

集団の力学としてのなだれ現象の模型実験

防災科学技術研究所 長岡雪氷防災実験研究所 納口恭明

大型の煙型雪崩や火砕流、岩屑流など、自然界の大規模ななだれ現象は、周辺環境流体である空気との相互作用が運動の形態を記述する上で重要な役割を演ずる。このように空気との相互作用が、重要な役割を演ずる現象の基本的な性質を解明するため、斜面を重力によって流下する粒状体の運動の特徴を発泡スチロール粒子やピンポン球粒子からなる粒状体の斜面重力流下実験を通して考察した。

実験に用いた発泡スチロール粒子やピンポン球は軽く、集団のかさ密度も小さいため、空気中での重力による落下の終速度は小さい（直径1mmの発泡スチロール粒子で約1m/s、ピンポン球で約5m/s程度）。このため、短時間すなわち短距離の流下ですぐに空気抵抗に馴染んだ定常的な速度に達する。直径1mmの発泡スチロール粒子のなだれの場合、1mの長さのシュート上では、ほぼ全体にわたって定常であると見てよい。

このような、加速して定常に達するような現象の相似を支配する無次元数は、 V を終速度、 L を斜面長とすると、 V^2/Lg であることが運動方程式から導かれる。いま発泡スチロールなだれの代表終速度を1m/s、斜面長を1mとすると、これに対応する他のなだれの空間スケールはそれぞれの代表スケールを与えることによってつぎのとおりである。

本発表では、発泡スチロールなだれ及びピンポン球なだれ実験の結果、先頭が常に集団を形成し、後方の末尾はだらだらと延びていくことが、共通の性質として存在するということを、実験の実演を通して説明する。これは、1個の粒子の斜面上の終速度よりも粒子の集団の終速度の方が大きいため、

なだれの種類	V (m/s)	L (m)	T (s)
発泡スチロールなだれ	1	1	1
ピンポン球なだれ	5	25	5
煙型雪崩	50	2500	50
流れ型雪崩	20	400	20

先頭集団から1個だけ抜け出そうとしても、すぐに後ろの集団に飲み込まれてしまうのに対し、末尾で集団から取り残されると、ますます先頭集団から離れていってしまうことによるものである（図1）。



