長野市地附山地すべり地におけるマスマーブメントの発達過程*

富 澤 恒 雄**

The process of mass movement in the area of Mt. Jizuki
landslide, Nagano City*

Tsuneo TOMISAWA**

Abstract On July 26, 5 p.m., 1985, a large landslide occurred on the south-eastern slope of Mt. Jizuki, Nagano City. The outline of the damage was the 26 deaths, 50 completely destroyed houses, 5 half-destroyed houses and 9 partly destroyed.

In this district, the three mass movements; MI, MII, MIII are shown to have repeatedly occurred. MI was developed during the last middle Pleistocene to the early Late Pleistocene (Riss/Wurm). The old colluvial (I) was deposited by the block glide. MII was developed during the latest Pleistocene to the early Holocene (early postglacial). The old colluvial (II) was deposited by the block glide and slump. MIII was developed in Holocene. The new colluvial was deposited by the block glide and slump.

Such mass movements are connected with the development of the active fault, and with the tectonics of lineaments in this district.

はじめに

昭和60年7月26日17時頃、長野市上松地附山(海拔733m)南東斜面に、主滑落崖の長さ約400m、側滑落崖の長さ約250m、崩積土のすべり面の深さ30~50m、全長約780m、流出土砂量500万 m^3 の地すべりが発生した(第1図・第2図)。

被害概況は、死者26人、全壊家屋50戸、半壊家屋5戸、一部損壊家屋9戸で、その他水道施設・有料道路・リンゴ園などの埋没や崩壊があった。

筆者は、この地すべり地におけるマスマーブメントの発達過程について検討した。本論で用いた“マスマーブメント”の用語は、高浜(1982)が用いたように、地すべり・山くずれ・土石流・ソリフラクションなどを総称する意味で使用した。

マスマーブメントの前兆現象と経過概要

昭和56年融雪期に、有料道路ぞいに小亀裂が発生し、

1986年7月23日受付。1987年4月20日受理。

* 日本地質学会第93年学術大会(山形)にて一部講演。

** 日本綜合建設株式会社。

Nihon Sōgo Construction Joint Stock Company.

第1図 長野市地附山地すべり位置(国土地理院2万5千分の1地形図「長野」「若槻」を使用)。

昭和59年融雪期に、同所一帯に亀裂が発生し活発化した。昭和60年6月中の降雨量が異常に多量であったため、同年7月頃より次のように急速にマスマーブメントの前兆現象が発生した。すなわち、同年7月20日~21日にわたり、降雹を伴う降雨があり、有料道路上に小崩壊が発生した。同年7月26日8時37分、同日15時

第2図 長野市地附山地すべり全景（昭和60年7月27日8時，信濃毎日新聞社提供）。

第2表 長野市地附山地すべり地の層序表。

第1表 マスムーブメント前兆現象と経過概要。

年月日	前兆現象と経過概要
昭和39 9	有料道路（戸隠バードライン）開通する。
" 56 3	テレビ中継所南東有料道路路上に小亀裂、陥没発生。
" 56 7	企業局調査開始、道路補修対策等講ずる。
" 58 12	テレビ中継所南側に調査ボーリング実施。
" 59 3	同所近くの有料道路路上に路面沈下発生。地下水位観測開始。
" 59 5	同一箇所に伸縮計設置観測開始。
" 60 3	調査ボーリング9本、水抜き集水井、横ボーリン計画一部着工。
" " 7	調査ボーリング7本完了、2本中断。
" " 7 10	地すべり急増、有料道路路上に被害拡大。
" " " 12	地下水位急上昇、有料道路路上に被害拡大、全面交通止め。
" " " 13	移動量増大し観測不能になる。
" " " 20	降雹を伴う降水量58.5mm、翌日10.5mmの降水量加わる。
" " " 21	深夜、有料道路に小規模地すべり発生、その土砂流の一部湯谷団地に及ぶ。
" " " 25	同所ちかく伸縮計2箇所増設、24時間観測開始。181cmの異常累積。
" " " 26	15時10分ごろ有料道路側擁壁全面崩壊。
" " " "	16時6分、冠頂部滑落崖の大崩壊。
" " " "	17時30分、テレビ中継所倒壊、放送不能。
" " " "	17時55分、松寿荘半壊。
" " " "	18時10分、湯谷団地64戸全壊～半壊。
（おもに県企業局資料による）	

