清水　弘・他 1972　黒部峡谷志合谷のなだれ研究 I, —志合谷のなだれ予備調査—. 低温科学, 物理篇, **30**, 103-114.
2) 清水　弘・他 1973　黒部峡谷高速なだれの研究 II. 低温科学, 物理篇, **31**, 179-189.
3) 中川正之・他 1973　黒部峡谷の積雪と気温観測 I. 低温科学, 物理篇, **31**, 資料集, 6-18.
4) 清水　弘・他 1974　黒部峡谷高速なだれの研究 III. 低温科学, 物理篇, **32**, 113-127.
5) 黒部川第三発電所・仙人谷観測所 1974-1975　降水量月報. 昭和49年12月分—昭和50年3月分.

Summary

Observation of high speed avalanches, which frequently break out in Kurobe Canyon, the North Alps of Japan, Honshu, was carried out in the winter of 1974-75 on the basis of the results of observations conducted in the previous winters since 1971[1-4].

In this winter, only one avalanche was detected by a transducer, namely, load-cell, and recorded by a data-recorder[3], at 8:10 p.m., February 12, 1975, at the avalanche observatory of Shiai-Dani valley, while a great number of unrecorded avalanches were actually released and observed with the naked eyes in this area.

1. General snow condition: Depth of snow in this district was normal this winter, except for much less snow than the average in the beginning of the winter.
2. Type of the avalanche: The avalanche recorded by the data-recorder was presumed to be an airborne type assaulting the observatory from the curve of Shiai-Dani valley (X mark in Fig. 5), by the following reasons: *Topographical condition*: Located on a high cliff on the right bank of Shiai-Dani valley, the observatory is not hit by a stream type (or the ground type) avalanche running down the valley. The back side slope of the observatory is secure against any avalanche thanks to fairly a thick forest and sideway gullies: no trace of forest damage caused by avalanches was observed along the line A-C in Fig. 5. *Pattern of impact force*: As seen in Fig. 4, no remarkable continuous-loading was recorded in this avalanche, and a number of intermittent peaks were recorded.
3. Intensity of avlanaches: Three kinds of measures of avalanche intensity[3] (dura tion time in sec., maximum impact force in ton/m^2, and intensity of impulse in ton·sec/m^2) of the avalanches recorded in 1974 and 1975 were given in Table 2. It shows that the avalanche of 1975 was the smallest of the four.
4. Breaking out of the avalanche: As Fig. 6 shows, on February 4, 6 and 7, 1975, air temperature rose up to +5°C, and a rainfall resulted. Then, air temperature descended down to subfreezing, lasting until February 13. Through such a weather condition, it was presumed that the snow surface of February 7 turned into an ice-crust and provided a sliding plane for new snow deposited on it: newly accumulated snow of 60 cm in thickness on the ice-crust released a dry snow avalanche on the night of February 12. The weather condition of this type occurred only in this chance throughout the winter of 1974-75. (Such a stratification of a snow cover

with a new snow layer superimposed on an icy surface of the old snow layer, is named NIMAI-YUKI "double snow layers" and feared of a possibility in developing into a big avalanche, in the Kurobe-Canyon region.)