



Title	北海道における崖くずれ災害とその防止に関する研究
Author(s)	小野寺, 弘道
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 42(4), 941-984
Issue Date	1985-10
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21160
Type	bulletin (article)
File Information	42(4)_P941-984.pdf



[Instructions for use](#)

北海道における崖くずれ災害と その防止に関する研究*

小野寺弘道**

Study on Slope Failure Disaster and its Prevention in Hokkaido*

By

Hiromichi ONODERA**

目 次

緒 言	942
I. 研究 方 法	943
1. 崖くずれ災害発生の場合	943
2. 研究方法と対象地	946
II. 研究対象地の自然環境	947
1. 地 質	947
2. 地 形	948
3. 気 象	949
III. 崖くずれ災害の事例	950
1. 昭和55年8月豪雨災害	950
2. 昭和54年10月豪雨災害	959
3. 既往の災害記録	962
IV. 災害の形態と要因	967
1. 斜面崩壊の形態	967
2. 人口集中と市街地拡大	968
3. 土地改変と崩壊	972
V. 防災対策の基本	976
1. 地帯区分と防災計画	976
2. 火山灰地帯の土砂調節	977
3. 台地周辺部の排水対策	978
4. 緩衝空間の確保	978
結 言	981
要 約	981
文 献	982
Summary	983

* 1984年4月15日受理 Received April 15, 1984.

** 林業試験場東北支場

** Tohoku Branch, Forestry and Forest Products Research Institute.

緒 言

低平地に発達した都市集落は人口の集中化にともなう周囲へ拡大し、やがて斜面や丘陵地に這い上るようになる。かつて、都市近郊の斜面や丘陵地の大部分は、農牧林業的な土地利用空間であった。しかし、近年の土地開発によってその利用形態が大きく変化し、農地や林地は住宅地となり、また、ゴルフ場や大規模なレジャー施設が作られるという傾向がみられるようになってきた^{16),21)}。このことは、土木施工技術の進歩が大規模な地形改変を可能にしたこととも関連している^{9),46)}。このように、土地利用形態は従前の選択的利用という段階から質的にも量的にも異なる形態へと変貌してきている。

しかし、一方ではこうした土地利用形態の高度化・高密度化は崖くずれ、土砂くずれ、土石流などによる地盤災害を多発させ、被災規模の激甚化を招いていることも見のがせない事実である⁸⁾。昭和57年7月に、299人の死者を出した九州の長崎豪雨災害はまだ記憶に新しい。この災害は、最大時間雨量111.5 mm、最大10分間雨量25.5 mm、降り始めから降り終わりまでの7時間の総雨量448 mmという記録的な豪雨が発生を引き金となっているものの、斜面における土地利用が高密度であったことがその被害を大きなものにしていく。このような災害は、すでに昭和33年の狩野川台風水害や、昭和41年の4号台風水害(多摩水害)にあらわれ、「災害が丘にのぼった」などといわれるようになった²²⁾。それは、経済成長のための国土開発の結果、農村部の人口が都市部へ集中し、住宅地がより地価の低い郊外の斜面や丘陵地に建設されるようになったためである^{19),20)}。さらに、住宅地の造成が民間資本の手にゆだねられ、いわゆる「ミニ開発」により、災害に対する安全性の配慮に欠ける粗悪な新興住宅地が各所に造成されたことも、上述のような災害が発生する原因となっている³⁶⁾。

ところで、北海道においてはこのような開発の対象となり易い台地や緩斜面は、浸食抵抗のきわめて弱い火山噴出物に覆われているところが多い。これは北海道にはとくに数多くの火山が分布するという特性によるものである。台地周辺部の地形的要素は、ひと続きの台地面とそれに続く急斜面(崖)、さらに低位にある平坦面(沖積平野)とからなるが、とくに台地面から続く崖は傾斜の遷急部分であるため、本来より浸食・崩壊の頻度の高いところで、いわば浸食の最前線である。したがって、台地周辺部における無秩序な乱開発は災害に結びつきやすいといえる。

昭和55年8月下旬、秋田沖にあった低気圧が北海道の南西部に被害総額約100億円という災害をもたらした。被災地域の中心は、最近における人口増加と土地開発の傾向が著しい胆振支庁管内の室蘭市、登別市、白老町である。この災害は、低平な海岸平野と台地との接線にある崖の周辺に造成された新興住宅地に発生した都市型の災害である^{28),52)}。被災地一帯の土地は過去の火山活動の影響を強く受け、浸食され易い火山噴出物によって構成されている^{1),23)}。

また、昭和56年8月上旬には道央部を中心に低気圧と前線、さらに台風12号の影響によ

る豪雨災害があり、北海道における豪雨災害としては、その被害額は降雨量とともに史上最高を記録するものとなっている。とくに、日高地方においては海岸に沿って形成されている海岸段丘崖に斜面崩壊が多発し^{25),26),27),29)}、家屋がその直撃を受けて4名の人命が奪われたほか、流出した崩土は草地・畑地・水田等を埋没し、国道・鉄道の主要幹線を長期にわたり寸断した。この災害は土地利用の高密化がまだ進行していない農山漁村型の災害であったが、地形・地質条件には胆振地方におけるものと共通した部分がみられた。

本論文では、北海道における上述のような最近の崖くずれ災害に焦点をあててその実態について明らかにし、今後の台地周辺部における土地利用のあり方と防災対策の基本について考察したものである。

本研究遂行に御指導いただいた北海道大学教授東三郎氏、ならびに現地調査の際にお世話になった北海道林務部治山課、社団法人日本林業技術協会、北海道大学農学部砂防工学研究室の各位に対して深く感謝する。

I. 研究方法

1. 崖くずれ災害発生の場

崖くずれ災害は第二次大戦後になって社会問題化し、都市周辺の台地や丘陵地帯における土地開発の進展にともない増加するようになってきたものである^{13),14)}。とくに、昭和30~40年代にかけてみられた全国的な土地開発ブームによって、大都市のみならず地方都市においてもその周辺の斜面が開発の対象とされ、土地条件を無視した粗雑な住宅地が各所に造成されることによって崖くずれ災害が多発するようになった^{7),20),24),33),49)}。

Table 1は、戦後北海道において発生した豪雨による崖くずれ災害のおもなものについて、過去の文献^{3),4),5),40),41),42),51)}よりその概要をまとめたものである。昭和36年に胆振支庁管内において発生して以来、昭和56年までに11回の災害が記録されており、19市町が被害を受けている。災害の経過をみると、北海道の場合は本州の開発先進地とはやや様子が異なり、都市周辺部においてよりも漁村・農村地帯における発生例が多い。これは北海道における産業・土地利用形態や、これまでの宅地開発の進捗状況などを反映しているものと思われる。しかし、昭和55年8月豪雨による災害は従来のものとは異なり、都市型の災害であって、北海道においてはまだ新しい型の災害として注目されるものである⁵²⁾。

Fig. 1にはTable 1に関連する災害発生市町の位置を示したものであるが、崖くずれの発生地はほとんどが北海道南部および南西部の太平洋と日本海に面する市町にみられる傾向にある。

Fig. 2は、北海道における海岸段丘の分布の一部について示したものである³⁷⁾。Fig. 1と重ね合わせてみるまでもなく、崖くずりは海岸段丘の形成がみられる地帯に発生していることがわかる。発達した海岸段丘は、内陸部から続くほぼ平坦な台地面(洪積台地)とその縁辺部に

Table 1. Main slope failure disasters caused by heavy rainfall in Hokkaido after the world war II

災害発生年月日			被災地		被害の概要		降雨記録
年	月	日	支庁	市町	死傷者等(人)	家屋の損壊・流出・浸水(戸), その他の被害	
1961 (昭36)	10	5~6	胆振	室蘭市 登別町 白老町	死者10, 行方不明者6, 負傷者6	全壊27, 半壊32, 床上浸水1,490, 床下浸水4,057	室蘭市 163 mm 登別温泉 550 mm 白老町 195 mm
1962 (昭37)	8	8~9	胆振	室蘭市 登別町 白老町	死者1, 負傷者9	全壊10, 半壊14, 床上浸水896, 床下浸水4,015	室蘭市 117 mm 白老町 160 mm 登別町 170 mm
1963 (昭38)	9	16	桧山	奥尻町 大成町 北桧山町	死者6, 行方不明者3	全半壊・流出196	奥尻町 250 mm
1966 (昭41)	8	19~20	胆振	伊達町	死者1, 重傷者1	全壊5, 半壊3	伊達町 188 mm (70 mm/日)
1973 (昭48)	9	23~25	渡島	知内町 戸井町 尻岸内町 南茅部町	死者17, 負傷者13	全壊104, 半壊75	南茅部町 399 mm 知内町小谷石 133 mm/時
1979 (昭54)	10	3~4	渡島 胆振	上磯町 南茅部町 白老町	死者4	全壊1, 土砂流入8, 走行中の乗用車転落	白老町 193 mm (50 mm/時)
1980 (昭55)	8	28~31	胆振	室蘭市 登別町 白老町	負傷者4	全半壊26, がけ崩れ130箇所	登別市 493 mm
1981 (昭56)	7	5~6	日高	静内町 三浦河内町 様似町	死者1	全壊10, 被害家屋501	三石町 322 mm (204 mm/日)
1981 (昭56)	8	5	日高	門別町 新冠町 静内町 三石町	死者4	全壊48, 被害家屋2,400	門別町 292 mm (47 mm/時)
1981 (昭56)	9	3~4	渡島 桧山	上奥町 磯尻町	死者8, 負傷者2	全壊1, 半壊2, マイクロバス海中転落	奥尻町 321 mm (74 mm/時)
1981 (昭56)	9	14	渡島	南茅部町	死者1, 負傷者2	全壊1, 半壊1	南茅部町 7 mm

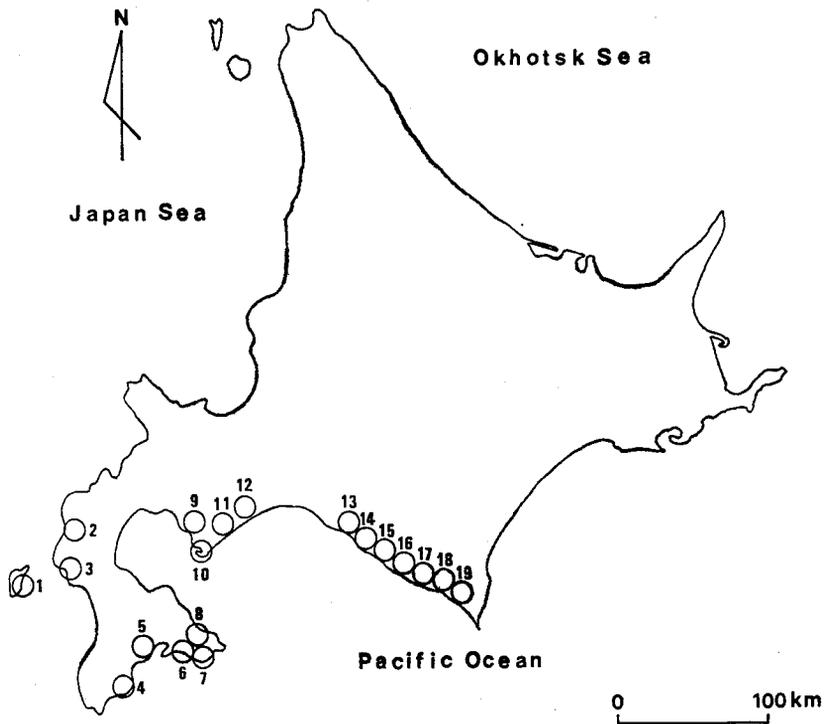


Fig. 1. Locations of slope failure disasters shown in table 1.
 1. Okushiri. 2. Kitahiyama. 3. Taisei. 4. Shiriuchi. 5. Kamiiso.
 6. Toi. 7. Shirigishinai. 8. Minamikayabe. 9. Date. 10. Murooran.
 11. Noboribetsu. 12. Shiraoi. 13. Monbetsu. 14. Niikappu. 15.
 Shizunai. 16. Mitsuishi. 17. Urakawa. 18. Samani. 19. Erimo.