地質時代	地層	厚さ(m)	柱状図	岩相	花粉	C ¹⁴ 年代	地形面	地殻変動 マスムーブメント
第四紀	完新世	新 期 積 土	5~8	礫混りシルト ～粘土				MIII F1断層
	更後期	旧 期 積 土 (II)	12~15	泥炭 木片	強風化 粘土混り 凝灰角 礫	Aesolus Quecus Carpus etc.	6400±120 (Y.B.P.) 深さ10m	MII 活断層
	新中期	旧 期 積 土 (I)	20~25	角礫混り 風化凝灰岩角礫				MI 上松断層
	新前期	中 期 積 土 (1)	45~50	モンモリロナイト質 軟質粘土 硬質 泥岩片 木片 資料 ピンクモンモリロナイト 旧地すべり面		>40,000 (Y.B.P.) 深さ27m	大峰面	
新第三紀	中新世後期	握 花 凝 灰 岩 層		凝灰岩質 凝灰岩～ 凝灰角礫岩				

注 MI, MII, MIII: 大規模マスムーブメント

凡例

裾花凝灰岩層	旧崩積土(I)	旧崩積土(II)	新崩積土	頭部滑落崖	副次滑落崖	舌端部土石流方向
上松断層	Fj断層	Lリニアメント	地質断面	ボーリング位置	集水井位置	

第3図 長野市地附山地すべり地付近地質図.

第3表 No. 3 集水井より産出した花粉分析結果 (1), 主要花粉ダイアグラム (2).

<i>Abies</i> モミ属	1
<i>Tsuga</i> ツガ	1
<i>Pinus</i> (Unknown) マツ属 (不明)	2
<i>Cryptomeria</i> スギ属	2
T.-C. イチイ科—イガヤ科—ヒノキ科	3
<i>Pterocarya</i> サワグルミ属	2
<i>Juglans</i> クルミ属	7
<i>Carpinus - Ostrya</i> クマシデ属—アサダ属	68
<i>Betula</i> カバノキ属	6
<i>Alnus</i> ハンノキ属	1
<i>Fagus</i> ブナ属	11
<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i> コナラ亜属	107
<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i> アカガシ亜属	1
<i>Castanea</i> クリ属	3
<i>Ulmus - Zelkova</i> ニレ属—ケヤキ属	36
<i>Celtis-Aphananthe</i> エノキ属—チクノキ属	7
<i>Cercidiphyllum</i> カラマツ属	1
<i>Acer</i> カエデ属	2
<i>Aesculus</i> トチノキ属	287
Araliaceae ウコギ科	1
<i>Cornus</i> ミズキ属	1
<i>Styrax</i> エゴノ木属	1
<i>Fraxinus</i> トネリコ属	16
<hr/>	
<i>Typha</i> ガマ属	8
Gramineae イネ科	7
Cyperaceae カヤツリグサ科	13
<i>Polygonum</i> タデ属	1
Labiatae シソ科	1
<i>Artemisia</i> ヨモギ属	1
Carduoideae キク亜科	1
Cichorioideae タンポポ科	1
<hr/>	
Unknown (不明)	4
<hr/>	
Pteridophyta シダ類	11
<hr/>	
Arboreal pollen 樹木 花粉	567
Nonarboreal pollen 草本 花粉	33
Unknown (不明)	4
Fern spores シダ類胞子	11
TOTAL 計	615

(1)

(2)

