

## 古期土石流の断続的な発生と構造運動 ——五頭土石流の1例——

高 浜 信 行\* ・ 野 崎 保\*\*

Relation of intermittent occurrence of older debris flows to block uplift

— Gozu debris flow —

by

Nobuyuki TAKAHAMA and Tamotsu NOZAKI

(Abstract)

Debris flow deposits, that occurred during the Middle Pleistocene to the present, are widely distributed at the western foot of the Gozu Mountains. They are called the Gozu debris flow deposits.

The stratigraphy and geohistorical development of debris flows have been outlined by TAKAHAMA and NOZAKI(1981). The Gozu debris flow deposits is divided into the following seven gravel beds in ascending order ; GD I and GD II (the Middle Pleistocene), GD III, GDIV and GDV (the Upper Pleistocene) and GDVI and GDVII (the Holocene).

The characteristics of the Gozu debris flow development is that the large-scale debris flows occurred intermittently during the Middle Pleistocene and the early Late Pleistocene times, with a long periods of "suspension". Their deposits are GD I, GD II and GD III. During the "suspending periods", these gravel beds were weathered intensely and their depositional surface were dissected. The Gozu Mountains made stepped block upheaval, with the maximum uplift amounting to around 1,000 meters since the Middle Pleistocene time up to the present (TAKAHAMA, 1984). The intense faulting and block uplift caused the strong erosive rejuvenation leading to the intermittent occurrence of large-scale debris flows.

### I は じ め に

新潟平野東方の五頭<sup>ごず</sup>花崗岩山地西麓には、中期更新世から現在まで、くりかえし発生した土石流による堆積物が広く分布している。筆者らは、さきに、これらの土石流堆積物の層序区分をおこない、それをもとに、五頭山地の土石流発達史の概要を明らかにした。そして、五頭山地の土石流発生の大きな特徴として、中期更新世に急激にきわめて大量な土石流が発生していることを指摘した。さらに、この原因は、五頭山地が中期更新世に急激に隆起をしたことに求められると考えた(高浜・野崎, 1981)。このように、過去数十万年におよぶ土石流堆積物の層序と、土石流発達史が明らかにされた例は、五頭山地がはじめてとみられる。

ところで、筆者らは1981年当時、これらの土石流が一定の時間の経過とともに“定期的”に発生したもののか、あるいは、その間に長い“休止期”をもちながら、特定の時期に“集中的”に発生したものであるかといった点については、明確な問題意識をもって考察を加えることができなかった。