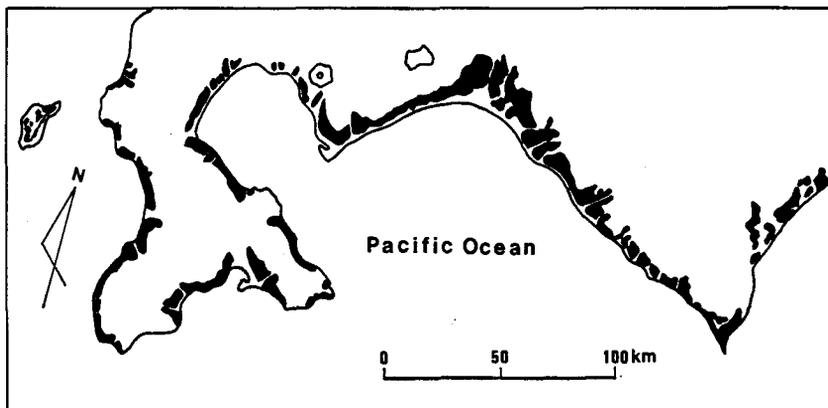


Fig. 2. Distribution of coastal terrace in southern part of Hokkaido.
 The dark shading on the map shows the terrace. Modified from
 KOSUGI (1970).

形成された急斜面(段丘崖), さらに段丘崖の低位にある平地(沖積平野)などの地形的要素によって構成されているが, このうち, 台地面から続く崖は傾斜の遷急部分であり, 本来より浸食・崩壊が最も頻ぱんに生起するところである。このため, 崖くずれのほとんどはこの崖面において発生する。したがって, 海岸段丘と崖くずれとはその分布において密接に関連するのであり, 海岸段丘崖の周辺における宅地造成などに代表される土地の改変は災害に結びつき易いといえよう。

2. 研究方法と対象地

苫小牧市とその周辺の太平洋岸は, わが国における開発事業の目玉の一つである苫小牧東部開発が計画実施されており, 臨海工業地帯としてのコンビナート化が企てられている。この事に関連して, 苫小牧市はもとより, 臨接する白老町, 登別市, さらに室蘭市における最近の土地開発と人口増加は著しい。その結果, 市街地の郊外においては住宅地の造成が盛んにおこなわれ, 台地周辺の農地, 林地, 原野は蚕食される傾向にある³⁰⁾。

ところで, 一般に大規模なニュータウンが建設される場合には, さまざまな環境設備や保全施設に関する社会資本の投入が公的な機関の手で計画的に実施される場合が多い³⁶⁾。しかし, 本研究の対象としている宅地造成のほとんどはそのようなものではなく, 防災対策などの基盤整備がほとんどなされないままに, 民間資本の手により小規模な単位で開発される「ミニ開発」によるものである。昭和55年8月の胆振地方における豪雨災害は, このような開発地に発生したもので, とくに土地改変の進んだ人工斜面において崩壊が多発しており³²⁾, ミニ開発の危険性を浮き彫りにしたものであった。同災害は北海道においてはまだ新しい都市型の土砂災害として注目されるものである。

本研究では上述の昭和55年8月豪雨災害と, さらにその前年の昭和54年10月に胆振支庁管内白老町周辺を襲った豪雨災害の事例を中心に取り上げた。これらの災害は土地改変とそれによる土砂流出の拡大という定性的側面での関連がみられることから²⁸⁾, 豪雨による崩壊とそれともなう土砂流出現象が, 土地への人為的介入ということによって, どのように災害に結びついていったのかを明らかにしようとした。そして, 今後の土地利用のあり方と防災対策の基本的な問題について考察を試みた。

そのために, まず現地踏査と空中写真とにより崩壊地の分布と崩壊形態を調べ, いくつかの崩壊地について周辺の表層地質, 堆積地形(崩土, 崖錐, 扇状地など), 植生状態を観察し, 崩壊の履歴を探る資料とした。また, 過去の災害記録については, 地方史誌, 気象資料, 災害報告書, 新聞記事等の文献より収集し, 災害分析のための参考とした。さらに, 人口と土地利用の推移, 保全施設の整備状況など, 社会的条件に関する資料もあわせて収集し, 災害の要因と防災対策を考えていくための基礎とした。

研究の対象とした地域は, 苫小牧市から室蘭市にかけての海岸平野と台地周辺部である。Fig. 3に研究の対象とした地域を示した。

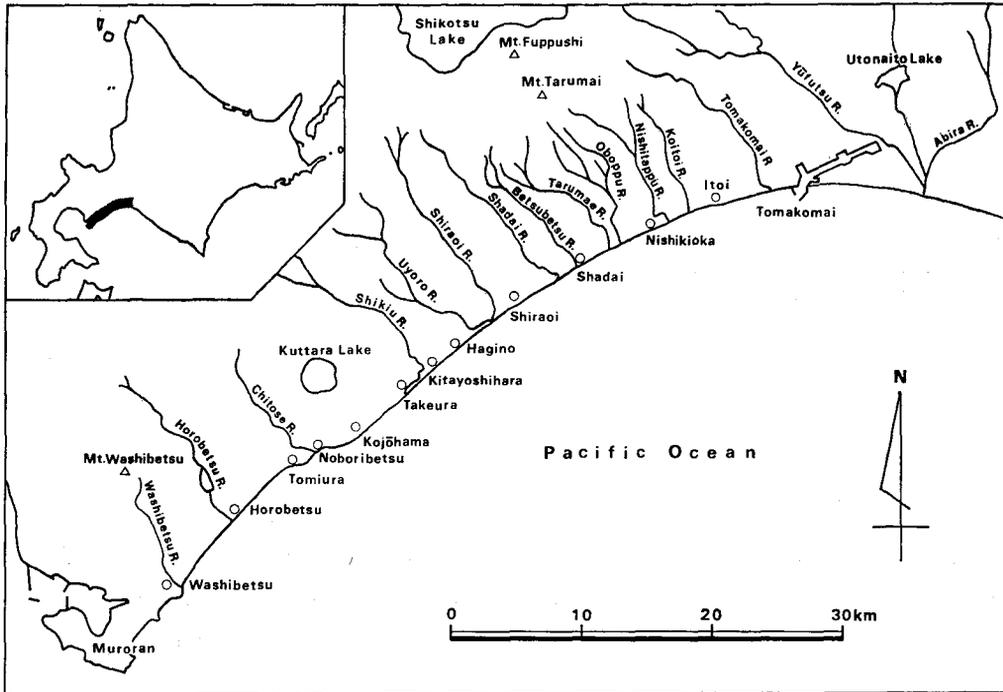


Fig. 3. Location of the study area.

II. 研究対象地の自然環境

1. 地 質

対象地域の背後には、東側から西側へかけて支笏湖を中心とする樽前火山群、ホロホロ火山、倶多楽火山、カルルス火山、室蘭岳火山など、新第三紀後期から第四紀更新世および現世に活動した火山が存在する³⁾。したがって、地域一帯の地質はこれらの火山活動による影響を強く受けており、大部分が火山噴出物より構成されている。

敷生川左岸から別々川にかけて広く分布し、いわゆる丘陵性台地を形づくっているのは支笏火山噴出物である。これは支笏カルデラが約3万年前に噴出したといわれているもので、最下部は降下軽石堆積物からなり、その上部の大部分は軽石流堆積物によって占められている¹⁾。上部は溶結作用を受け溶結凝灰岩になっているが、その溶結の度合は台地末端部ではあまり強くない。なお、この支笏火山噴出物は別々川より東側の地域にみられる丘陵地の下部にも連続して広く分布しているが、その上部は樽前火山噴出物によって厚く覆われている。樽前山が噴出した火山灰は、上位から下位へ、Ta-a, b, c, dの4層に大別されている⁶⁾。これらの噴出物はほとんど固結していないので、九州のシラス地帯においてみられるものと類似した浸食・崩壊の様式をとっている。

敷生川右岸から幌別川にかけては倶多楽火山噴出物が広く分布している。この噴出物は構

成材料の相違により、上位から下位へ、虎杖浜火山岩屑堆積物（虎杖浜から東に分布）、ポンアヨロ軽石流堆積物、登別溶結凝灰岩、ランボーゲ降下軽石堆積物の4層に区分される³²⁾。このうち、登別溶結凝灰岩は強く溶結しており、台地末端部で数mの厚さをもっている。さらに、これらの俱多楽火山噴出物は登別層によって不整合に覆われている。登別層は固結度の比較的高い砂岩・礫岩と、軟質の礫、砂、シルトなどからなる。昭和55年の災害時にはこの登別層が滞水層となり、その下部におけるパイピング現象による崩壊が各所でみられた。

幌別川から西側の地域にかけての丘陵性台地の上部には室蘭岳火山噴出物が広く分布する。その主なものは、岩塊を多量に含む黄金泥流堆積物と、その上位にある輝石安山岩からなる室蘭岳集塊岩である。台地の末端部は平坦面となり、段丘堆積物によって覆われている場合がある³¹⁾。

以上に述べてきた第四系の地質は、古いものから新しいものへ、室蘭岳火山噴出物、俱多楽火山噴出物、登別層、支笏火山噴出物、樽前火山噴出物の順となる。

新第三系の地質は、調査区域内においては室蘭市街地の周辺に分布がみられる。それは火山碎屑物を主体とする地層であり、下位から上位へ幌別層、室蘭層の2層であるが、これらの層はしばしば火山岩の岩脈で貫かれたり、あるいはそれらに覆われていて複雑な地質を示しており³¹⁾、地形はそれらを反映して比較的起伏が多くなっている。

2. 地 形

地形は内的営力（地殻変動や火山噴火など）と外的営力（各種の浸食作用など）との2つの要因に支配されながら形成される。対象地域の地形は、背後の火山山麓斜面から続く丘陵性台地とその末端の急斜面、さらに低位にあって海岸線に沿って細長い沖積平野に大区分され、その他に台地を開析する河川やガリー、中・小規模の扇状地、崖錐などがみられる。

前節で述べたように、丘陵性台地の基盤をなしているものは、敷生川左岸から東側にかけては支笏火山噴出物、敷生川右岸から幌別川にかけては俱多楽火山噴出物、さらに、幌別川から西側にかけては室蘭岳火山噴出物である。これらの噴出物の堆積によって形成された広い台地地形は、その後主として河水による浸食を受け、初期の主要な縦浸食の時期を早目に終了し、横浸食に移行していったものと考えられている³⁾。ただし、樽前川から東側の地域は支笏火山噴出物の浸食過程で、現世になって活動を開始した樽前火山噴出物によって厚く覆われている。しかし、この地域においても深いガリーが形成されていることから、流水による浸食作用を受け現在に至っているものと思われる。いずれにしても、このような急速な河谷の発達には、台地を構成する火山噴出物の浸食抵抗がきわめて弱いことを示すものである。

台地はその末端部が急崖をなして沖積低平地に続くが、崖斜面にはまだほとんど植生の回復していない崩壊地から、ほぼ100%回復したとみられる崩壊復旧跡地まで、さまざまな復旧段階にある崩壊地が存在している。そして、そのような斜面の下部には崖錐や小規模の扇状地がみられ、それらの地形はそこが過去から現在にいたるまでの土石の氾濫・堆積の場であるこ

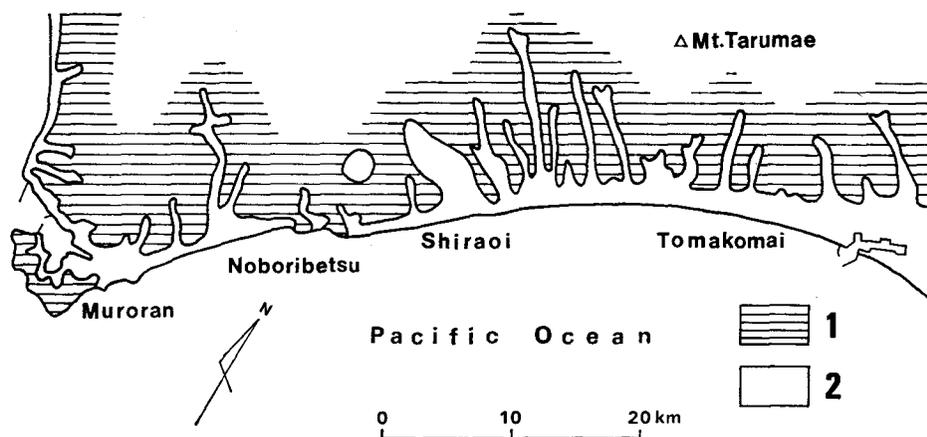


Fig. 4. Topographical division of the study area.