粘土のところもある。本層の下部に垂炭化した埋木が点在している。埋木の ^{14}C 年代測定値は、 $>40,000 \text{ Y. B. P.}$ を示している*。本層は、裾花凝灰岩層を不整合におおひ、その厚さは 20~25 m であるが、ところにより異なる。本層は、郵便貯金会館南部・湯谷団地付近などに分布している。

旧崩積土(II) 本層は、裾花凝灰岩質の強風化岩および粘土からなる。礫の直径 500~1500 mm の巨礫が多く移動岩塊である。粘土は黄褐色で、角礫の間に挟まれている。本層の一部にあたる 3 号集水井の深さ 9~16 m 間には泥炭が挟まれている。この泥炭の花粉分析結果を

第3表に示す。

泥炭中の花粉は、樹木花粉の割合が非常に高く、草本花粉・シダ類胞子の割合が低い。樹木花粉では、トチノキ属が著しく多く、これに次いでコナラ亜属・クマシデ—アサダ属・ニレ—ケヤキ属・トネリコ属・ブナ属等を産出する。草本花粉では、カヤツリグサ科・イネ科・ガマ属等を産出する。これらの結果から古環境は、ナラ・クマシデ・ニレ—ケヤキ・ブナ等のような温帯落葉樹が森林を形成していたものと考えられる。また、草本花粉のガマ属の産出から湿地の存在したことも考えられる。この泥炭の花粉組成は、野尻湖周辺の完新世 J 列層 (野尻湖花粉グループ, 1984) に近似している。この泥炭の堆積は、この場所を走る断層によって形成された陥没沼で行われたものと推定される。さらに、同層中の埋木の

* 本資料は、8号集水井深さ 27 m のもので、資料測定値は、20 November 1985, James Buckley Radiocarbon Laboratory, U. S. A. による。

第6図 地附山地すべり冠頭部付近のリニアメントと Fj 断層分布図。

^{14}C 測定値* は、 $6,400 \pm 120$ Y.B.P. を示した。これら資料より、本層の年代は、完新世前期と推定される。

本層と旧崩積土(I)との間には、茶褐色ペースト状粘土の薄層が発達し、不規則な不整合面で接している(第5図)。本層の厚さを12~15mと推定したが、ところにより異なる。本層は、松寿荘南部・鬼沢付近などに分布している。

新崩積土 今回のマスマーブメント堆積物である。おもに礫混り粘土の旧崩積土の崩壊物よりなるが、下部にヒューム管・コンクリート片・木根片など混在しているところがある。本層の厚さは5~12mと推算したがところによりさらに厚くなる。本層は、旧崩積土(I)・(II)を不整合に覆って本地域に広く分布している。

3 地質構造

上松断層 この断層は、豊野団研(1974, 1977)により命名され、加藤・山崎(1979)・活断層研究会(1980)により検討された「田子断層」、赤羽ほか(1986)の「山の神

断層」の一部にほぼ相当している。この断層は、長野市上松昌禅寺西側より NE—SW 方向に延び、本地域のほぼ中央の松寿荘と駒弓神社間を経て、雲上殿・長野市箱清水しぐれ沢方向に延長している。この断層は、丘陵地と往生地面とのほぼ境界をなしている。長野市箱清水しぐれ沢では、この断層の走向 $N20^\circ \sim 30^\circ E$ 、傾斜 $70^\circ \sim 80^\circ SE$ 、断層幅 1.5~2m の衝上断層が観察される。断層面にそい断層角礫・粘土・鏡肌が発達している。

Fj 断層 主滑落崖脚部付近に、NE—SW 方向に発達した断層で、長さ約 400m である。断層面は、走向 $N40^\circ E$ 、傾斜 $70^\circ \sim 80^\circ SE$ で、上部は直線であるが、下部は、やや拋物線状に彎曲している。断層面にそい、灰白色断層粘土・厚さ 10~20 cm の角礫の薄層、鏡肌などが発達している(第6図)。

4 リニアメント (構造的弱線)