\* 新潟大学積雪地域災害研究センター

\*\* 野崎技術士事務所

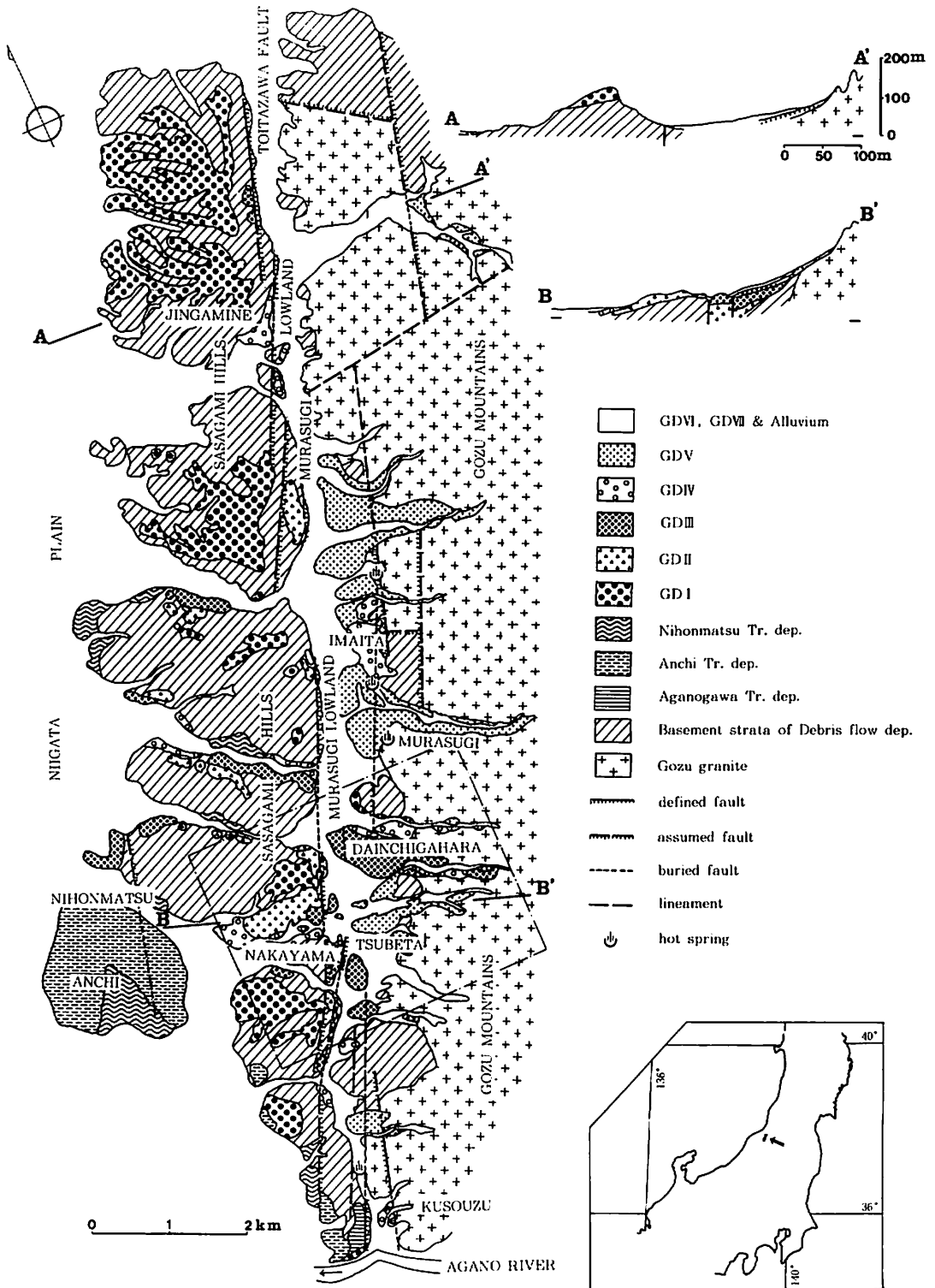


图-1 五頭土石流地質圖

Fig.1 Geological map and profiles of the Gozu debris flow deposit (TAKAHAMA and NOZAKI, 1981)

もし、土石流が前者のように“定期的”に発生したものであれば、中期更新世における大量の発生は、単にその時間の長さ按比例したことを意味するにすぎないことになる。この問題は、地質時代の土石流発生の実態とその成因を明らかにするうえで重要な課題と考える。

本論では、その後の調査、再検討をもとに、五頭山地では、中期更新世と後期更新世初期に計3回の大量な土石流の“集中発生期”が認められること、また、それらは、段階的に進行した五頭山地のブロック隆起に対応した現象と判断できることについてのべる。

## II 五頭土石流の概要

新潟堆積盆地は、鮮新世以後に活発な活動をつづけた新発田一小出構造線（構造帯）（山下ほか、1982）によって、東方の基盤山地と境されている。五頭山地とその西側の笹神丘陵は、この構造帯の北部に位置している。中期更新世から現在まで、五頭山地で発生し、その西麓部から笹神丘陵にかけて広く分布する土石流堆積物は、高浜・野崎（1981）によって、7層の土石流礫層（GD I～GD VII）に区分されている。これらの土石流礫層の層序を表-1、その分布を図-1に、また、それぞれの礫層の特徴を表-2に示した。さらに土石流堆積物の典型的な層相を図-3、4に示した。最下部層のGD Iは、下位層に不整合（五頭不整合：笹神団研、1982）で重なっている。五頭土石流堆積物とは、これらの7層の総称である\*。また、GD I～GD VIの各土石流礫層は、後述するように、いずれも、数層

表-1 五頭土石流堆積物層序表

Table.1 Correlation of the Gozu debris flow deposits and the terrace deposits of the Sasagami Hills (TAKAHAMA and NOZAKI, 1981)