1. Terrace and hills. 2. Alluvial plain.

とを示している。

他方、沖積低平地の台地際は地下水位が高く、水はけが悪いので、湿地あるいは沼沢地となっているところが多く、大雨時には浸水あるいは冠水地帯となり易い。なお、Fig. 4は研究対象地の地形を台地・丘陵地と低地とに区分したものである。したがって、崖斜面は両地形の境界部分に位置することになる。

3. 気 象

対象地域の気象は、北海道における気候区分によると胆振日高沿岸区分に属し、年平均気温 $7\sim 8^{\circ}\text{C}$ 、最暖月平均気温 $21\sim 22^{\circ}\text{C}$ 、最寒月平均気温 $-5\sim -8^{\circ}\text{C}$ である。以下にこの地域における気象状態の季節推移について述べる。

アジア大陸に蓄積された寒冷な気団の勢力が弱まる3月中旬になると曇天が多くなり、寒冷前線による突風や発達した低気圧がもたらす少量の雪をともなった強風がみられることがある。しかし、3月下旬になると平野部ではほとんど積雪が無くなり、道内の他地方より先に春らしくなる。

4月下旬から5月にかけては移動性高気圧が広く日本を被うようになり好天の日が続く。しかし、6月中旬になるとオホーツク海高気圧の勢力下に入るため、梅雨のような日や霧雨模様の日が多く、低温湿潤な天気は7月中旬まで続く。

7月中旬をすぎると、北海道に到達する梅雨前線が北方に去るか、弱まって消滅すると北太平洋高気圧の圏内に入り夏型となる。真夏には太平洋高気圧の勢力が衰え、大陸地方の寒気団の勢力が強くなって南下し、前線帯がこの地方に停滞し、かなりの豪雨が降ることがある。

8月下旬には寒冷前線の通過にともなって秋風が吹き始める。このころ太平洋高気圧は徐々に後退をはじめめるが時々勢力を回復し、季節風の衝突を生じ、このため駿雨が多く天候は安定しない。台風は北海道付近にくるまでに多くは衰えるが、中心気圧が 980 mb 以下のものは

大災害を与えることがある。とくに台風が日本海を北上して奥羽北部から北海道南部を通過する時は大雨となり易い。

冬は大陸の寒冷な気団の影響が強く、寒冷前線が通過すると数日間降雪をみることがある。しかし、一般に降雪は少量であり晴天日が多い⁴⁶⁾。

III. 嵐くずれ災害の事例

1. 昭和55年8月豪雨災害

1) 対象地域の降雨特性と災害時の豪雨

北海道は、西南日本と比較して一般的に年間降雨量は少なく、また、台風や前線にともなう大雨の頻度も小さいといわれている。しかし研究対象地である胆振地方の室蘭から苫小牧にかけては年間降雨量が比較的多いところとして知られており、かなりの大雨になることがたびたびある。

胆振地方の大雨の特性と機構については、菊地らの最近の研究^{10),44)}によって明らかにされてきている。それによると、オロフレ山系の南東斜面において年間降雨量が多く、しばしば大雨が発生する。地方風向が南寄りの時に地形の影響を大きく受け、とくに南東風の場合には必ず「山岳性降雨」(山間部に降雨量の多いタイプ)が発生することが明らかにされている。このほか、同地方の降雨のタイプは「海岸性降雨」(海岸平野部に降雨量の多いタイプ)、「均一降雨」(山間部と海岸部との降雨量に顕著な相違がみられないタイプ)、「北西斜面型降雨」(オロフレ山系の北西側で降雨量が多いタイプ)、その他、の5つに分類されている⁴⁴⁾。

ところで、昭和55年8月の災害をもたらす素因となった大雨は、日本海を進んできて秋田沖に停滞した低気圧によるものである。8月27日に日本海を進んできた低気圧は、28日には秋田沖まで進んだが、オホーツク海から三陸沖に達する優勢な高気圧によってその進路を阻まれ、このため低気圧は31日までの5日間にわたって秋田沖に停滞し、全道的に雨となったものである。大雨域は北海道南西部、とりわけ胆振地方に集中し、記録的な降雨量となった。

雨の降り始めた28日から降り終った31日までの4日間の総雨量は、登別で493 mm、白老で352 mm、室蘭で256 mmに達した(Table 2)。この豪雨の降り始めは、山間部に雨量の多

Table 2. Precipitation (mm)

August 1980

locality	Muroran	Noboribetsu	Shiraoi	Tomakomai
date				
28	31	18	10	8
29	51	120	49	31
30	91	171	95	82
31	83	184	198	67
total	256	493	352	188

い「山岳性降雨」であったが、後半は雨域が山間から平野中央部へ移り、31日にはとくに竹浦付近の海岸線に集中し、いわゆる「海岸性降雨」となった¹⁰⁾。Fig. 5にこの間の総降雨量が最大であった登別における時間雨量と積算雨量の時間的変化について示した。時間雨量、日雨量ともに31日に集中している。

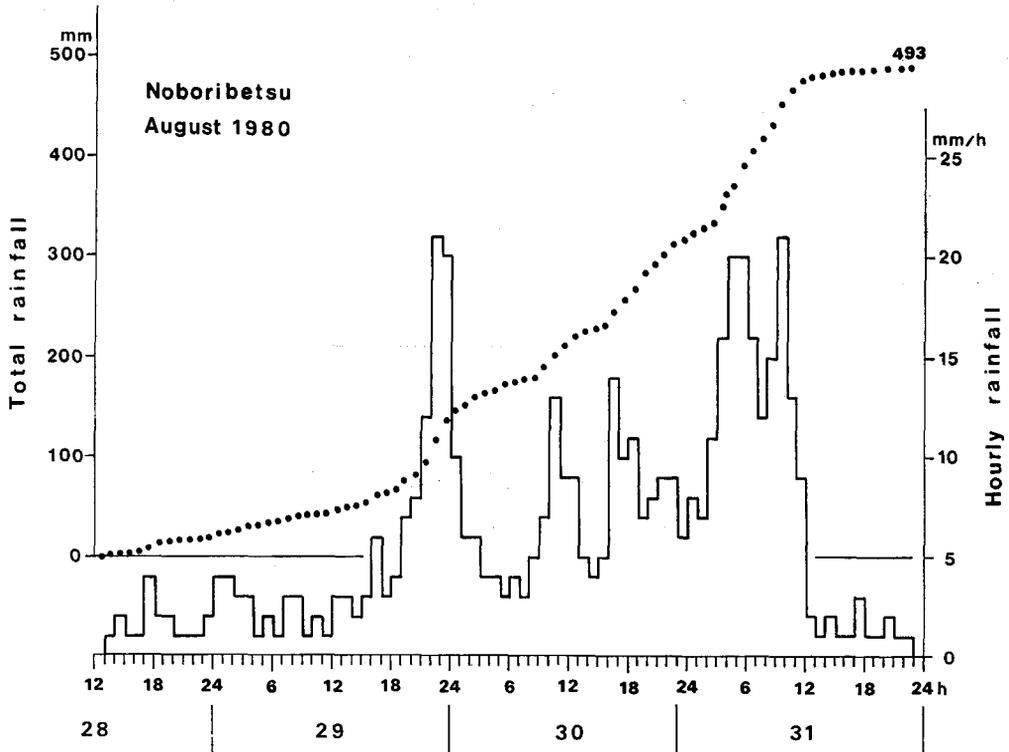


Fig. 5. Hourly rainfall and total rainfall in Noboribetsu at the end of August 1980.

Table 3. Damage of the heavy rainfall disaster at the end of August 1980

(1,000 yen)

municipalities	Muroran	Noboribetsu	Shiraoi	total ①	all Hokkaido ②	①/②×100 (%)
living house	523,730	403,350	79,809	1,006,889	1,008,522	99.8
non-living house		70,063		70,063	79,363	88.3
agriculture	484	392,055	77,814	470,353	1,202,561	39.1
engineering	802,500	367,200	360,850	1,530,550	3,096,310	49.4
urban facility	5,035			5,035	5,035	100.0
fishery		92,533		92,533	94,833	97.6
forestry	289,500	1,442,500	370,000	2,102,000	3,256,500	64.5
another	474,267	618,543	186,405	1,279,215	1,335,547	95.8
total	2,095,516	3,386,244	1,074,878	6,556,638	10,078,671	65.1

2) 災害の実態

昭和55年8月豪雨による物的被害額は、Table 3に示すように全道で約100億円であり、そのうちの約65%は室蘭市、登別市、白老町における被害である。被害項目別にみると林業被害の占める割合が大きく、全道で約33%に達しており、次いで土木被害の順となっている。市町別についてみると、被害は登別市が最も多く受けている。なお、人的被害については表には示さなかったが、幸い死者は無く、登別市において重傷1名、軽傷5名となっている。

次に、斜面崩壊とそれによる災害の状況について、発生地区毎にみることにする。

i) 白老町竹浦地区

白老町の萩野から虎杖浜にかけての低湿地帯には、いわゆる「温泉付分譲地」として知られる新興住宅地が昭和47年より開発されている。同地帯は昭和54年10月3日の豪雨に続いて今回の豪雨によっても浸水被害があり、いわば水害常習地帯としての性格を帯びてきている

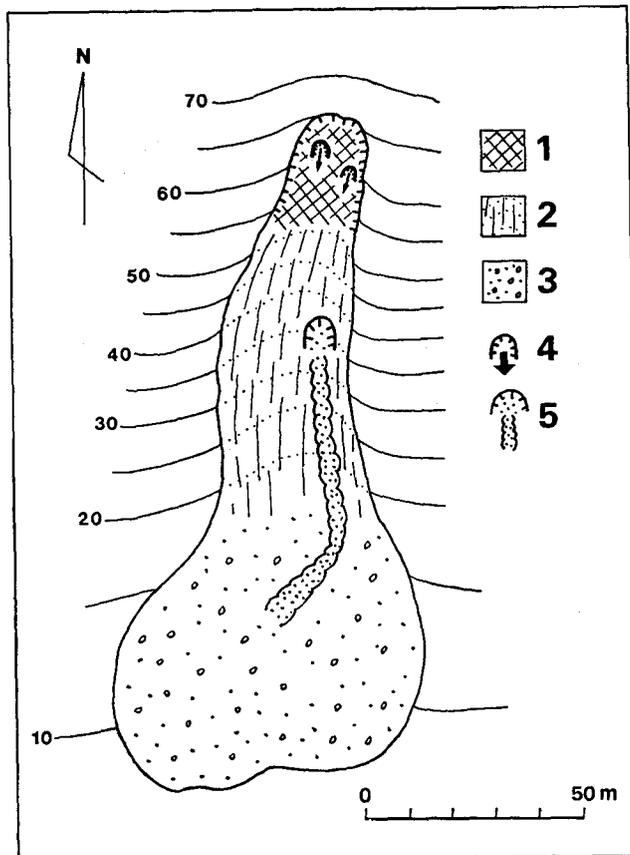


Fig. 6. Illustration of the slope failure in Takeura, Shirai town at 1980.

1. Collaps area.
2. Passage area.
3. Deposit area.
4. Piping hole.
5. Gully.

ところである。この低湿地帯の背後には海岸段丘崖が連なっていて裏山を形づくっている。段丘面上は若い造林地(民有林)となっていて、現在、北海道縦貫自動車道の建設工事が進められている。一方、崖斜面は広葉樹からなる天然林が自生する自然斜面である。

今回の豪雨により、竹浦から虎杖浜駅裏にかけての自然斜面に数個所の崩壊が発生し、流下した崩土と泥水が崖下の住宅地に被害を与えたが、幸い家屋の倒壊には結びつかなかった。

Fig. 6 は同地区に発生した崩壊地の一例を示したものである。同地区における崩壊はすべて斜面の浅凹部や沢型地形に発生しており、崩壊地の頂部は台地面より数 m 下方に位置している。付近一帯には倶多楽火山噴出物が厚く堆積しており、これらの噴出物は登別層(砂岩・礫岩を主体とする厚さ 2 m 前後の地層)によって不整合に覆われている。そして、崩壊地の頂部はほぼこの不整合面の直下に位置しており、崩壊地にはパイピング流出口が認められる。このことから崩壊は、透水層である登別層に沿って流下してきた浸透水が、台地末端の崖面において噴出し、登別層の下位にある浸食の受けやすい軽石堆積物(倶多楽火山噴出物)がパイピング崩壊したことによるものと考えられる。

崩壊時には多量の湧水ならびに表流水があったとみられ、斜面中腹部から下部にかけて存在する崖錐堆積物が浸食を受け、幅 12 m、深さ 8 m 程度のガリーの形成がみられる。そして、このような浸食によって二次的に流出する土砂の量は、崩壊源において一次的に生成される崩土の量よりもはるかに多いのである²⁸⁾。

ii) 白老町虎杖浜臨海地区

同地区は、ポンアヨロ川(白老町)と登別川との分水界をなす台地とその周辺の地域である。台地の南西端は広葉樹からなる天然林が自生する比高約 35 m、斜面傾斜角 40 度の急崖となっている。この崖の一部が崩壊し、直下の住宅 4 戸が全壊し、3 戸が半壊するという被害を受けている(Fig. 7)。