本地すべりの冠頭部には、NE—SW 方向のリニアメントが発達していることを、長岡(1985)は写真判読より指摘している。藤田・高浜(1986)は、同地域に、数条の地

* 本資料測定値も前掲と同一測定所による。

溝状亀裂が平走し、亀裂帯には、ドリーネ状穴の点在していることを指摘している。

リアメントの最も顕著なものは、南東斜面海拔 700～710 m 等高線にそい、長さ約 400 m のものが発達している。このリアメントには、幅 10～15 m、深さ 3～5 m の小地溝状凹地がところどころ発達している。リアメントの北端は、低断層崖をなしている。このリアメントは、大八木ほか(1986)の線状凹地に相当し、活断層により形成されたものと推定される。

1985 年マスマーブメント発生の自然的素因

1 気象的素因

このマスマーブメントの前兆現象は、おもに、融雪期の地下水位上昇に密接に関連して発達している。とくに、本マスマーブメントの主要素因となったのは、昭和 60 年 6 月中の降雨量であり、その降雨量は 275.2 mm で長野気象台観測開始以来第 2 位の高記録であった。長野県企業局は、同年 6 月中旬より、テレビ中継所北側に水位観測計を設置し、観測を開始した。同年 6 月 18 日、地下 28.6 m の地下水位が 6 月 25 日に地下 7.8 m に急上昇し、7 月 1 日には、地下 8.49 m に地下水が変位している。7 月 12 日の地下水位は、地下 23.17 m と観測されたが、それ以降、計器を入れた地中のポリエチレン管が曲がり、観測不能になった(長野県企業局, 1985)。長期的間げき水圧の増大により、有効応力が低下し、マスマーブメント発生の素因をなしていることは、他地域においても指摘されている(森野ほか 1985)。

2 地質的素因

地すべり粘土 マスマーブメント堆積物の地すべり粘土について、おもに X 線回折を行ったので、その結果について概要を述べる。

No. 1 試料は、8 号集水井の深さ 32.5～33.5 m 間のピンクモンモリロナイト質粘土である。X 線回折結果では、モンモリロナイトを主体とし、そのほか長石類・石英・クリストパライトが認められる。モンモリロナイトは、面間隔 $15.2\text{\AA}$ であるが、エチレングリコール処理により $17.3\text{\AA}$ へと瞬間時に拡大している。このような変化は、水処理によって実験上明らかにされており、コロイド状に転ずるタイプ(A)を示している(渡辺・山田, 1986)。このことは、マスマーブメント発生の地質的素因として重要である。

No. 2 は、Fj 断層付近の試料である(第 6 図)。本試料も、モンモリロナイトを主にするタイプ(A)とほぼ同一であるが著しく斜ブチロ沸石化していることが特徴である。

第 7 図 マスマーブメント発達模式図。

地質構造 冠頭部には、数条のリアメント・Fj 断層が NE—SW に並走し、亀裂帯をなしている。滑落崖は、ほぼ同方向に発達している。降雨がこれら亀裂帯に浸透し、今回のマスマーブメント発生の素因になったことは明らかである。上松断層は NE—SW 方向に並走した活断層で、崩積土(I)の堆積を行ったマスマーブメントに関与していると推定される。本地域には、NW—SE 方向のリアメントも指摘されており(藤田・高浜, 1986), その一部は、側滑落崖発達に影響していると推定される。

マスマーブメント発達史

この地域で過去に発生したマスマーブメント発生期を ^{14}C 年代測定・花粉分析・地形面区分・断層の活動などに基づき、M I・M II・M III の 3 つの時期に分類した(第 2

表, 第7図).

MI 更新世中期末—後期早期(リス/ヴェルム間氷期)にこの地域のほぼ中央に, NE—SW 方向の西側隆起の高角度衝上断層(上松断層)が発生した. この断層により, 断層線にそい急斜面の断層崖が形成され, それに伴って block glide(地塊すべり)を主とする MI のマスマーブメントが発生し, 断層崖にそい, 崩積土(I)が累重した. この崩積土(I)の堆積により, 本地域中央のテレビ中継所跡(海拔 540~548 m)付近に平坦な小丘陵をなす往生地面の一部を形成した. この MI のマスマーブメントが上松断層を被覆する現象は, 藤田(1976)が Patton Bay 地震断層の活動に伴う上盤側の地すべり発生と, それに伴う断層の被覆を指摘している現象とほぼ類似するものと推定される.