Age	Terrace dep.	Gozu Deb. flow dep.	Remarks
Holocene		GDVII	← 1967
		GDVI	← Jomon age
Late Pleistocene		GDV	← [30,900±925y. B.P. 18,300±165y. B.P.]
	Nihonmatsu Tr. dep.	GDIV	← brown soil (7.5YR 5/6)
	Anchi Tr. dep.	ANII, ANI, GDIII, ?	
		(AGII) GDII	← red soil (5YR 4/6)
Middle Pleistocene	Agnogawa Tr. dep.	AGI	
		GD I	← red soil (2.5YR 5/8)
Early Pleistocene	Sasagami F.		← red soil (10R 5/8)

の特徴を表-2に示した。さらに土石流堆積物の典型的な層相を図-3、4に示した。最下部層のGD Iは、下位層に不整合（五頭不整合：笹神団研、1982）で重なっている。五頭土石流堆積物とは、これらの7層の総称である\*。また、GD I～GD VIの各土石流礫層は、後述するように、いずれも、数層

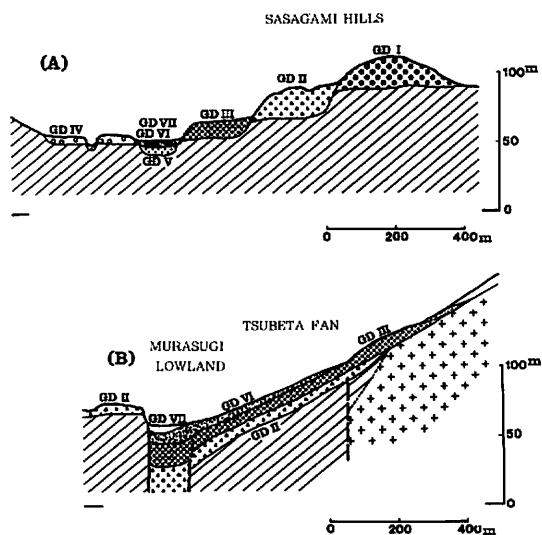


図-2 概念断面図

Fig.2 Idealized cross sections of the Gozu debris flow deposits, showing the relation between topography and deposits (TAKAHAMA and NOZAKI, 1981)

\* 同様に、五頭土石流とは、中期更新世以降に五頭山地で発生した土石流の総称として用いる。



図-3 阿賀野川北岸におけるGD I  
Fig.3 Gozu debris flow deposit GD I at the north bank of the Agano River



図-4 大日ガ原扇状地の扇頂部におけるGD III  
Fig.4 Gozu debris flow deposit GD III at the apex area of the Dainichigahara Fan

の土石流堆積物のユニットから構成されている。それぞれの礫層の形成時期は、段丘との関係などにもとずいて、表-1のように対比されている。これらの詳細については、上記の高浜・野崎(1981)を参照していただき、ここでは、本報での議論の基礎となる、次の2点の特徴について整理しておく。

表-2 五頭土石流堆積物の特徴

Table.2 Characteristics of the Gozu debris flow deposits (TAKAHAMA and NOZAKI, 1981)

Debris flow deposits	Type locality	Topography	Weathering and soil development	Thickness (estimated volume)	Remarks
1967 grv. bed (GD VII)	Tsubeta Fan		Fresh	1 ~ 3 m ( $2 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) 0.1%	Occurred in Aug., 28, 1967
Tsubeta grv. bed (GD VI)	Tsubeta Fan	Tsubeta alluvial Fan	Fresh	1 ~ 5 m ( $1 \times 10^7 \text{ m}^3$ ) 0.7%	Buried Jomon site (5,000 ~ 3,000 y.B.P.)
Murasugi grv. bed (GD V)	Anno River	Valley - fills. along valleys in Gozu Mts.	Yellowish brown soil (10 YR 5/6)	5 ~ 10 m ( $4.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ ) 2.9%	Maximum Würm valley incision <i>Pinus koraiensis</i>
Imaita grv. bed (GD IV)	Dainichigahara Fan	Dissected by Maximum Würm continued to Nihonmatsu terrace surface	Brown soil (7.5 YR 5/6)	5 ~ 10 m ( $4.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ ) 3%	<i>Tsuga cf. diversifolia</i> 30,900 ± 925 (N 3727) 18,300 ± 165 (N 3728)
Dainichigahara grv. bed (GD III)	Dainichigahara Fan	Dainichigahara dissected Fan. continued to Anchi terrace surface	Brown soil (7.5 YR 5/6) Moderately weathered gravels	10 ~ 20 m ( $2 \times 10^8 \text{ m}^3$ )	
Nakayama grv. bed (GD II)	Nakayama	Moderately dissected surface. distributed on slope of Sasagami Hills	Yellowish red soil (5 YR 4/6) Strongly weathered gravels	10 ~ 25 m ( $3 \times 10^8 \text{ m}^3$ ) 21%	Appearance of Sasagami Hills
Gozu grv. bed (GD I)	Jingamine	Deeply dissected surface. distributed on top of Sasagami Hills Covered by terrace deposits along Agano River	Red soil (2.5 YR 5/6) Strongly weathered gravels	10 ~ 30 m ( $8.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ ) 59%	