クッタラ火山噴出物(軽石)からなるシラス状の台地上には温泉ホテルが一軒建てられているほか、昭和 30 年代に造成されたという、まだ住宅の建てられていないまったくの裸地状態の宅地が約 6,000 m² の面積で存在している。

崖くずれが発生する直前には、この台地上に深さ 0.4~1.0 m の水が滞留し、その一部が崖に集中して流下することによって、深さ 14 m のガリーを形成し、さらに、斜面長 50 m、幅 90 m、厚さ 1.0~1.5 m におよぶ表土層が全面的に崩落している。ガリー浸食と表層崩落によって流出した土砂の量は約 9,000 m³ に達し、斜面下方 50 m の範囲、すなわち崩壊高の約 1.5 倍の距離の範囲まで流下した土砂の影響を受けている¹⁵⁾。

斜面に自生していた胸高直径 30~60 cm のミズナラ、カンワなどの天然生広葉樹は斜面の崩壊にともなって流木化し、崩土とともに家屋を襲い破壊力を増大させる役割を果たした。現地では、台地上の表流水のホテルへの直撃を恐れ、ホテル側で土のうを構築して流水を崖に導いたための崩壊といわれている。

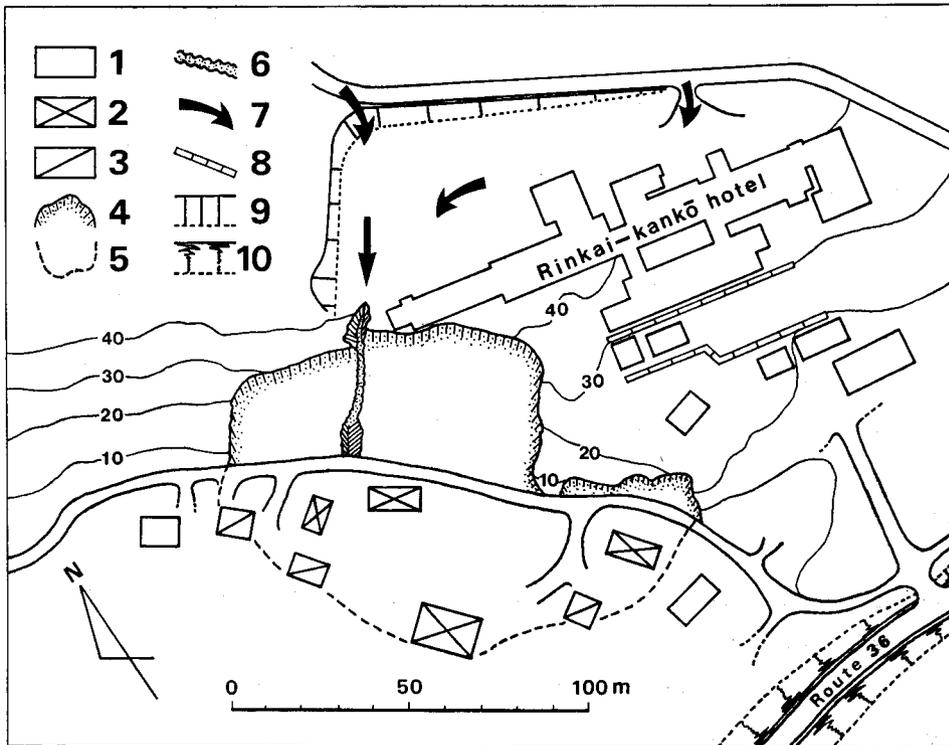


Fig. 7. Slope failure in Kojohama, Shirai town at 1980.

1. House. 2. Razed house. 3. Half razed house. 4. Area of slope failure. 5. Area of debris deposit. 6. Gully. 7. Trace of running water. 8. Retaining wall. 9. Cutting slope. 10. Banking slope.

iii) 登別市富浦町

昭和46年に富浦町市街を山側に迂回するように新設された国道36号線の、約1.7kmの区間にわたる道路路面(自然斜面を含む)が崩壊し、富浦町の大半が流下した土砂と泥水による被害を受けた(Fig. 8)。国道の北側には広大な台地(登別市札内町)が拡がっており、現在、草地・畑地などに利用されているが、崖の周辺部は荒地のままで放置されているところが多い。

台地を構成する地質は、表層より軽石質砂層(有珠山放出物などの新期火山灰と低位段丘堆積物)、砂岩層(登別層)、軽石層(ボンアヨロ軽石層)、溶結凝灰岩層(登別溶結凝灰岩)、軽石層(ランボーゲ軽石層)の順となっており(Fig. 9)、これらの地層は全体的に東側に緩く傾いている。

崩壊は、これらの地層が露出する台地末端の崖や道路の切取法面に集中して発生している。崩壊の多くは溶結凝灰岩層より上部にみられ、パイピング流出口が認められる。このパイピング現象は、台地を人為的に切り通して作られた道路の切土法面においてとくに明瞭に現われ、台地の地表面より約4m下位にあるボンアヨロ軽石層に直径1~2m、奥行数mの洞穴が形成されており、多量の水の噴き出しにより軽石層を浸食した形跡が認められる。洞穴の位置

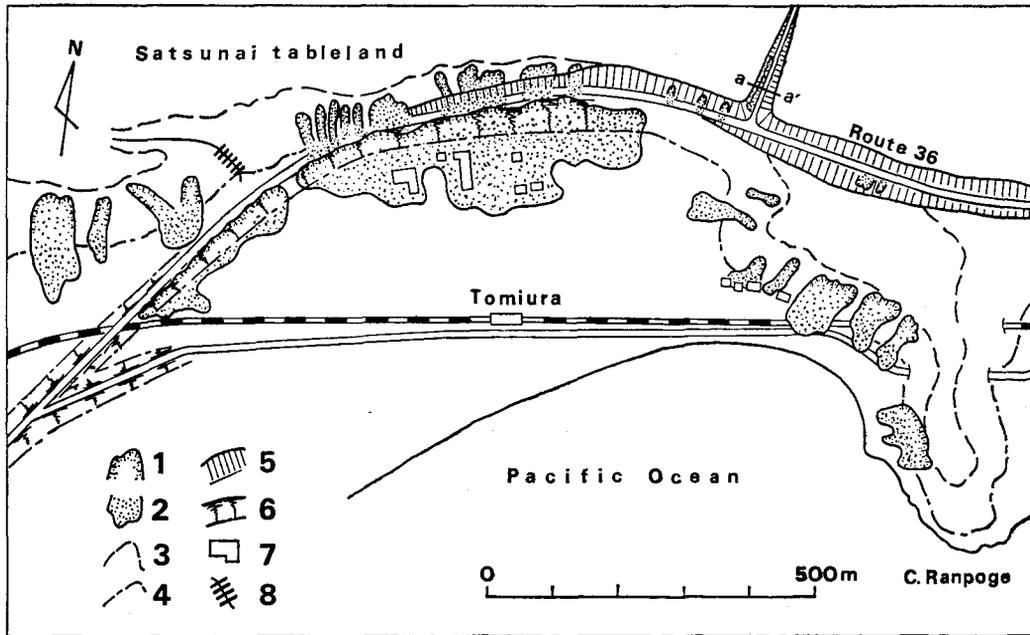


Fig. 8. Slope failure in Tomiura-chō, Noboribetsu city at 1980.

1. Area of slope failure. 2. Area of debris deposit. 3. Edge of table land.
4. Foot of cliff. 5. Cutting slope. 6. Banking slope. 7. Damaged house.
8. Soil conservation works.

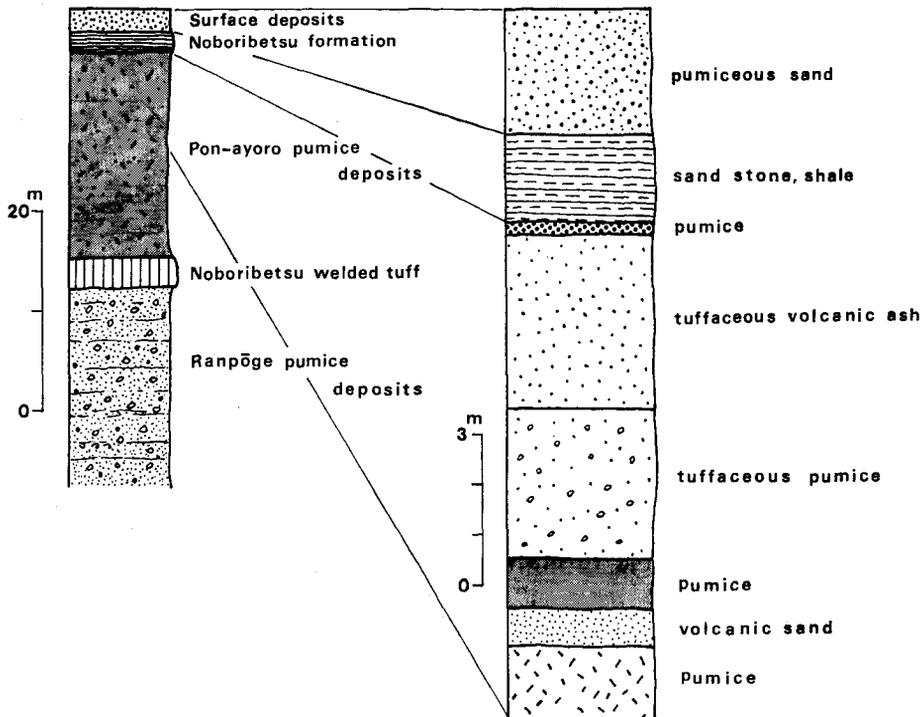


Fig. 9. Geological columnar diagram at the edge of Satsunai tableland near Tomiura-chō, Noboribetsu city.

が相次いで崩壊し、斜面の直下に建てられていた住宅7戸が全壊し、3戸が半壊し、1人が重傷を負うという被害が生じた (Fig. 11)。被害を受けた家屋はいずれも昭和44~45年にかけて建築されており、付近一帯は新興住宅地として開発されているところである。

段丘上はほぼ平坦な台地となっているが、家屋がまったく建てられていない宅地造成地が放置されたままとなっており、荒地化している。崩壊は、基岩である角礫凝灰岩質の登別溶結凝灰岩を覆う風化土層が、0.3~0.5 mの厚さで崩落することによるもので、表層崩落型の崩壊形態をとっている。崩壊の際には斜面に自生していた天然林も同時に崩落したため、流木の混入した崩土が家屋を直撃することになり、とくに大径木は破壊力を増大する役割を果たした。

段丘崖の南東斜面を切り崩して造成された住宅地 (Fig. 11の中央より右側にかけての緩斜面) においても、盛土部分が滑動、崩壊するという現象が生じている⁵²⁾。

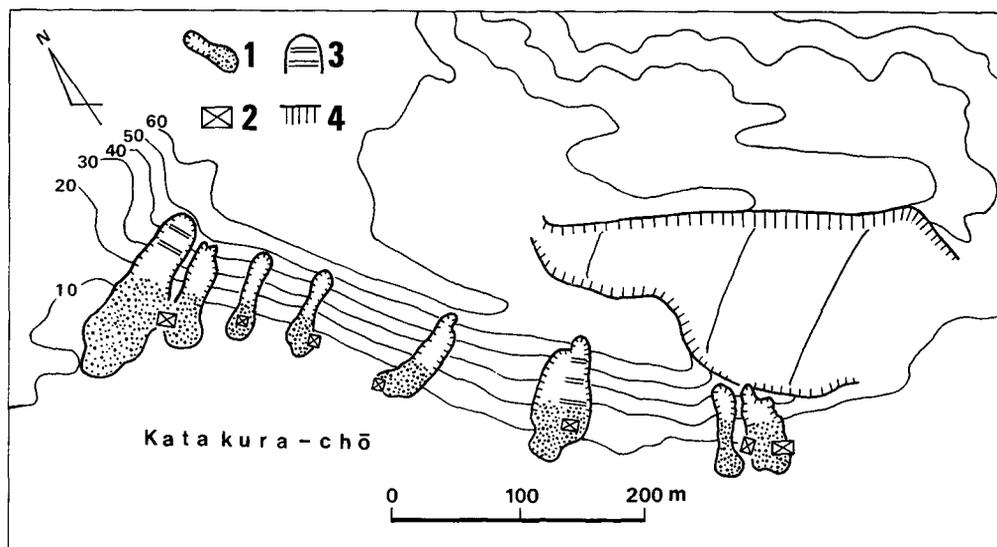


Fig. 11. Slope failure in Katakura-chō, Noboribetsu city at 1980.

