北海道登別市付近における斜面崩壊の特徴と降雨型

Characteristics of Slope Failures and Rainfall Pattern,
at Noboribetsu City, Hokkaido.宮坂省吾* 英 弘**
Seigo MIYAKAWA Hiroshi HANABUSA

Recently, slope failures caused by heavy rainfall occurred at Noboribetsu City.

During August 28 to 31, 1980, the total precipitation reached 576mm and maximum rainfall intensity attained 60mm/h at 6:00 a.m. on August 31, recorded at Horobetsu town along the coastal area. This rainfall pattern was the coast rain. Most of the slope failures were concentrated in the area from Horobetsu to Tomiura, where the precipitation of 40 to 60mm/h associated with previous rainfall 200mm, was documented.

In September 24 to 25, 1983, the total precipitation reached 508mm and rainfall intensity attained 126 mm/h at 4:00 a.m. on September 25 at Satsunai. This rainfall pattern was the hill rain. The numerous slope failures, debris flows and erosion of river bottoms occurred in the area from Mt. Kamuinupuri and Satsunai hill to Lake Kuttara, where the precipitation of 250 to 300mm without previous rainfall.

I. はじめに

北海道登別市付近は、北西方向に標高 1,000m 前後の山頂をもつオロフレ山地、海岸側に第四紀火砕流台地、河川沿いや海岸域に狭い沖積平地などが分布する(図-1)。

オロフレ山地の南東域に位置する登別市付近は、渡島半島南端の恵山や十勝平野南端の広尾町付近とともに、北海道における多雨地帯として知られている。最近では、1980年8月28~31日と1983年9月24~25日に記録的な集中豪雨が起り、多大な被害が生じた。集中豪雨の降雨域は、前者では海岸域、後者では火砕流台地であった。

筆者らは1980年8月豪雨の斜面崩壊については、すでに報告したが¹⁾、1983年9月豪雨による地盤災害に際してもかなり広範囲に観察する機会を得た。本報告では、2回の地盤災害の型と降雨型に関する、調査地域の特性についての筆者らの見解を示すものである。

II. 地型および地質概要

調査地域の北方には、新第三紀の火砕岩・堆積岩を基盤として、第四紀初期更新世の安山岩溶岩(F.T. 年代、1.6~1.7m.y.⁴⁾)により形成されたオロフレ山地がある。主峰は、来馬岳(1040m)、オロフレ山(1231m)、ホロホ山(1322m)、白老岳(945m)などであり、南西か

ら東北に連なり、室蘭市から支笏湖へ向かう方向をもつ(図-1)。

火砕流台地は、西部は主としてクッタラカルデラ、東部は主として支笏カルデラの火砕流堆積物により構成され、前者は約4万年前(40190±2590B.P.Y., GAK. —10195³⁾)、後者は約3.9~3.2万年前⁵⁾の噴出によるものである。倶多楽湖西方の札内台地や、支笏湖南方の社台一錦岡台地は、火砕流上面を残しているが、その他の地域では削剝~侵食により台地地形を示さない。火砕流台地は、標高 500~600m から海岸側へ高度を減じている。

III. 降雨型の分類

登別~白老地方の降雨型について研究した近野・菊地は、山岳性降雨(地雨性および対流性)や海岸性降雨などの5種類のパターンがあることを明らかにした⁶⁾。また、菊地ほかは1980年8月豪雨の雨量解析から降雨パターンとして山間部に多いタイプ、平野中央部に多いタイプ、海岸付近にのみ集中するタイプの3種類を示した⁷⁾(図-2)。筆者らは、この分類を前述した地形に対応させて、山地型降雨、丘陵型降雨、海岸型降雨と呼ぶこととした。

- 1) “山地型降雨” オロフレ山地部に降雨中心があり、丘陵部から海岸域にかけては降雨量が少ない場合をいう。
- 2) “丘陵型降雨” 札内台地や海岸域付近に降雨中心があり、山地部や海岸域で降雨量が少ない場合をい

*明治コンサルタント株式会社

3) この時の崩壊の降雨条件は、豪雨に先行する8月の累積降雨量 200~300mm、豪雨のうち、崩壊時刻以前の前期降雨 200mm、崩壊時の時間降雨 40~60mm と考えられる(図-4)。先行降雨と前期降雨の量がきわめて多く、そのために地下水に関連する陥没型~トンネル型崩壊が発生したと推定される。