第1に、五頭土石流堆積物の堆積、分布の特徴的な点として、地質図(図-1)と模式断面図(図-2)から明らかなように、山麓部のツベタ扇状地と村杉低地帯では、若い土石流堆積物が古い土石流堆積物の上位に重なっている。これに対し、その西側の笹神丘陵では、段丘堆積物の地形層序と同様に、古い堆積物ほど地形的な高位に分布している。したがって、五頭土石流堆積物は、2つの型式の層序関係を確認することが可能である。

第2に、五頭土石流の発生量の変化の特徴として、GD I、GD IIとGD IIIは、いずれもその後に発生した土石流とくらべて、きわめて大量な堆積物が確認できることである。すなわち、表-2に示されたように、中期更新世から現在までの土石流の全堆積量に対して、GD Iが60%、GD IIが20%、GD IIIが13%を占め、これより新しいGD IV~GD VIIの合計は、わずかに全体の7%にすぎない。GD IとGD IIは中期更新世、GD IIIは後期更新世初期に発生した土石流堆積物である。

### Ⅲ 五頭土石流の断続的な発生

本章では、上述のように大量に発生したGD I、GD II、GD IIIを中心に、五頭土石流発生の時間的な経過について検討を加えることとする。この問題に関して、五頭土石流堆積物の層序にみとめられる次の3点が重要な意味をもつ。

- ① 笹神丘陵の南端部・阿賀野川北岸では、本地域の中・上部更新統の模式的な層序が確認できる(笹神団研, 1982)。ここでは、図-5に示したように、GD IとGD II<sup>\*\*</sup>の間に、段丘礫層(阿賀野川I礫層, 層厚20m)が介在している。GD Iの層厚は12mで、その上半部では、中心部まで風化している花崗岩巨礫が多数みとめられる(図-6)。
- ② 五頭山麓のツベタ扇状地では、GD II、GD III、GD IVの累重関係が確認できる(図-7)。GD IIとGD III(図-8)の上部には、それぞれ風化した花崗岩礫と埋没古赤色土壌層と古褐色土壌層が確認できる。
- ③ 笹神丘陵に分布するGD I、GD IIとGD IIIは、それぞれの分布位置(高度)と地形面の開析度、また堆積物の風化度などに明らかな差がみとめられる(表-2)。すなわち、GD Iは丘陵頂部に分布し、開析が著しく、地形面の識別は難しい。GD Iの上部は礫の風化が強く、いわゆる“クサリレキ”状を呈し、表層には古赤色土壌層(2.5YR 5/8)<sup>\*\*\*</sup>が発達している。G

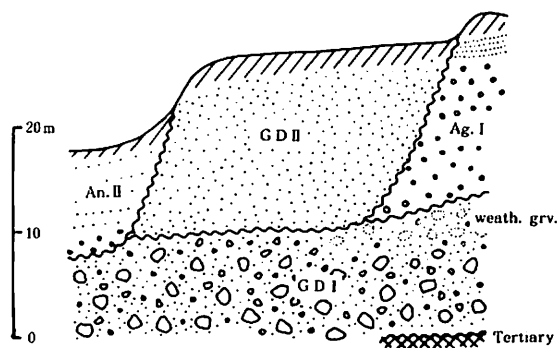


図-5 阿賀野川北岸における模式層序概念図  
 Fig.5 Generalized section of the Gozu debris flow deposits at the north bank of the Agano River  
 Ag I. Agano-gawa I terrace deposit,  
 An I. Anchi I terrace deposit