1. Slope failure area. 2. Razed house. 3. Hillslide works. 4. Cutting (housing site).

v) 室蘭市大沢町

室蘭市は本研究対象地域のなかで、とくに山坂や崖地の多いところとして知られるが、大沢町の被災地はかつての沢型地形を埋め立てて造成された新興住宅地である。沢中腹の埋立部分が、深さ8 m、幅20 mにわたってカール状の崩落崖を形成して崩壊し、崩土は土石流化して住宅6戸が全半壊し、3戸が土砂に埋没した (Photo 1)。崩落崖の上流部には崩壊時に表流水が流下した形跡はほとんど認められず、むしろ、崩落崖脚部に埋立前の沢の流水と思われる相当量の水が湧出していることから、伏流水の増加により埋立地盤が流動化し崩壊したものと推察される。崩壊地は地すべり地に類似した形態をとっている。



Photo 1. Failure of housing site prepared by filling up vally in Ōsawa-chō, Muroran city. The filled earth broke down as debris flow razing 6 houses and burying 3 houses and the original stream bed appeared.

被災地は急勾配の沢を埋立てた人工地盤であったが、水路工や土留工などによる地盤安定工がほとんどなされていない住宅地であった。今回の崩壊により、約 3,500 m³ の埋立土が流出し、原地形に近い状態にまでもどった。

vi) 室蘭市白鳥台ニュータウン

白鳥台ニュータウンは、昭和40年代後半に室蘭市西方の郊外にある小起伏の段丘上の台地地面を利用して造成された大規模新興住宅地である。かつて成立していた広葉樹林が伐採されたあと、台地面上的の小沢や起伏部分は切土と盛土による地形改変がなされている。

台地を解析する沢の出口を埋立てた部分では、土砂流をともなった崩壊が発生しており、また、台地周縁部の盛土箇所においては地すべり状の崩壊がみられる。台地上の地表面は道路のアスファルトと住宅によって覆われているために、降水の浸透は困難となり、表流水は道路沿いに流下して台地周縁に溢れ、軟弱な盛土部分を崩壊したものと考えられる。新築入居後1カ月半という住宅数棟の床下の盛土地盤がえぐり取られて住宅の基礎が露出し、家屋が半宇宙に浮いたような状態になったところもみられた (Photo 2)。

白鳥台ニュータウンは比較的規模の大きい宅地造成地であるにもかかわらず、台地上に供給された降水が一時的に滞留するような場所(遊水池)が配慮されておらず、表流水の排水対策が不十分であること、また、家屋から盛土部分の法肩までの距離がわずか2m程度しかなく、その下流側は長大な斜面となっていること、さらに、盛土した部分には土留工や擁壁工などの保全施設が作設されていないことなどが問題点として指摘される。

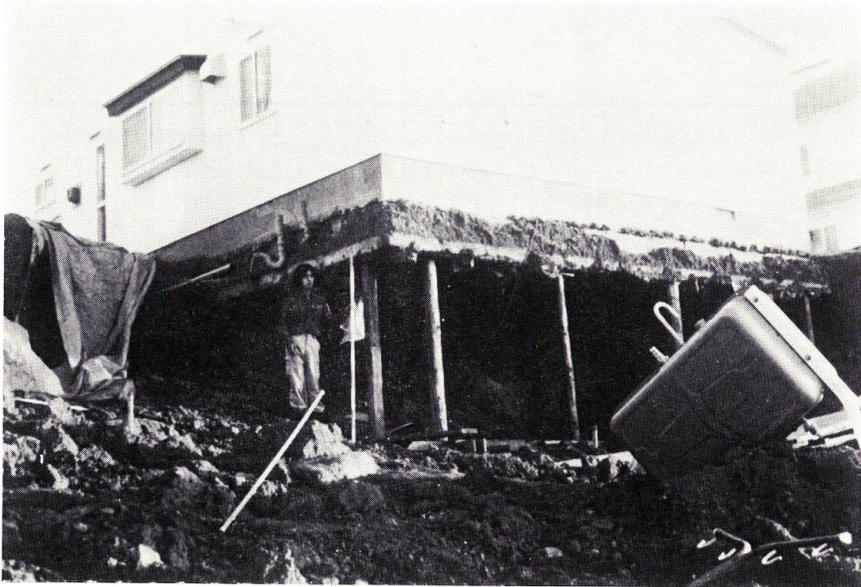


Photo 2. Failure of housing site prepared by banking hilly slope in Hakuchōdai-newtown, Muroran city. The banked earth broke down as small land slide and the footing of house appeared.

2. 昭和54年10月豪雨災害

(1) 災害の概要

昭和54年10月3~4日に、山陰沖に発生した前線をともなった低気圧の通過により、室蘭から苫小牧にかけての地帯に100~200mmの局地的な大雨があり (Table 4)、このため、同地帯に家屋浸水869戸、道路決壊98箇所などの被害もたらされた。とりわけ、白老町では10月3日、18時30分から22時までの3時間30分の間に189mm、1時間あたり最高雨量50mmという集中的な降雨があり、崖くずれ、家屋浸水などの被害があった。白老町の調査による被害の状況をTable 5に示す。最も被害額の大きい白老地区では農業被害と道路被害で大半を占めている。農業被害は台地周縁部の斜面に発生した崖くずれにともない、土砂が農地に流入したことによるものである。また、白老・萩野・北吉原地区などに合計244棟の家屋浸水

Table 4. Precipitation (mm)

(1979)

date \ locality	Muroran	Noboribetsu	Mt. Noboribetsu	Morino	Shiraoi	Tomakomai
Sep. 30	25	22	23	20	18	14
Oct. 1	65	58	57	69	75	107
2	0	0	0	0	0	0
3	6	192	130	60	189	98
4	0	1	5	29	4	9
total	96	273	215	178	286	228

Table 5. Damage of the heavy rainfall disaster in Shiraoi town
at Oct. 3rd 1979

(1,000 yen)

region \ damage	Shadai	Shiraoi	Ishiyama	Hagino	Kita-yoshiwara	Tekeura	Kojohama	total
flooded house	9*	102*	2*	47*	67*	14*	3*	244*
road collapse		14,698	666	65	7	693	200	16,329
river collapse			2,172			119		2,291
bridge loss						9		9
agriculture	3,500	26,300	2,020					31,820
another		11,000		305				11,305
total	3,500	51,998	4,858	370	7	821	200	64,754

* the number of houses.

被害がみられる。これらの家屋は低湿地帯に開発された新興住宅地に建てられたものがほとんどである。

以下に、このような災害の事例について、もう少し具体的にみておく。

(2) 災害の事例

i) 白老地区の崖くずれ災害

同地区を含む白老町一円では、昭和52年度から農用地開発公団の手によって、「白老区域畜産基地事業」が進められ昭和55年3月に完成している。この事業は肉用牛の大型経営群の創設と育成を図るために、白老町に所在する山林原野等を開発し、草地・農業用施設用地約460 haの造成と、約1,090 haの林間放牧地の整備、さらに、農業用施設整備、農機具・家畜の導入等を総合的かつ計画的に実施することを目的となされたものである³⁹⁾。ところで、昭和54年10月豪雨により、この事業に関連する草地、農道、家畜等が崖くずれに起因する土砂流による被害を受けた。Fig. 12に示されてあるように、尾根は標高100 m前後の狭く平坦な台地となっており、草地として利用されている。崩壊はいずれも凹型地形のところに発生しており、崩壊地の頭部は平坦な台地面から斜面に移行する遷急線の下部に位置している。

台地を構成するおもな地質は支笏溶結凝灰岩であり、溶岩のような外観を呈する部分や、溶結の度が弱く軟質で集塊岩状を呈する部分などに区分され、岩質は変化に富んでいる (Fig. 13)。

現在観察される崩壊地は、今回の豪雨によって新規に形成されたものと、以前から存在していたものがさらに拡大崩壊したものとがあるが、いずれも支笏溶結凝灰岩の上層部を構成する固結度の弱い集塊岩質の部分に形成されている。斜面の脚部には崖錐、あるいは小規模な扇状地の形成がみられ、そのような地形のところは草地に造成されている。

以前より存在する崩壊地の崩落面はシラス地帯にみられるものと同様にきわめて急傾斜で

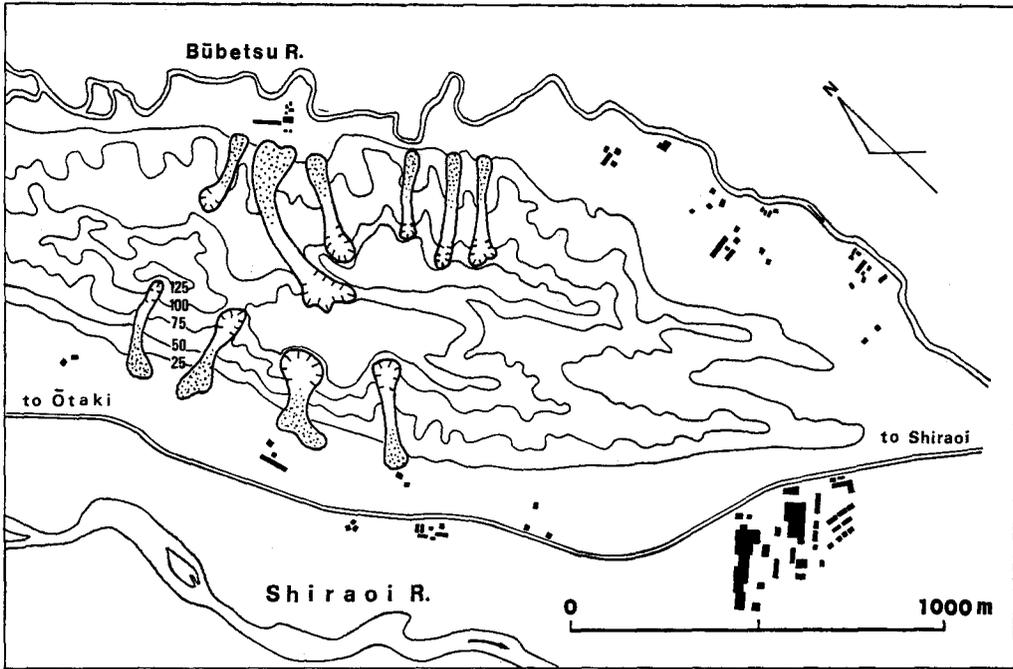


Fig. 12. Slope failure in Shiraoi at 1979.

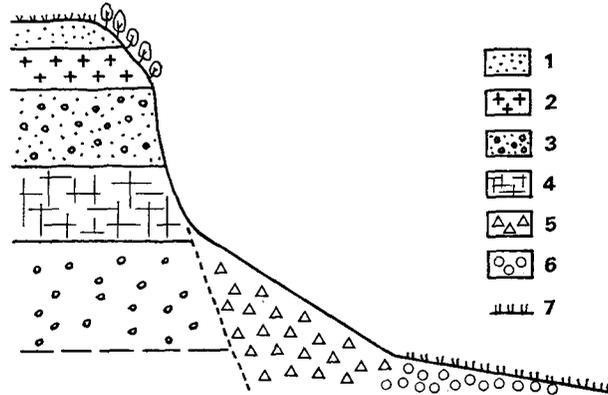


Fig. 13. Geological and topographical profile at the edge of tableland which is composed of Shikotsu welded tuff, north of Shiraoi town.

1. Weak concretion. 2. Firm concretion. 3. Weak concretion. 4. Less firm concretion. 5. Talus cone. 6. Alluvial cone. 7. Grass land.