雨による地盤災害

3) “海岸型降雨” 丘陵縁辺部から海岸域にかけて降雨中心がある場合をいう。

Ⅳ. 1980年8月豪雨による斜面崩壊

1980年8月28～31日の降雨は、登別市で500mm前後に達している。中でも、8月31日の午前中には300mmを超える雨量が記録され、朝6時前後には時間雨量が40～60mmという強雨となった。この強雨域は、登別市幌別～札内や白老町などの海岸域に限定され、火砕流台地以北には及ばなかった。菊地はかによれば、降雨型は山岳性対流性降雨から海岸性降雨へと変化し、31日の強雨は後者によってもたらされたと考えられている⁷⁾。

豪雨による地盤災害は、札内台地縁辺部の自然斜面で多発しており、上述の強雨域と対応する(図-3)。地盤災害の主要なものは斜面崩壊であり、その地形・地質要因については筆者らがすでに報告した²⁾が、その結論は次のとおりである。

1) ローム・火山灰・粘土化軽石などからなる上部斜面では、最上部の凹地状部でガリ侵食・崩積土の流出、一部の谷頭でパイピング孔からの地下水流出に起因する崩壊、切土部で陥没型あるいはトンネル型崩壊などが発生した。

1983年9月25～26日の降雨は、累積降雨量 508mm (17時から翌朝8時の15時間雨量)、最大時間降雨量は 126mm を記録した。室蘭地方気象台登別観測所では 50mm 以上の強雨が5時間、登別市消防署（登別温泉町）では 30mm 以上の強雨が7時間にわたって継続した(図-6)。強雨が観測されたのはこの2カ所のみであり、海岸域の諸観測所では総降雨量が 20～30mm 程度の少雨であった。

今回の豪雨について、气象台・登別市・道路公団などの観測資料に基づいて等雨量線を作成した。なお、細部の修正は崩壊地の分布状況を考慮した。図-5に示したように、降雨域の長軸は、全体として海岸に平行な東北東-西南西の方向を有し、倶多楽湖からポントコ山、カムイヌプリに中心軸をもつものと推定される。総降雨量は、山地部で 200mm 以下、海岸域では 100mm 以下であるが、丘陵部では 500mm を超しており、典型的な丘陵型降雨であることが示されている。

今回の豪雨による地盤災害の特徴は、以下のとおりである。

1) 俱多楽湖の湖崖（カルデラ壁）では、ガリー状の沢に沿って斜面崩壊が頻発した。崩壊地の分布は東岸や西南岸にのみ限られ、北～西岸部には崩壊は全く発生していないことは注目に値する。崩壊部の基盤地質は外輪

Fig. 2 Rainfall patterns in the study area (from KIKUCHI et al., 1981)

山溶岩であるが、直接に崩壊したものは表土あるいは残積土と思われる。しかし、観光通路に面して分布する変質溶岩においては、やや深いすべり面をもつ崩壊もあるように推定される^{*)}。

2) 四方嶺から $\Delta 402\text{m}$ 山にかけての外輪山地帯では、山腹崩壊や谷頭部に端を発する土石流が発生した。厚生年金病院裏では、谷頭部において表土および有珠^b降下軽石層が崩壊・流失し、支流・本流の樹木や笹をなぎ倒しつつ、下流に刻まれていた浅い谷を通過して、厚生年

Fig. 3 Distribution of slope failures, August, 1980.

^{*)} この点については、地すべり学会北海道支部昭和60年度研究発表会において、朝日ほかに (1985) より詳細に報告された。

Fig. 4 Distribution of rainfall intensity per hour, August, 1980.

金病院へ衝突した。この崩壊については、遠藤ほかによる詳細な報告がある⁸⁾。厚生年金病院横や緑風園裏では、表土や有珠^b降下軽石・強風化変質溶岩などが、山腹下部において表層すべり型の崩壊となって発生した。崩壊土砂は立木などとともに流下し、下方の沖積錐や河川氾濫原へ拡散・堆積している。その一部は河川へ流入し土砂流化し、下流に被害をもたらした。四方嶺の東麓の小沢は、約 40° の縦断勾配をもつ急傾斜渓流である。ここでは、少量の土石流が発生しているが、下方の緩傾斜域までは到達していない。四方嶺と $\Delta 402\text{m}$ 山の間に位置する外輪山斜面では、外輪山溶岩の温泉変質生成物と