\* 各土石流礫層の堆積域を復元して、その堆積量を計算した。これをそれぞれの時期の土石流発生量の相対的な比較資料とした(高浜・野崎, 1981)。

\*\* GD IIはここでは、粗粒砂を主体とする土石流堆積物の周辺部相を呈している。

\*\*\* マンセル土色表によるカラー指数、以下も同様

D IIは、丘陵の中腹部に分布し、開析は進んでいるが、地形面の識別は可能である。GD IIの礫の風化はGD Iよりも若干弱く、表層の古赤色土壌(5 YR 4 / 6)は、GD Iのそれより赤色化の程度が弱い。さらにGD IIIは、丘陵の下段部に分布し、地形面は容易に識別できる。GD IIIの礫の風化は、GD IIのものより弱く、また、表層には7.5YR 5 / 6の古褐色土壌が発達している。



図-6 阿賀野川北岸におけるGD I(B)と阿賀野川 I 段丘礫層  
Fig.6 Section of the north bank of the Agano-gawa I consisting of(A), gravel bed of the Agano-gawa I terrace deposit overlying(B), weathered gravel bed of GD I

これらの3点から、次のことが明らかである。すなわち

GD I 堆積後、GD II 堆積前に、礫の風化と赤色土壌の形成をともなう強い風化期の存在がみとめられ、さらに、阿賀野川北岸では段丘礫層の堆積、笹神丘陵では隆起と地形面の開析が進行したことがわかる。つまり、土石流発生後の長い“休止期”が存在したと結論できる。同様に、GD II 堆積後、GD III 堆積前には、ツベタ扇状地で確認できる礫の風化と埋没赤色土の形成、また、笹神丘陵の隆起と地形面の開析が進行した“休止期”がみとめられる。さらに、GD III 堆積後、GD IV 堆積前にも、ツベタ扇状地では、礫の風化と埋没褐色土の形成期が存在している。このように、GD I, II, IIIは、それぞれの堆積の間に、いずれも長い時間間隙を認めることができる。

一方、GD I, GD II, GD IIIは、いずれも数層以上の土石流堆積物のユニット\*\*から構成されている。すなわち、GD Iは図-9に示すように、笹神丘陵の陣ヶ峰では、6ユニットからなる。GD IIは丘陵部の中山で、少なくとも3ユニット以上、GD IIIは丘陵東縁部で5ユニットの土石流堆積物から構成されている(図-10, 11)。これら

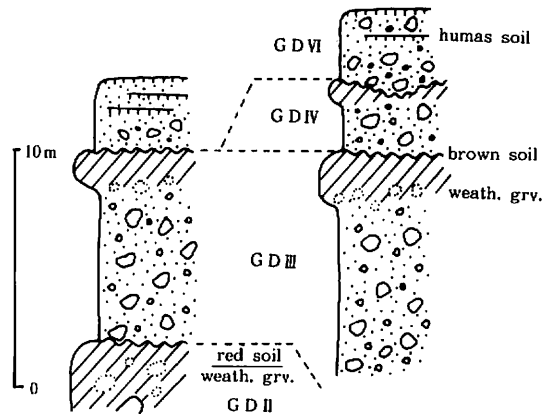


図-7 ツベタ扇状地における模式層序概念図  
Fig.7 Generalized sections of the Gozu debris flow deposits at the Tsubeta Fan

\*現時点で、この休止期間の長さを正確に知ることは難しい。しかし、阿賀野川北岸でみられるGD I 上部の礫の“クサリレキ”状の風化に要する時間、加えて阿賀野川 I 段丘礫層の堆積期間などから、中期更新世の段丘形成の時間間隔とはほぼ同等なオーダーとみなせる。丘陵部のGD I, GD IIの地形層序関係もこのようなみかたと調和的である。したがって、少なくとも数万年オーダーの休止期間とみるのが妥当と考える。