往生地面の形成は, この地域に発達する南郷層(豊野団研, 1974, 1977)の堆積面の一部にほぼ対比される. したがって, MI のマスマーブメント堆積物は, 高浜(1981)の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堆積物 B にほぼ対比される.

MII このマスマーブメントは, 長野盆地西縁丘陵部の隆起, それに伴う造構造で発生したと推定される. block glide, slump(円弧すべり)により旧崩積土(II)の堆積が行われた.

MII のマスマーブメント活動期は, 冠頭部の断層運動に伴って形成された陥没沼に堆積した. 泥炭の花粉分析結果と, 埋木の ^{14}C 年代測定等から, 更新世後期末—完新世早期(早期後氷期)と推定される. なお, この堆積物は, 高浜(1981)の破間川地域のマスマーブメント C の堆積物にほぼ対比される.

MIII このマスマーブメント発生は, 昭和 60 年 7 月 26 日 15 時 12 分, 本地域の松寿荘西部の有料道路側の擁壁の崩壊・道路上の顕著な亀裂などから始まっている. 島(1986)は, ほぼ同時刻に, 同所地域に微震動が記録されたことより, 地すべりの前兆を示す深層の岩石破壊が進行していたのではないかと推定している.

同時刻頃の崩壊は, おもに slump で, その後漸次活発化するに伴い, 頭部ブロックの脚部抵抗の強度を弱め, 同日 17 時ごろ主滑落の大崩落が Fj 断層にそって行われた.

この土石流は, 頭部地域に数条の副次滑落崖が発生し, ほぼ中央の小丘陵地で, 南東斜面の松寿荘方向と北東斜面の湯谷団地方向とに分流した. この土石流は, 同日 18 時 10 分頃停止し, 新崩積土となる.

MIII のマスマーブメント堆積物は, 高浜(1981)の破間川地域の D マスマーブメント堆積物にほぼ対比される.

む す び

この地域は, 長野盆地西縁の一部で, 上松断層・Fj 断層その他活断層が NE—SW 方向に並走している密集帯である. これらの活断層の多くは, 西側隆起の衝上断層である(活断層研究会, 1980). この地域には, 活断層の活動と深く関連した大規模マスマーブメントが 3 回発生している. また, これらの活断層の活動は, 長野盆地形成史にも密接に関連している. これら活断層とマスマーブメント発生について, 藤田(1976)は, 高角度衝上断層の上盤内の圧縮テクトニクスととらえ, 藤田(1982)は, 更新世後期の島弧変動末期の隆起—断裂によるものとしている. このことについては, 今後更に検討すべきことと思う.

謝 辞

長野市・長野県企業局・長野県土木部長野建設事務所・長野地方気象台・信濃毎日新聞社等より, 貴重な資料・ご支援を賜った. 信州大学理学部渡辺晃二教授には X 線回折, パリノ・サーヴェイ株式会社徳永重元博士には花粉分析など特別なご尽力を賜ったことを心から御礼申し上げる. 日本総合建設株式会社社長美谷島邦雄氏始め, 社員一同より, 日頃資料の提供, 現場でのご協力など数々のお世話をいただき深甚な謝意を表する.