考えられる黄褐色粘土が分布しており、谷頭部において地すべり的な崩壊が起った。崩壊土は、泥ねい化し流下しつつ、基盤の強風化土を削剝しながら土砂流となった。外輪山をすぎると土石流扇状地様の緩傾斜地となるが、土砂流はここで巨礫をまきこみ、土石流化して観光道路まで到達した。 $\Delta 402\text{m}$ 山付近では、集塊岩状を呈する外輪山溶岩が露出しており、角礫状安山岩の巨礫が含まれている。この地域では、谷頭部の斜面崩壊や道路盛土崩壊に端を発する土砂が、巨礫をまきこんで落下し観光道路を破壊し停止した。

3) 登別川から幌別川にかけての各河川の河岸では、表層すべり型の斜面崩壊が多発した。主な河川は、登別

Fig. 6 Distribution of rainfall intensity per hour, September, 1983

Fig. 5 Distribution of slope failures, September 1983.

川・岡志別川・来馬川・ボンライバ川・幌別川左岸などであり、多発地域は東北東から西南西へ帯状分布し、その幅は2～3kmほどの狭い範囲である。また、サトオカシベツ川・富浦川・東札内川の上流部は河床土砂が流出し、基盤の登別軽石流堆積物(弱溶結)が露出するにいたった。主として粗粒砂からなる流出土砂は下流域に堆積したり、一部は氾濫拡散したものもある。

4) 鷲別岳の東に位置するカムイヌプリ(750.1m)東麓の小沢には、更新世初期安山岩に対比される室蘭岳集塊岩が分布している。崩壊は谷頭部で発生し、道路から幌別ダム貯水池にかけて砂礫が堆積した。この地域は、上述の帯状に分布する斜面崩壊域の西端に位置すると推定される。

以上に示したように、今回の豪雨に関連して発生した地盤災害は、湖岸や河岸および山腹下部での斜面崩壊と、土石流の発生源となった谷頭部における崩壊(地すべり性のもも含む)、河床土砂の流下・氾濫に分けられる。それらの分布は、倶多楽湖および四方嶺付近からカムイヌプリへかけての地帯で、幅2～3kmの狭い範囲に限られている(図-5)。

これらの地盤災害の誘因となった降雨条件については、災害発生範囲に位置する室蘭地方気象台登別観測所と、登別市消防署の2カ所の資料を参考とすることができる(図-6)。両観測所で観測された総降雨量は400～500mmであり、斜面崩壊非発生地域では250mm以下にとどまっている。従って、斜面崩壊発生時の総降雨量レベルは、400～500mmであると推定することができる。斜面崩壊の発生時刻は夜半であるため明らかにされたものは少ないが、厚生年金病院裏では新聞報道により9月25日午前2時半ごろとされている。この点から、崩壊発生に至る累積降雨量は250～300mmと考えられる。

VI. 降雨型と地盤災害特性の関係

海岸型降雨による地盤災害は、台地縁辺部の急崖における斜面崩壊と、低地部における浸水が主な被害型態となる。前者については、1980年8月豪雨で典型的に現れた。宅地化の進行など土地利用が拡大すると被害対象が広がることは明らかであるので、台地周辺部の急崖の危険度評価を行ない、犠牲を最少限に食いとめる方策を検討する必要がある。

丘陵型降雨による地盤災害は、1983年9月豪雨で典型的に現れた。湖岸・河岸・山腹などにおける斜面崩壊、谷頭部における土石流、河川上流部における渓床侵食などが、地盤災害の主な型態である。これらによって河川に流出した土砂は、土石流あるいは洪水流として、氾濫して、広い範囲に被害をもたらす。

なお、筆者らは山地型降雨についてはまだ見聞の機会を得ていない。しかし、短時間に集中した大雨の例とし

ては、白老町森野(北海道室蘭土木現業所)における1970年9月17日の日降雨量626mm・最大時間降雨量140mmという記録¹⁰⁾がある。これが山地型降雨であれば、瀬尾ほかや池谷の土石流発生判定基準によれば^{11), 12)}、地形条件によっては土石流発生条件は十分となる。また、地形図から判読が可能な大規模地すべり地形も多数分布しており¹³⁾、山地型降雨が何らかの関連をもっていると推定される。このような点から、オロフレ山地部の地盤災害に関する調査が今後は必要となろう。

VII. 表層すべり型崩壊と新期軽石層の役割

厚生年金病院裏の谷頭部やアヲロ川最上流部の溪岸崩壊では、有珠b降下軽石層(A. D. 1663)¹⁴⁾が崩壊素因となっていると考えられる。表層土は上位から、含根系表土層・降下軽石層・下位表土層・基盤に分類される。