\*\*1ユニットが1回の土石流の流下を意味する。

は、ごく局部的に確認できるユニットの数であり、実際には、もっと多くのユニットから構成されるものと判断できる。ユニットの上部は、砂層、シルト層あるいは未成熟な土壌層がみられ、上で各土石流礫層の間で問題としたような長い“休止期”をみとめることはできない。したがって、GD I, II, IIIそれぞれは、比較的に短期間に“集中的”に発生した何回かの土石流の産物であるとみなすことができる。

すなわち、五頭山地では、中期更新世に2回(GD I, II)、後期更新世初期に1回(GD III)、計3回の大量な土石流の“集中発生期”とその間に長い“休止期”をみとめることができる。



図-8 ツベタ扇状地におけるGD III(C), GD IV(B)とGD VI(A)の累重関係

Fig.8 Section of the Gozu debris flow deposits at the Tsubeta Fan (A) GD VI, (B) GD IV, (C) upper part of GD III, consisting of weathered gravel and buried brown soil

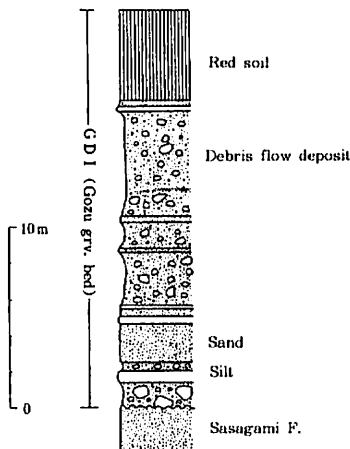


図-9 陣ヶ峰におけるGD Iの層序  
Fig.9 Stratigraphy and lithofacies of the GD I at Jingamine Peak in the northern part of the Sasugami Hills (simplified from Coll. Res. Group Sasugami Hills, 1982) At least six units of debris flow deposits can be recognized

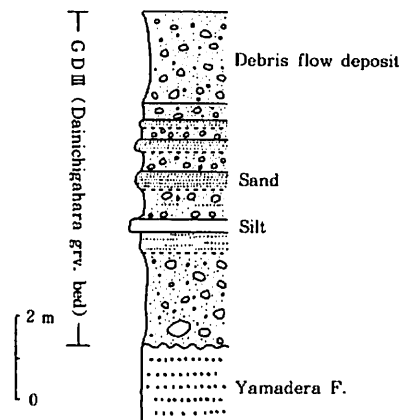


図-10 笹神丘陵東縁部(安野川左岸)におけるGD IIIの層序  
Fig.10 Stratigraphy and lithofacies of GD III in the eastern part of the Sasugami Hills. Five or more units of debris flow deposits are discernible.

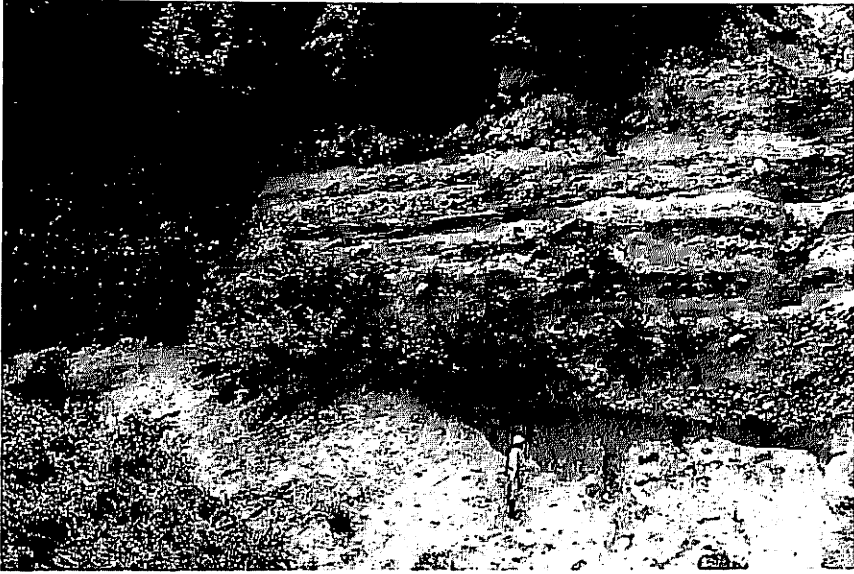


図-11 笹神丘陵東縁部のGD I (図-11と同地点)  
Fig.11 Section of GD III at same locality of Fig.10