あり、植物の定着が長い期間みられないために裸地状態になっている。斜面脚部の崖錐や扇状地面が二次的に浸食を受けガリーを形成しているところもみられる。

ii) 新興住宅地の浸水災害

白老町の白老・萩野・北吉原・竹浦・虎杖浜の各地区は、いずれも太平洋と台地とに挟まれた海岸平野に位置している。この地域は元来低湿地帯であるために水はけがきわめて不良で

あり、なかでも、白老・萩野・北吉原地区は今回の豪雨による浸水被害を集中的に受けている。同地区は昭和35年の大昭和製紙の進出とその後の温泉の湧出に刺激されて、昭和47年より民間の資本による宅地開発が急激に進行したところである。浸水被害は住宅街を南北に縦断し、国道36号線と連絡する幹線である町道萩野十二間線の両側を流れる排水溝とフシコベツ川が氾濫したことによる。同幹線は約1kmにわたり局部的に1.5mの深さで冠水したため、その周辺一帯は2日間にわたって孤立状態となっている。同幹線は昭和55年8月の豪雨時にも1.5kmにわたって冠水し、沿道一帯の約50戸が床上浸水、約300戸が床下浸水するという被害を受けており、浸・冠水災害が常習化してきている。上記の排水溝、フシコベツ川ともに流路の断面積が小さく、それに加えて河床勾配が0.1%以下というわずかな傾斜しかない。このため、大雨の際には氾濫し易く、内水をスムーズに排水することがきわめて困難である。同地区においては抜本的な排水対策が講じられない限り、水害の常習化はさけられない。

3. 既往の災害記録

対象地域においては、斜面崩壊、土石流、河水氾濫などの自然現象は有史以前から生起していたはずであり、それは、台地周辺の斜面下部に形成されている崖錐や扇状地などの存在から容易に推測されるところである。そして、このような堆積地形は、この地域に人間が住むようになってからもなお形成され続け、今日に至っているものと考えられる。

斜面崩壊等の現象は、地形学的時間スケールからすれば地形形成過程における一コマとしてみることが出来るが、人間の生活とのかかわりでは災害を誘発する原因ともなってきた。

ところで、対象地域における既往の災害に関して、文書や文献に記録されたものについてみると、その原因となった斜面崩壊や土石流等の自然現象に関する記載はほとんどみあたらない。したがって、もし過去のそのような現象の規模、頻度、形態等について探ろうとするならば、現地において堆積地の微地形、表層地質、植生等の調査を実施して、現象の痕跡から推測する以外に方法はないが、これはきわめて困難である。ここでは、そのような作業の方法については今後の検討課題とすることとし、とりあえず既応の災害について、文書、文献等に記録されているものを探し出し、その概要をTable 6にまとめた。

資料の収集にあたっては、地方史^{18),23),38),48)}、災害に関する研究報告^{5),11),12),17)}、新聞記事、行政資料などを参考にした。

表によると、記録に残る最も古い災害は登別における明治18年の台風災害である。それ以降各地における被災の形態をみると、河川氾濫による浸水や冠水による被害が多い。

土砂による被害の記録として最初にみられるものは、大正12年の室蘭における崖くずれ災害である。これにより13戸が全壊し、11戸が半壊している。

昭和25年には苫小牧を中心に豪雨があり、7月31日より降り始めた雨は8月1日午後10時過ぎまでに447.9mmを記録し、道路、橋梁、河川、農地等の被害は苫小牧市だけでも10億8千万円にのぼっている。覚生川では橋脚が倒壊し、通りかかった列車が脱線転覆して死者16

Table 6. Heavyrainfall disasters (~1980) in Muroran, Tomakomai, Noboribetsu and Shiraoi

災害発生年月日		被災地	被害の概要		備考
年	月・日		死傷者	家屋の浸水・損壊・流出(戸), その他の被害	
1885 (明18)	8.29	登別		ワシベツ川・ワシベツライ川氾濫, 橋梁流出, 道路決壊	台風
1988 (明21)	10.19	登別		幌別川・米馬川氾濫, 伐採木流出により橋梁流出	台風
1905 (明38)	6.29	室蘭		家屋浸水 672 (千歳町一带)	当時人口 9,415 名
1910 (明43)	6.5	室蘭		家屋浸水 1,396 (本町, 海岸町, 札幌通り, 千歳町, 母恋町, 輪西町など)	
1911 (明44)	7.26	苫小牧		厚真川・安平川氾濫, 家屋浸水	
1919 (大8)	6.22	室蘭		家屋浸水 200 (本町一带)	
1921 (大10)	8.30	室蘭		家屋浸水 1,350 (本町, 母恋町, 輪西町)	
1923 (大12)	7.14	室蘭		家屋浸水 264, 家屋全壊 11, 半壊 13	当時人口 52,953 名
1932 (昭7)	不明	白老		洪水による農作物被害	
1933 (昭8)	8.7~8	苫小牧		冠水被害 (水田 67 ha, 小豆 20 ha, 小麦 37 ha)	
1934 (昭9)	9.6~7	登別		家屋浸水 10, 家屋倒壊 3, 橋梁流出 5, 崖くずれ 5	低気圧, 85 mm
1939 (昭14)	7.10~11	苫小牧		河川氾濫, 農業被害, 交通途絶	低気圧
1950 (昭25)	8.7	苫小牧	死 1, 負 11	床上浸水 1,530, 床下浸水 4,075, 家屋流出 15, 全壊 4, 半壊 3, 橋梁流出 45	台風, 447.9 mm
		白老		道路・橋梁決壊 (覚生川で列車転覆脱線事故 死 16, 負 33)	
1955 (昭30)	8.2	室蘭		床上浸水 114, 床下浸水 553	
1958 (昭33)	8.29	室蘭		床上浸水 182, 床下浸水 208 (海岸町, 母恋町, 北町, 輪西町)	
		白老		家屋・橋梁被害	

北海道における崖くずれ災害とその防止に関する研究 (小野寺)

災害発生年月日		被災地	被害の概要		備考	
年	月・日		死傷者	家屋の浸水・損壊・流出(戸), その他の被害		
1961 (昭36)	10.5~6	室蘭	死2, 負4	床上浸水325, 床下浸水468, 全壊6, 半壊8, 流出3, 崖くずれ20 (輪西町, 母恋南町)	173 mm	
		登別	死5, 不明6	床上浸水1,009, 床下浸水3,218, 全・半壊20, 流出17, 崖くずれ27	400 mm, 災害救助法	
		白老	死3, 重傷2	家屋浸水176, 半壊1, 流出3, 橋梁流出30, 道路決壊33	約170 mm	
1962 (昭37)	8.8	室蘭		床上浸水242, 床下浸水7,139, 全壊4, 半壊7, 崖くずれ19 (母恋南町, 輪西町, 中島町など)	台風10号, 117 mm	
		白老		床上浸水21, 床下浸水137, 全壊2, 半壊4		
		苫小牧		家屋浸水, 堤防決壊, 農作物被害(被害総額9億5千万円)	270 mm	
	9.7	室蘭	死1, 負2	床上浸水39, 床下浸水736, 全壊2 (輪西町, 東町, 中島町)	119 mm	
1964 (昭39)	8.25	室蘭		床下浸水220, 全壊2, 半壊1, 崖くずれ1	台風14号, 112 mm	
1965 (昭40)	7.11	室蘭		床上浸水9, 床下浸水122 (東町)	低気圧, 86 mm	
	9.6~7	登別		床下浸水24, 土砂くずれ3 (国鉄不通)		
		苫小牧		床下浸水60 (木場町)	93 mm	
	9.10~11	苫小牧		床上浸水7, 床下浸水1,170 (木場町, 住吉町), 河川決壊6	台風23号, 79.5 mm	
		登別		床上浸水70, 床下浸水165, 橋梁流出2, 道路決壊30, 河川決壊3		
			室蘭		床上浸水6, 床下浸水421, 全壊1, 半壊5, 一部破壊23	24.4 mm/時
	9.16	苫小牧		床下浸水500 (住吉町, 木場町, 山手町, 緑町)	低気圧, 93 mm	
9.18	苫小牧		家屋浸水1,497 (5,758人), 農地冠水511 ha	台風24号, 41 mm		
	登別		床上浸水1, 床下浸水15, 崖くずれ2			
1966 (昭41)	8.17~21	室蘭		床上浸水1, 床下浸水3, 半壊3	155 mm	
1967 (昭42)	4.20	登別		床上浸水6, 床下浸水45, 道路欠壊16	92 mm	

災害発生年月日		被災地	被害の概要		備考
年	月・日		死傷者	家屋の浸水・損壊・流出(戸), その他の被害	
1968 (昭43)	8.17	室蘭		床上浸水 43, 床下浸水 303	台風 17 号, 77.5 mm (19 mm/時)
	8.20~22	室蘭		床上浸水 11, 床下浸水 100, 半壊 1 (宮の森町, 御前水町)	110 mm
1970 (昭45)	9.17	登別		床上浸水 1, 床下浸水 9, 道路欠壊 6	カルルス 350 mm
	9.17~18	白老		床上浸水 37, 床下浸水 25, 全壊 2, 半壊 1	森野 500 mm 以上
1971 (昭46)	9.4~6	室蘭		床下浸水 37, 半壊 1	河川氾濫
1972 (昭47)	8.2~3	室蘭		床上浸水 122, 床下浸水 281	74 mm
	9.15~19	室蘭		床上浸水 1, 床下浸水 4	
	9.16~17	登別		床上浸水 26, 床下浸水 29	台風 20 号
1973 (昭48)	8.17~18	室蘭		床上浸水 7, 床下浸水 441, 全壊 1, 半壊 2	169 mm
1975 (昭50)	8.20	登別		床上浸水 4, 床下浸水 65, 全壊 9	165 mm, 台風 5 号くずれ
	8.23	登別		床上浸水 3, 床下浸水 19, 土砂くずれ 1	68 mm, 台風 6 号
	11.7	登別		床上浸水 19, 床下浸水 182, 道路欠壊 4	161 mm
1976 (昭51)	9.14	登別	重傷 1, 軽傷 2	床上浸水 70, 床下浸水 923, 半壊 4, 道路欠壊 31	219 mm, 台風 17 号
	10.1	苫小牧		家屋浸水 11, 河川決壊, 土砂流出	44 mm/5 時間
1979 (昭54)	10.3~4	登別		床上浸水 1, 床下浸水 14, 道路欠壊 9	札内 192 mm
		白老		床上浸水 25, 床下浸水 219, 道路欠壊 40	189 mm (50 mm/時)
		苫小牧		床上浸水 108, 床下浸水 974 (住吉町, 矢代町)	106 mm (79.5 mm/時)
1980 (昭55)	8.28~31	室蘭		床上浸水 286, 床下浸水 1,140, 全壊 24, 半壊 26, 一部破損 100	
		登別	重傷 1, 軽傷 5	床上浸水 583, 床下浸水 1,195, 全壊 14, 半壊 11, 一部破損 16	555 mm
		白老		床上浸水 183, 床下浸水 584, 全壊 4, 半壊 5	

名、負傷者 33 名という大惨事が発生している。

昭和 36 年と 37 年には道南一帯に豪雨災害があり多大の損害を被っている。とくに、昭和 36 年 10 月の台風 23 号の余波がもたらした低気圧の影響で、5 日夜から 6 日夜にかけて豪雨があり、室蘭で 173 mm、登別で 400 mm を超え、室蘭地方気象台始まって以来の記録的な降雨量となった。胆振支庁がまとめた管内の被害は Table 7 に示す通りであり、登別町で最大の被害を受け、災害救助法が適用されている。登別町では人的被害は死者 5 名、行方不明 6 名をかぞえ、家屋被害は全壊 20 戸、半壊 22 戸、流出 21 戸、床上浸水 1,009 戸、床下浸水 3,218 戸などとなっている。また、室蘭市では、死者 2 名、負傷者 4 名の人的被害を受けたほか、Table 8 に示すような損害を被っている。

Table 7. Damage of the heavy rainfall disaster at Oct. 6th 1961

municipalities		Muroran	Toma-komai	Nobori-betsu	Date	Shiraoi	Toyoura	Ōtaki	Sōbetsu	total
human	killed	2		5		3				10
	missing			6						6
	wounded	4				2				6
house	razed	6		20			1			27
	half razed	8		22	1	1				32
	washed away	3		21		3				27
	flooded over floor	325	4	1,009	100	52				1,490
	flooded under floor	468	4	3,218	236	124		3	4	4,057
civil engineering	road collapse	1		36	4	11			28	80
	bridge loss	2	1	18	11	11		1	5	49
	levee collapse	2	2	64	51	29			2	150

by Iburi administrative division.

Table 8. Damage of heavy rainfall disaster in Muroran at Oct. 6th 1961

kind	sum (1,000 yen)	remark
living house	15,290	razed, halfrazed, washed away, over floor flooded
agriculture	10,468	farm
engineering	216,130	river, bridge, road
land slide	5,000	20 places
water works	13,361	
school	1,450	
another	2,406	pubric facility etc.
total	264,105	

by Muroran city office.