含根系表土層は、褐色土壌で木や草の根がはっている。厚さは20～30cmである。降下軽石層は2～3cmの径の軽石を主とし、1mm程度の火山砂を含む。これは有珠b降下軽石層で、50cm前後の厚さをもつ。下位表土層は、黒色土壌とロームからなる。いずれも、基盤の軽石や岩片を含んでおり、残積土とみなしうるものである。黒色土壌は薄い、ロームは20～30cmあるいはそれ以上の厚さをもつ。

上述の斜面崩壊は、含根系表土層と降下軽石層が崩落し去り、下位表土層はほぼ残存している。このことから、すべり面は下位表土層上面にあったと推定される。

このような軽石層が表層土中に挟まれる条件下での崩壊の機構については、小島が1981年8月豪雨による日高地方の斜面崩壊の観察聞き取りによって解明した¹⁵⁾。その過程を簡略に示すと次のようになる。①斜面下部の軽石層が中間流浸出地点付近ではらみだし、小崩壊を起す。②動水圧が軽石の水中密度を越えると、軽石層中でパイピング現象を生じ、軽石は地下水とともに流出する。この時、下位表土層が削りとられる。③この後に、含根系表土層は下位が空洞化した部分で滑落する。なお、この崩壊は時間雨量が40mmを超えた時点で発生しており、従って前期雨量は120mm程度となる。

以上に示したように、豪雨による表層すべり型崩壊においては、新期軽石層が重要な役割を果たすことが明らかとなってきた。このような軽石層のうち厚く、かつ広く分布するものの一つに、有珠b降下軽石層がある。この軽石層は、登別～白老地域から日高門別地域へかけて、厚さ10cm以上の地帯が東西方向に広がっている¹⁶⁾(図-7)。従って、未崩壊斜面で同軽石が分布していれば、降雨・地形条件が満たされれば、崩壊～土砂流出が発生すると予測することができる。

なお、今回の河岸崩壊の多くは、軽石層を欠いた新期の含根系表土のみが滑落している。含根系表土層は、残

積土的な礫まじり土であり、基盤との間には空隙に富み、日高地方の例の軽石層が流出した段階に近似する土層断面をもっている。このため豪雨時に、基盤上面をすべり面として、容易に滑落したものと推定される。

VIII. まとめ

1) 登別一白老地方は、オロフレ山地と火砕流台地に二分される。今回報告した地盤災害事例は、火砕流台地に関わるものである。

2) この地方の降雨型は、山地型・丘陵型・海岸型の三種類に分けられ、降雨域の地形・地質条件に対応した地盤災害特性をもたらす。

3) 丘陵型降雨は、火砕流台地や倶多楽湖周辺で斜面崩壊・土石流などを発生させ、河川からは土石流出が起る。海岸型降雨は、火砕流台地縁辺部の斜面で、崩壊を発生させる。なお、山地型降雨に関する調査実績を筆者らはもっていないが、地すべりや土石流が主な地盤災害であろうと考えられる。

4) 斜面崩壊の地質条件の1つに、表土層中に有珠山降下軽石層が挟まれることがある。一方、同軽石層が分布しない河岸斜面などでは、含根系表土層と基盤の境界で滑落する。

謝 辞

以上の研究を進めるにあたり、種々御教示・御援助をいただいた北海道大学理学部の松井 愈教授・河内晋平博士、同大学農学部東 三郎教授、北海道立地下資源調査の山岸宏光氏、東海第四高校の山崎哲良氏に深謝の意を申しあげます。また、かねてより、資料収集などに御援助・御討論していただいた日本道路公団の酒井康雄・中嶋将博両氏に感謝するしだいです。さらに、筆者らに研究の機会を与えて下さった明治コンサルタント株式会社札幌支店長飯塚忠郎氏、平信行氏ほかの同僚に感謝いたします。筆者の一人宮坂は、北海道科学研究補助金の一部を使用した。記して謝意を表するものです。

参 考 文 献

- 1) 宮坂省吾・英 弘 (1982) : 北海道登別市における1980年8月豪雨による斜面崩壊, 応用地質, Vol. 23, No. 4, pp. 25~33.
- 2) 山崎哲良 (1980) : 登別・札内台地における化石根なし噴気孔とクッタラ火山層序, 東海紀要, No. 17, pp. 203~221.