#### IV 考 察

五頭土石流の発達を支配した原因について、すでに筆者らは、この時代の五頭山地の隆起運動が基本的に重要であることを指摘している。同時に、第四紀後期の古気候変化にともなう諸現象は、土石流発生の副次的な原因であろうと考察した(高浜・野崎,1981)。

ここで、Ⅲ章で明らかにした、五頭土石流の断続的な発生過程を支配した地史的な原因について考察を加える。この点に関して、現在、結論的には筆者らは、この時代に段階的に進んだ五頭山地のブロック隆起が、土石流の断続的な発生の原因と解釈している。以下に、その理由についてのべる。

まずはじめに、五頭山麓では、すでにのべたように、中期更新世に至り、急激に大量な土石流堆積物が出現することが特徴の1つである。土石流の発生は、大量の岩屑を生産し、また、それを集合運搬するための山地の起伏量と傾斜の増加が必要である。また、すでにのべたように、五頭土石流堆積物の基底には、五頭不整合が確認できる。したがって、不整合の形成とひきつづく大量な土石流の発生は、この時代の五頭山地の急激な隆起を反映したことは確実である。

次に高浜(1984)は、五頭山地が中期更新世以降に、多数の断層によって分断されたブロック隆起をしたこと、また、その隆起量は最大約1,000mに達するものと推測した。したがって、これらの断層の活動期を識別することが重要な課題となる。この問題に関しては、侵食域である五頭山地では、時間面となりうる地形面あるいは地層が少なく、断層活動期の判定が困難なために、近接した土石流堆積域でその条件の良い笹神丘陵で、笹神団研(1982)、高浜・野崎(1981)、高浜(1982)にもとづいて土石流礫層と断層活動期の関係を吟味してみる。笹神丘陵では、南部の丸山でGD Iの下位に、中新統(魚岩層)とかなり固結した崩壊～地すべり堆積物(図-12)が西落ち高角断層で接しており、GD I堆積前の断層活動と、これにともなう崩壊～地すべりの発生が確認できる(笹神団研未公表資料)。ついでGD Iが笹神丘陵の頂部に広く分布することは、その堆積期には、笹神丘陵と村杉低地帯の地形的な高度



差は、まだ存在せずに笹神丘陵の隆起がGD I 堆積後であることを示している。GD IIは前述のように、笹神丘陵の中腹部に分布することから、GD II 堆積期は笹神丘陵の隆起の開始期、つまり、図-1で示した丘陵東縁部の断層群（たとえば戸板沢断層）の発生期にひきつづいていることが確認できる。さらに、これらの断層の多くがGD IIを切っている（図-1）こと、また、丘陵におけるGD IIとGD IIIの分布高度差などから、GD II 堆積後、GD III 堆積前に再活動したことが明らかである。つまり、笹神丘陵地域における断層の活動期にひきつづき、大量な土石流の発生期が対応していると解釈できる。笹神



図-12 笹神丘陵南部丸山でGD I の下に発達する古期地すべり堆積物

Fig.12 Weakly consolidated older landslide deposit at Maruyama in the southern part of the Sasagami Hills. Materials composed of the Miocene mudstone.

丘陵とともに新発田-小出構造帯に属する五頭山地のブロック隆起が、これらの断層活動期に段階的に進んだとみなすことは、ごく自然な解釈といえよう。現在の地形にも鮮明にあらわれているように、中期更新世以降の五頭山地と笹神丘陵の隆起量の差は、笹神丘陵が五頭山地に付随して隆起したことを示している。なお、中期更新世から現在まで、約1,000 mに達する五頭山地の隆起の過程で、これらの各々の断層活動期に対応する隆起量を明らかにすることは、今後の課題である。

以上をまとめると、段階的なブロック隆起による山地斜面の成長、ひきつづく活発な侵食作用の回春が、断続的に大量な土石流の発生をうながしたものと判断できる。さらに、断層にと