図1 a : 集団から抜け出すことはできない

b : 落ちこぼれると追いつけない

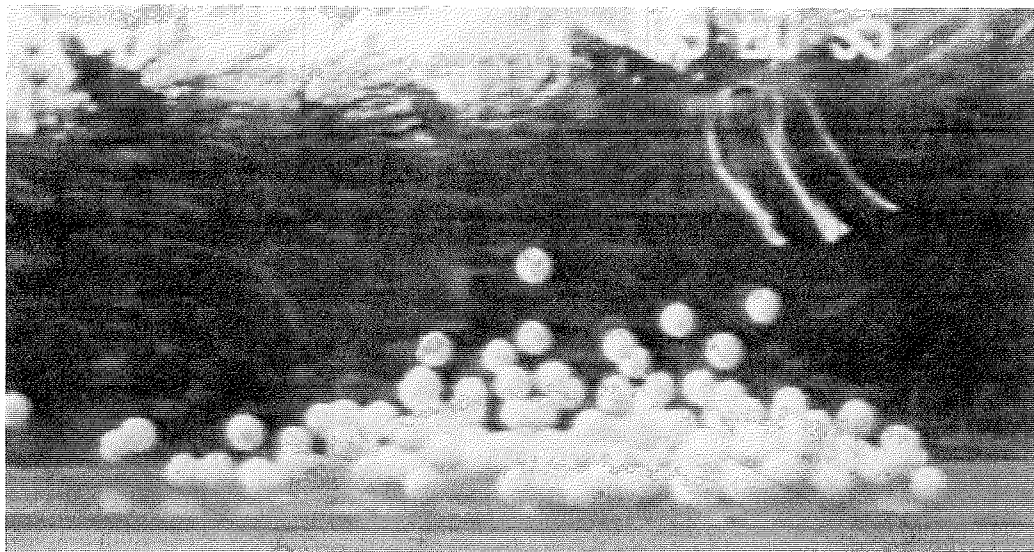
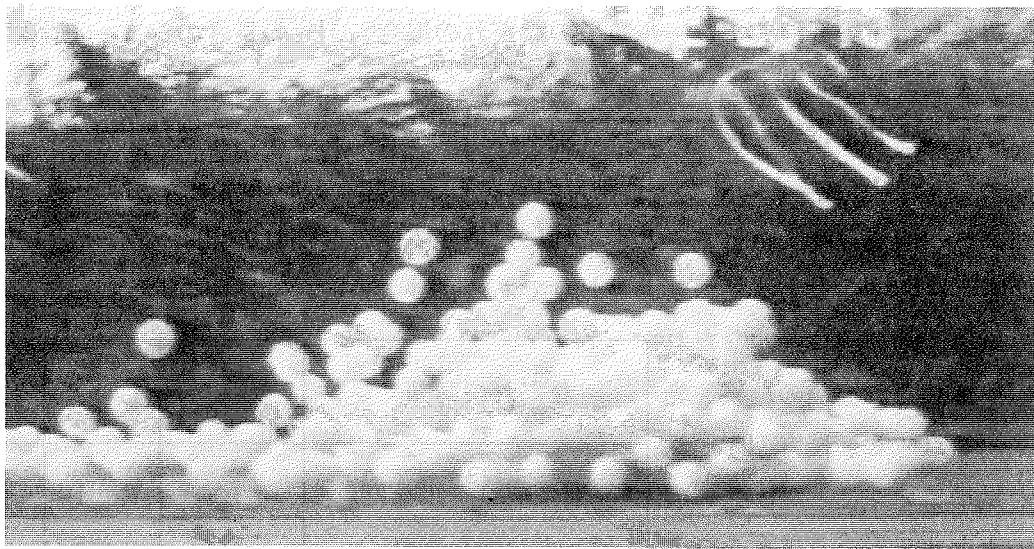
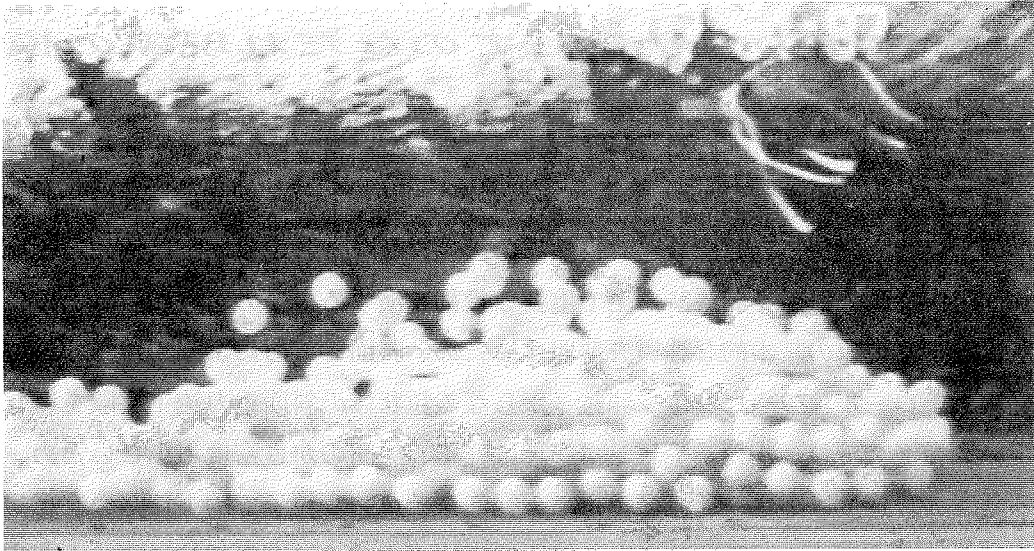


図2 ピンポン球なだれの先端付近の集団の様子（上から2900個、660個、110個）