Fig. 7 Thickness contour map of Us-b ash fall deposits (from Oba and Kondo, 1964)

- 3) 山崎哲良・宮坂省吾・河内晋平 (1983) : クッタラ火山・登別軽石流堆積物の¹⁴C年代—日本の第四紀層の¹⁴C年代 (148), 地球科学, Vol. 37, No. 5, pp. 283~285.
- 4) 山口昇一ほか (1978) : 北海道有珠郡北湯沢地域の熱水変質帯, 地質調査所報告, No. 259, pp. 43~83.
- 5) 春日井 昭 (1980) : 石狩低地帯・十勝平野の火山灰, 北海道5万年史, pp. 14~30.
- 6) 近野近文・菊地勝弘 (1980) : 北海道オロフレ山系南東斜面の降雨特性 (I)—降雨量分布—, 北海道大学地球物理学研究報告, No. 39, pp. 1~18.
- 7) 菊地勝弘ほか (1981) : 北海道南西部における豪雨の特徴に関する解析, 昭和55年8月九州及び北海道南西部の豪雨災害に関する調査研究, pp. 77~95. 文部省科学研究 (No. 502403) 自然災害特別研究突発災害研究成果 No. B-55-3
- 8) 山岸宏光・松井公平・遠藤祐司 (1984) : 1980年8月豪雨による胆振地方の斜面崩壊, 地下資源調査所報告, No. 55, pp. 57~68.
- 9) 遠藤祐司・岡村俊邦 (1984) : 1983年9月の登別地方の豪雨災害, 地下資源調査所報告, No. 55, pp. 83~90.
- 10) 建設省河川局防災課 (1976) : 全国雨量・水位記録, 全国防災協会 pp. 46.
- 11) 瀬尾克美・船崎昌継 (1973) : 土砂害 (主に土石流の被害) と降雨量について, 新砂防, Vol. 26, No. 2, pp. 22~28.
- 12) 池谷 浩 (1974) : 降雨強度比による土砂害からの避難基準に関する一私案, 新砂防, Vol. 27, No. 3, pp. 7~11.
- 13) 地すべり学会北海道支部 (1980) : 北海道地すべり分布図, 北海道治山協会.
- 14) 大場与志雄 (1980) : 洞爺湖と有珠山の活動史, 北海道5万年史, pp. 3~13.
- 15) 小島伸夫 (1982) : 1981年8月の豪雨による北海道門別町の典型的な表層崩壊と侵食谷について, 室蘭工業大学研究報告 (理工編), Vol. 10, No. 4, pp. 51~63.
- 16) 大場与志雄・近堂祐弘 (1964) : 有珠火山の降下軽石堆積物について, 火山, Vol. 2 No. 9, pp. 75~86.

(原稿受理日 昭和60年5月2日)

長野県姫川中流域の地すべり地形について

「地すべり」Vol. 22, No. 3 (通巻 第83号) 1985年 (昭和60年) 12月

平林 照雄, 宮沢 洋介, 太田 勝一, 吉原 恒夫, 肥田 博行

地すべり分布と地盤構造に関する古地磁気学的研究(Ⅱ)

—南関東地域—

「地すべり」Vol. 22, No. 3 (通巻 第83号) 1985年 (昭和60年) 12月

登内 正治, 尾山 繁機, 中村 三郎, 網倉 孝

地下水水位測定による地すべりの予知

—主として信越線豊野～牟礼間の地すべり—

「地すべり」Vol. 22, No. 3 (通巻 第83号) 1985年 (昭和60年) 12月

森野 亮宏, 草野 国重, 山崎 和彦

北海道登別市付近における斜面崩壊の特徴と降雨型

「地すべり」Vol. 22, No. 3 (通巻 第83号) 1985年 (昭和60年) 12月

宮坂 省吾, 英 弘

最近, 登別市付近では豪雨に起因する斜面崩壊が発生した。

1980年8月28～31日には, 総降雨量が576mmに達し, 降雨強度は8月31日午前6時に60mm/hとなった。この降雨記録は海岸地域の幌別町で得られ, 海岸型降雨であった。大部分の斜面崩壊は幌別町から富浦町にかけての地域に集中しており, そこでは先行雨量200mmを伴う40～60mm/hの降雨が記録されている。

1983年9月24～25日には, 総降雨量が508mmに達し, 降雨強度は9月25日の午前4時に126mmとなった。この降雨記録は札内台地で得られ, 丘陵型降雨であった。多数の斜面崩壊, 土石流, 河床浸食が, カムイヌブリから札内台地, 倶多楽湖へかけての地域に発生した。ここでは先行降雨はなく, 250～300mmの降雨であった。