昭和30年代後半から40年代にかけては「崖くずれ」、「土砂くずれ」、「土砂流出」などの言葉が災害記録のなかによく出てくるようになり、これまでの水が主体である災害に土砂を主体とする災害形態が加わり、いわゆる土砂による災害が目立つようになってきている。これは、後で考察するように居住空間が山地へ接近あるいは侵入するようになった事や、地形の大規模な改変をとともなうような土地利用形態への変化などに関連するものであり、今後の災害パターンを示唆するものとして注目していかなければならない点である。

IV. 災害の形態と要因

1. 斜面崩壊の形態

これまで、対象地域内における災害の事例についてみてきたが、最近の災害の特徴は、新興住宅地における土砂災害の発生と、浸・冠水災害の慢性化・広域化という点にあるとみることができる。とくに、昭和55年の災害は、本州都府県の先進開発地にみられるような都市型の土砂害としての性格をもつものである。しかし、これは北海道においてはまだ新しい災害形態であるといえる。

ところで、このような土砂による災害の原因となっている斜面崩壊の形態について、対象地域においてみられるものを整理すると、以下のようなタイプに分けることができる。すなわち、①表層剥落型 (Debris slide type)、②基盤崩落型 (Rock fall type)、③地すべり型 (Land slide type)、④ガリー崩壊型 (Gully erosion type) の4形態である。次にそれぞれのタイプについて、形態的特徴と発生のしかたについてみておく。

(1) 表層剥落型

このタイプの崩壊地は調査地域において最も多くみられ、とくに倶多楽・支笏両火山噴出物からなる斜面に分布する傾向にある。この崩壊地は地形上の発生位置からさらに二つの形態に区分される。すなわち、(a)板状体崩落型と(b)沢ぬけ型である。板状体崩落型は平行斜面においてみられ、斜面の表層を形成する根系層が板状に崩落するものである。沢ぬけ型は浅い沢型斜面に沿って、沢中の風化物質が運び出されるもので、崩壊地の平面形は線状あるいはスプーン状で、まれに樹枝状のものもみられる。土砂の移動形態は、板状体崩落型の場合は slide タイプであるのに対して、沢ぬけ型は flow タイプに近い。これは地形的な条件を反映し、沢ぬけ型が発生するような場所は相対的に水分の集中が多くなるためであろう。沢ぬけ型崩壊の下流部では、しばしば泥流をともなっているのをみる(例えば白老町白老地区)。斜面長の大きい沢型斜面の源頭が崩壊した場合には、斜面上部より崩壊源、流送部(浸食作用をともなわず崩土が流送される部分)、堆積部が明瞭に区分されることがある (Fig. 6 参照)。

(2) 基盤崩落型

このタイプの崩壊は、倶多楽火山噴出物や支笏火山噴出物からなる台地・丘陵地末端の斜面においてみられる。上記噴出物は溶結していて急崖をなしているところが多い。表層崩落型

が比較的新生の崩壊にみられる傾向があるのに対し、基盤崩落型は以前より形成されている崩壊地（植生の侵入がみられず、固く溶結した凝灰岩が露出している裸地斜面）にみられる。崩壊の際の崩土量は少ないが、家屋等が崖下に接近している場合には直撃を受けやすい。土砂の移動形態は slide よりもむしろ fall に近いタイプをとっている。道路の人工的切取法面においてもこのタイプの崩壊をみることができる（例えば登別市富浦地区など）。

(3) 地すべり型

このタイプの崩壊の発生事例はきわめて少ない。その理由は、対象地域の地質が全般的に新期の軽石に富む火山噴出物によって構成されているためであろうと推察される。ただし過去の古い時代の大規模崩壊によって形成された崩積物から構成される斜面に、地すべり現象を生じている例が敷生川上流域においてみられる。ここでは土石流の材料となる多量の土石が溪床に供給され、流域荒廃の原因となっている。一方、小規模な地すべりは、沢地形を埋立てて造成された住宅地や道路の盛土部分においてみられる（例えば室蘭市大沢町など）。いずれも人工的に造成された地盤が地すべり状に崩壊するもので、このタイプの崩壊は、今後の人為的な土地改変にともない増大する可能性が高くなるものと予想される。

(4) ガリー崩壊型

対象地域一帯は、火山噴出物によって構成されているので、さまざまな規模のガリーの形成がみられる。とくに対象地域の東側は、樽前火山活動の影響を強く受けており、溶結のしていない軽石によって厚く覆われているので、大規模なガリーの形成がみられるところである。樽前山山麓に源を発する諸河川の上流部から中流部にかけてはすべてガリー状の涸沢の形態をとっている。涸沢には通常表流水はみられないが、融雪時や降雨時には表流水の集中する水みちとなり、溪床や溪岸の洗掘が頻繁に繰り返される。ガリー内では水による浸食のほか、落石、風などによる土砂の移動が日常的に行なわれている。ガリー壁の脚部には崖錐が形成されており、それは下流部への土砂供給源となっている。ガリー内の土砂移動形態は、谷壁から崖錐部にかけては fall または slide タイプであり、谷底では flow タイプとなる。このほか、小規模なガリーは崖錐や沖積錐の斜面、あるいは道路、宅地造成地における人為的な盛土部分にみられ、下流部の集落に直接的な被害を与えている例がある（例えば登別市富浦町、白老町竹浦地区など）。

2. 人口集中と市街地拡大

災害を引き起こす直接的な原因は、いうまでもなく台風や前線などによってもたらされる大雨である。対象地域の気象については前述した通りであって、登別を中心とする地域は北海道においては有数の豪雨地帯であり、それによる災害の記録も多い。このような豪雨災害の経験の多いところにおいて災害の原因を検討する場合、単に降雨量等の自然的因子との関連のみ行なうのは必ずしも十分ではない^{33),34),35)}。災害は本来社会現象であって、災害の実態のところまでみてきたように、災害の発生形態は土地利用空間の拡大、地形改変、保全施設の整備状

況などの人為的な因子と大きく関連している。

昭和55年災害の形態は、都市周辺部に開発された新興住宅地において発生した土砂害であるという点に特徴がある。これは、本州における先進開発地にみられるような都市型の土砂災害としての性格を有するもので、北海道においてはまだ新しい型の災害である。

新興住宅地は後述するように、都市周辺部の沖積地に造成される傾向にある。このような土地は低湿地帯であり、自然的な遊水地となっているところが多い。従来であれば住宅地としては不適當と考えられていたところであり、家屋の建設はほとんどみられなかった。ところが、都市部への人口の集中にともなって市街地が周辺に拡大し、このような土地が開発の対象とされるようになってきている。

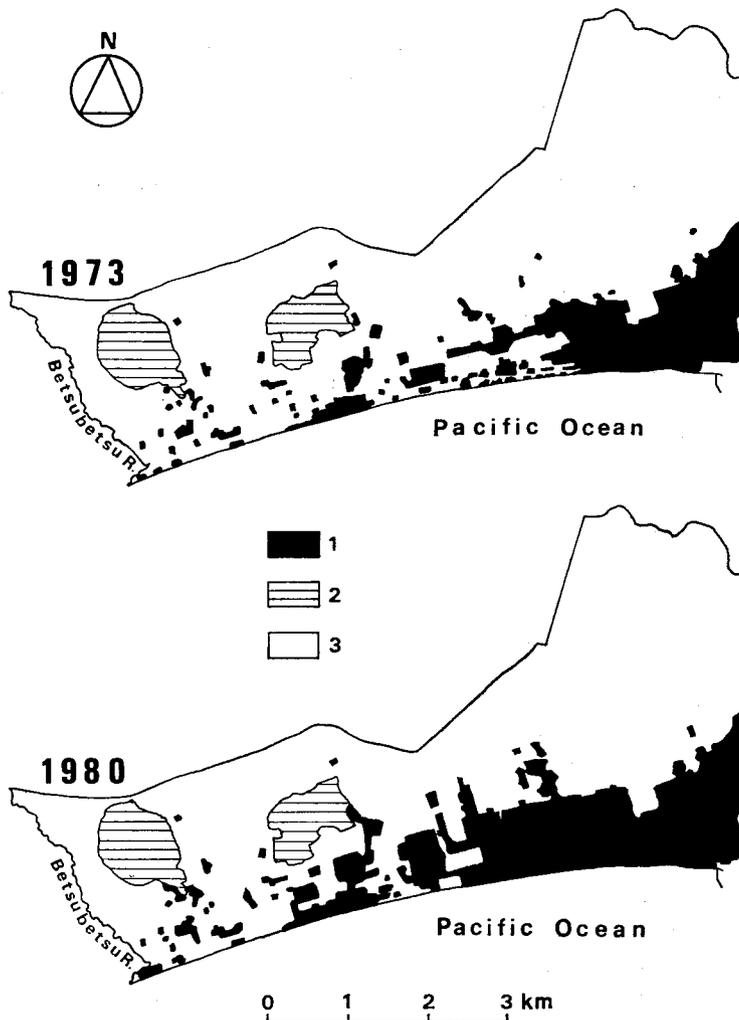


Fig. 14. Extent of urban area of Tomakomai at 1973 and 1980.

1. Urban area. 2. Golf area, leisure land, etc. 3. Forest, wast land, etc.

Fig. 14 は、対象地域内における最大の都市である苫小牧市について、市街地の範囲を昭和48年と昭和55年とについて示したものである。2枚の図を比較することによって、この7年間に市街地の面積が都市の周辺部において急激に増大している様子を読みとることができ。また、台地上には広い面積にわたるゴルフ場やレジャーランド施設がみられる。現地における調査では、台地周辺部の沖積低地において宅地開発が急ピッチで進められており、一部の地区、例えば有珠川流域においては、台地斜面の切取りと沢地形の埋め立てにより住宅地の造成がなされているのが認められる。

Table 9 は、昭和55年10月1日に実施された国勢調査結果を、道内の主要都市について示したものである。これによると、苫小牧市は世帯数、人口ともにこの5年間の増加率は全道一となっており、数字の上でも最近の急激な都市の膨張傾向ぶりを読み取ることができる。また、登別市や白老町においても増加傾向にある。Fig. 15 は、登別市における人口と世帯数の推移について示したものである。昭和35年以降になってから人口、世帯数ともに急激な増加傾向をみせていることがわかる。そして、昭和30年から昭和55年までのわずか25年間に、人口は約2.3倍、世帯数は約3.6倍にも膨張している。

Table 9. The results of national census

Oct. 1st 1980

	households				human populations			
	1980	1975	increase or decrease	rate of increase (%)	1980	1975	increase or decrease	rate of increase (%)
total of all Hokkaido	1,842,100	1,623,589	218,511	13.5	5,576,110	5,338,206	237,904	4.5
Tomakomai	52,232	41,107	11,125	27.1	151,969	132,477	19,492	14.7
Shiraoi	7,459	6,427	1,032	16.1	24,168	22,583	1,583	7.0
Noboribetsu	17,854	14,851	3,003	20.2	56,503	50,885	5,618	11.0
Muroran	50,223	49,019	1,204	2.5	150,200	158,715	▲ 8,515	▲ 5.4
Sapporo	508,238	419,475	88,763	21.2	1,401,758	1,240,613	161,145	13.0
Hakodate	107,498	96,723	10,775	11.1	320,152	307,453	12,699	4.1
Otaru	59,320	56,758	2,562	4.5	180,728	184,406	▲ 3,678	▲ 2.0
Asahikawa	117,208	99,948	17,260	17.3	352,620	320,526	32,094	10.0
Kushiro	70,205	63,606	6,599	10.4	214,694	206,840	7,854	3.8
Obihiro	51,419	42,227	7,192	16.3	153,862	141,774	12,088	8.5
Kitami	34,778	28,775	6,003	20.9	102,915	91,519	11,396	12.5
Yūbari	14,994	15,944	▲ 950	▲ 6.0	41,715	50,131	▲ 8,416	▲ 16.8
Iwamizawa	26,153	22,479	3,674	16.3	78,311	72,305	6,006	8.3
Abashiri	14,743	13,213	1,540	11.7	44,777	43,825	952	2.2
Rumoi	11,998	11,404	594	5.2	36,627	36,882	▲ 255	▲ 0.7
Wakkanai	17,548	16,795	753	4.5	53,471	55,464	▲ 1,993	▲ 3.6

▲: decrease.