もなう“直下型地震”活動も土石流発生ヒキガネとして、大きな役割をはたしたであろう。

ここで、今後さらに詳細な検討を加えるべき問題とも関連して、次の2点について簡単なコメントを加えておきたい。

第1には、上述の“休止期”に土石流がまったく発生しなかったとみるのは早計と思われることである。すでに明らかなように“集中発生期”、“休止期”は、土石流堆積物の層序と時代毎の量比を基準に区別している。局所的で小規模なため、識別できない古い土石流が存在した可能性もある。この問題については、今回くわしい検討を加えることができなかった後期更新世以降に発生した小規模なGD IV, GD V, GD VI, GD VIIの位置づけとともに今後のさらに精密な吟味が必要である。

第2に、本報では地質時代の土石流発達史にあてた、古気候変化の影響については、とくにふれなかった。もちろん個々の土石流の発生には多くの作用が直接、間接に関係しており、筆者らも気候の役割を無視するものではない。ただし、すでに前報（高浜・野崎，1981）でも指摘したように、地質時間的な尺度で五頭土石流の発達史を考察する場合、とくに古気候の役割を積極的に評価すべき資料は今のところえられておらず、地殻変動とくらべて、それらは2次的な影響をもつにすぎないものと考えている。

## V お わ り に

五頭土石流の発達には地殻変動、つまり段階的に進行した五頭山地のブロック隆起を反映したものと結論できる。

すでに、藤田至則(1979, 1982)は、日本列島では鮮新世から現在までの島弧変動期に、隆起一陥没一マスマーブメントの発生が6~7回生じたことを指摘している。このうち、侵食域である山地における中期更新世以降の隆起過程の解明は、時間面の識別が困難なために大きな制約をうけている。今後、他の地域でも、山麓部におけるマスマーブメントの発達史が、それらの解明に大きな役割りを果たすものとする。ちなみに、五頭山地北方の楯形山地(田中, 1982MS)、関西地方の六甲山地(藤田和夫, 1983)でも、中期更新世の隆起運動と大量な土石流の発生の関係が論じられている。また、後期更新世の初期についても、新潟地域の破間川地域で魚沼丘陵の隆起と断層活動とともなった地すべり(高浜, 1981)、柏崎平野で隆起一陥没運動と地すべり発生の関連(藤田ほか, 1984)が報告されている。

## 謝 辞

笹神団研グループの各位には、日頃多くの討論をしていただき、また未公表資料の使用をお願いした。新潟大学災害研藤田至則教授からは常に御指導をいただいている。これらの方々には厚くお礼を申しあげらる。

## 文 献

- 藤田至則(1978):島弧変動からみた崩壊現象.新潟大理地盤研年報, 4, 35-46.  
———(1982):島弧変動について.藤田至則ほか編, 島弧変動(地団研専報, 24), 1-32.  
———・高浜信行・卯田 強・立石雅昭・小林巖雄(1984):柏崎平野北東部における安田期の陥没盆地.藤田至則編, 昭和58年度文部省科研「山地・丘陵部に発達する断層~撓曲の発生に関する研究」報告書, 25-31.  
藤田和夫(1983):日本の山地形成論.466p, 蒼樹書房, 東京.  
笹神団体研究グループ(1982):笹神丘陵の第四系.地球科学, 36, 240-260.  
高浜信行(1981):新潟堆積盆地東縁部・破間川西岸地域のマスマーブメント発達史と構造運動.新潟大災害研年報, 3, 31-45.  
———(1982):新潟新生代堆積盆地の東縁地域における地形形成史とマスマーブメントの変遷.藤田至則ほか編, 島弧変動(地団研専報, 24), 321-336.  
———(1984):新潟平野東方・五頭山地の隆起運動一鮮新世~現在の隆起速度の検討一.藤田至則編, 昭和58年文部省科研「山地・丘陵部の縁辺に発達する断層~撓曲に関する研究」報告書, 49-55.  
———・野崎 保(1981):新潟平野東縁, 五頭山地西麓の土石流発達史.地質雑, 87, 807-800.  
田中 保(1982):北部新潟平野東縁丘陵の第四紀変動.新潟大理地鉱修士論文(手記).  
山下 昇・小坂共栄・石垣和明(1982):小出地方の新発田一小出構造線.藤田至則編, 島弧変動(地団研専報, 24), 199-207.