文 献

- 赤羽貞幸・山田哲雄・小坂共栄, 1986: 地すべり地周辺の地質. 昭和 60 年長野市地附山地すべりによる災害. 信大自然科学研究会, 14-25.
- 藤田和夫, 1976: 北米太平洋岸における活断層の諸例. 地質学論集, no. 12, 断層と地震, 171-181.
- 藤田至則, 1982: 島弧変動について. 地団研専報, no. 24, 1-32.
- ・高浜信行, 1986: 1985 年長野市地附山地すべりと新潟県玉ノ木地すべりの古期地すべり地形と崩壊土ブロック. 日本地質学会第 93 年学術大会講演要旨, 514.
- 活断層研究会, 1980: 日本の活断層, 分布図と資料. 362 p., 東京大学出版会.
- 加藤碩一・山崎晴雄, 1979: 信越地域活構造図. 地質調査所.
- 小林国夫, 1953: フォッサ・マグナ西部における洪積世侵蝕面群. 地理評, 26, 291-306.
- 小林 詢, 1973: 長野市の基盤, 地形. 長野県土木会, 3-11.
- 森野亮宏・草野国重・山崎和彦, 1985: 地下水位測定による地すべりの予知—主として信越豊野〜牟礼間の地すべり—. 地すべり, 22, 130-144.
- 長岡正利, 1985: 長野・地附山地すべりの災害状況と地形変化. 測量, 10, 23-31.

- 長野県企業局, 1985: 昭和 59 年度戸隠有料道路地すべり対策調査委託工事報告書.
- 野尻湖花粉グループ, 1984: 野尻湖層および貫ノ木層の花粉化石群集. 地団研専報, no. 27, 321-336.
- 大八木規雄・田中耕平・福岡輝旗, 1986: 1985 年 7 月 26 日長野市地附山地すべりによる災害の調査報告. 国立防災科学技術センター, 主要災害調査, no. 26. 34.
- 島 坦, 1986: 地すべり地における極微小地震の発生とその破壊機構. 昭和 60 年長野市地附山地すべりによる災害, 信大災害研究会, 130-144.
- 鈴木達夫, 1938: 長野県長野油田地形及地質図, 同説明書. 46 p., 地質調査所.
- 須藤俊男, 1974: 粘土鉱物学. 498 p., 岩波書店.
- 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・ムーブメントの変遷・島弧変動. 地団研専報, no. 24, 321-336.
- 富澤恒雄, 1962: 信州北部地方の新第三系の地質学的研究一層序篇一. 51 p., 長野県地学会.
- 豊野層団研究グループ, 1974: 長野盆地西縁部の第四系. 第四紀, 20, 38-49.
- , 1977: 長野盆地西縁部の第四系一長野盆地の形成史に関する研究一. 地質学論集, no. 14, 79-92.
- 渡辺晃二・山田哲雄, 1986: 裾花凝灰岩層の変質作用. 昭和 60 年長野市地附山地すべりによる災害, 信大自然災害研究会, 29-38.
- 吉澤孝和, 1986: 地すべり発生の経過. 昭和 60 年長野市地附山地すべりによる災害, 信大災害研究会, 8-13.

(要 旨)

富澤恒雄, 1987: 長野市地附山地すべり地におけるマスマーブメントの発達過程. 地質雑, 93, 459-467.
(TOMISAWA, T., 1987: The process of mass movement in the area of Mt. Jizuki landslide, Nagano City. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 93, 459-467.)

1985 年 7 月 26 日午後 5 時, 長野市上松地附山南東斜面に大規模な地すべりが発生した. 被害状況は, 死者 26 人, 全壊家屋 50 戸, 半壊家屋 5 戸, 一部破損家屋 9 戸等であった.

この地域のマスマーブメントは, MⅠ・MⅡ・MⅢと 3 つの時期が識別される.

MⅠの形成期は, 更新世中期末～更新世後期早期(リス/ヴェルム間氷期)と推定され, block glide により崩積土(Ⅰ)を堆積した. MⅡの形成期は更新世後期末～完新世早期(早期後氷期)と推定され, おもに block glide, slump により崩積土(Ⅱ)を堆積した. MⅢの形成期は完新世で, block glide, slump により新崩積土を堆積した.

これらのマスマーブメントは, この地域における活断層の活動や, リニアメントの形成と関連している.