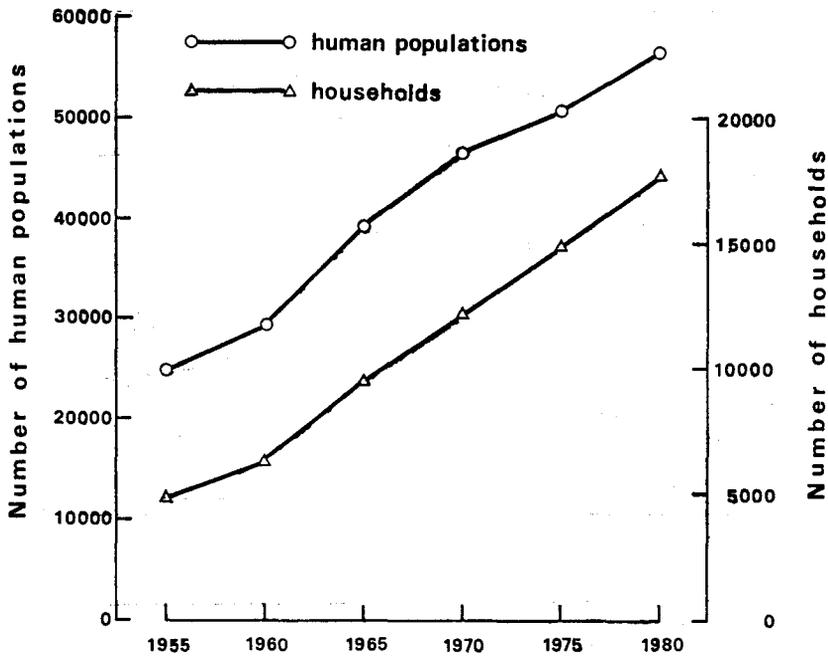


Fig. 15. Progress of human populations and households in Noboribetsu.

Fig. 16~20 は、国鉄登別駅周辺における市街地の範囲を、昭和10年、21年、41年、46年、54年の各時点の現状について示したものである。これらの図より市街地が駅を中心に周囲の低湿地帯に拡大し、山地部へ接近、侵入していく様子を読み取ることができる。拡大のしかたは、昭和46年時点までは緩慢であるが、それ以降になって爆発的に拡大している。これは、前述したような登別市における人口増加傾向を反映したものであろう。Table 9 より明らかな

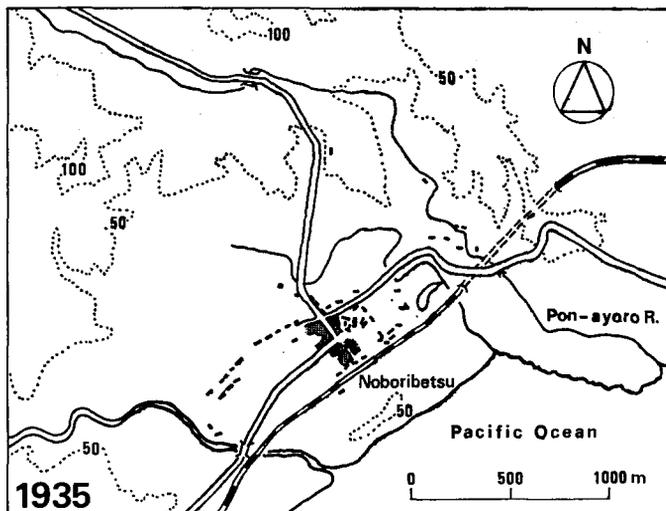


Fig. 16. Extent of urban area of Noboribetsu at 1935.

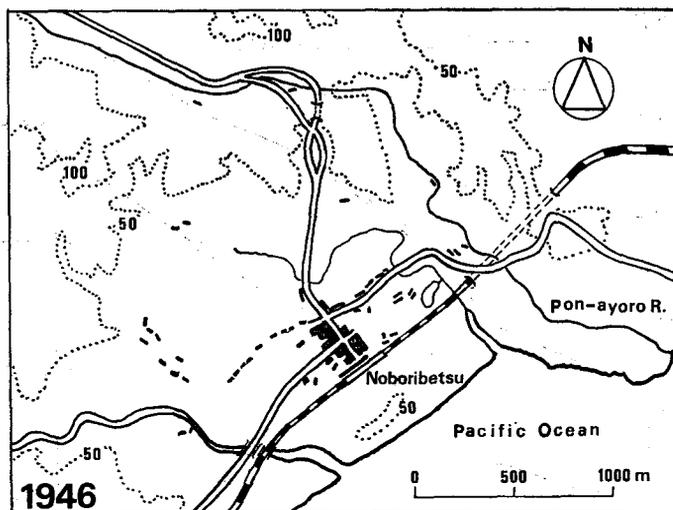


Fig. 17. Extent of urban area of Noboribetsu at 1946.

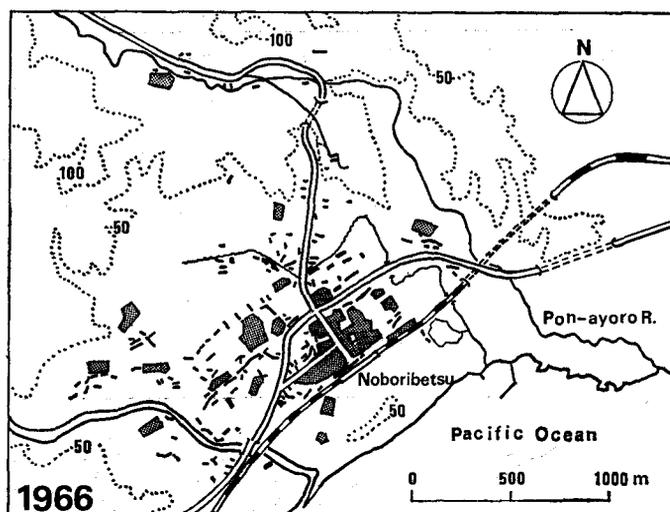


Fig. 18. Extent of urban area of Noboribetsu at 1966.

ように、室蘭市の人口、世帯数はともに減少傾向を示していることから、登別市は、近隣都市とくに室蘭市のベッドタウンとしての性格をより一層強めているといえよう。

以上のように、都市への人口の集中と関連して市街の周辺における宅地開発はめざましい。崖下や低湿地は一般的に地価が低廉であるため新しい住宅が建ち易く、そこにおける宅地造成は活発である。しかし、宅地開発のテンポに対して都市基盤整備や保全施設整備が著しく立ち遅れており、ここに災害発生の潜在的要因をみることができる。

3. 土地改変と崩壊

市街地の拡大ともなって住宅は低湿地や崖下の土地に接近・進入する傾向にあるが、そ

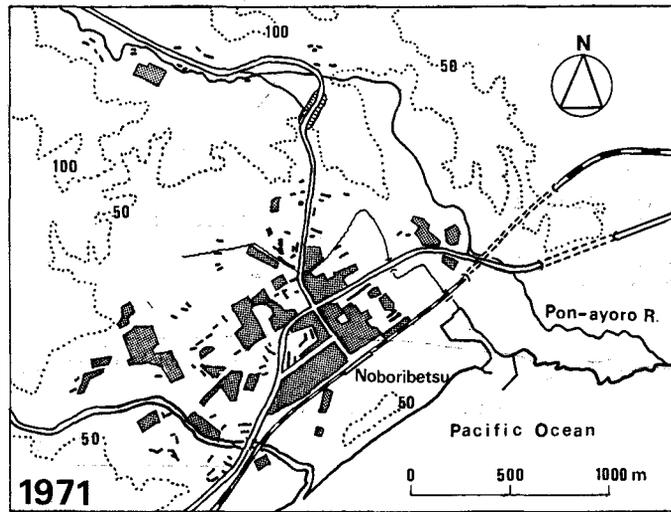


Fig. 19. Extent of urban area of Noboribetsu at 1971.

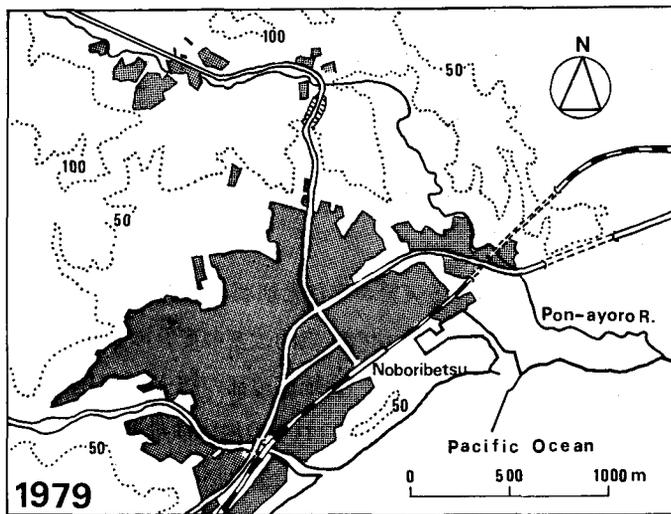


Fig. 20. Extent of urban area of Noboribetsu at 1979.

れについても土地的に制約があるために、やがて斜面や台地に這い上がるようになる。そのような土地での宅地造成は、切土、盛土、埋立などの土木工事をとめない、場合によっては大がかりな地形の改変がなされることがある。

昭和 55 年の災害においては、新しい宅地造成地における人工斜面の崩壊の多発が目立っている。山本ら⁵²⁾の調べたところによると、崩壊地総数 323 箇所のうち、自然斜面におけるものは 92 箇所、人工斜面におけるものは 231 箇所となっている。Fig. 21 はそれらの崩壊地の分布について示したものである。人工斜面の崩壊は開発の進んだ室蘭市と、登別市鷺別地区の宅地造成地に集中的に発生している。これらの地区は起伏量の多い地形条件を有するところであ

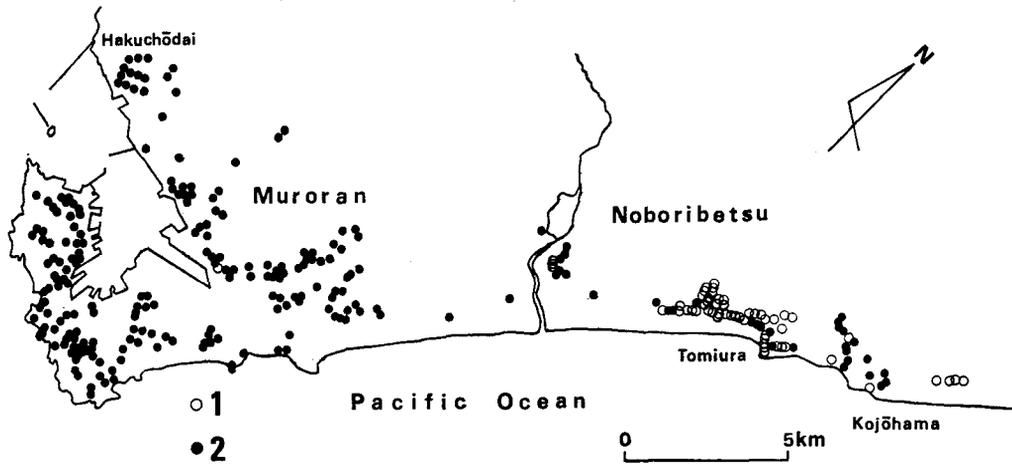


Fig. 21. Distribution of slope failures caused by heavy rainfall at the end of August 1980.

1. Natural slope. 2. Transformed slope. Modified from Yamamoto et al. (1981).

り、後述するように宅地造成は切土・盛土や大がかりな沢地形の埋立て等の地形改変をともなっている。一方、自然斜面における崩壊は、登別市片倉町、同市富浦町や白老町虎杖浜地区などの海岸段丘崖に分布している。ただし、ここでいう自然斜面でも、斜面の植生は人為により二次林化しており、また斜面上部の台地面が人工造林地、牧草地、道路、宅地造成地などとなっているところが多い。

Fig. 22 は、対象地域内にみられる災害の事例と崩壊の形態について、土地の人為的改変の度合との関連で整理したものである。土地の人為的改変の度合の大きいところは、沢埋立てによる宅地造成がなされている室蘭市大沢町、台地周辺部の切土・盛土による宅地開発がなされている同市白鳥台ニュータウンなどである。これらの地区は最近 10~15 年の間に、人為により地形が大きく改変されたところであり、土砂害発生のポテンシャルの高いところである。埋立てや盛土などによる人工地形では、豪雨の際に地すべり型やガリー型の崩壊をともなっており、原地形により近い状態になるように変形していく過程がみられるのである。

白老町虎杖浜地区や登別市富浦町においては地形への人為介入の度合はまだ小さいといえよう。しかし、ここでは沢地形の出口や海岸段丘崖の直下にまで家屋が侵入しているために、流下した崩土による被害を受けている。

白老町臨海地区や登別市片倉町などにおいては、台地上の平坦部分は現在放置されたままの宅地造成跡地となっていて裸地状態である。土地への人為介入度合は中間的な段階にあるといえよう。

以上のように、住宅地が低平地から斜面・台地上、あるいは沢地形内へと拡大していく過程では、程度の違いはあるが何らかのかたちで人為的な地形改変をともなっており、このこと

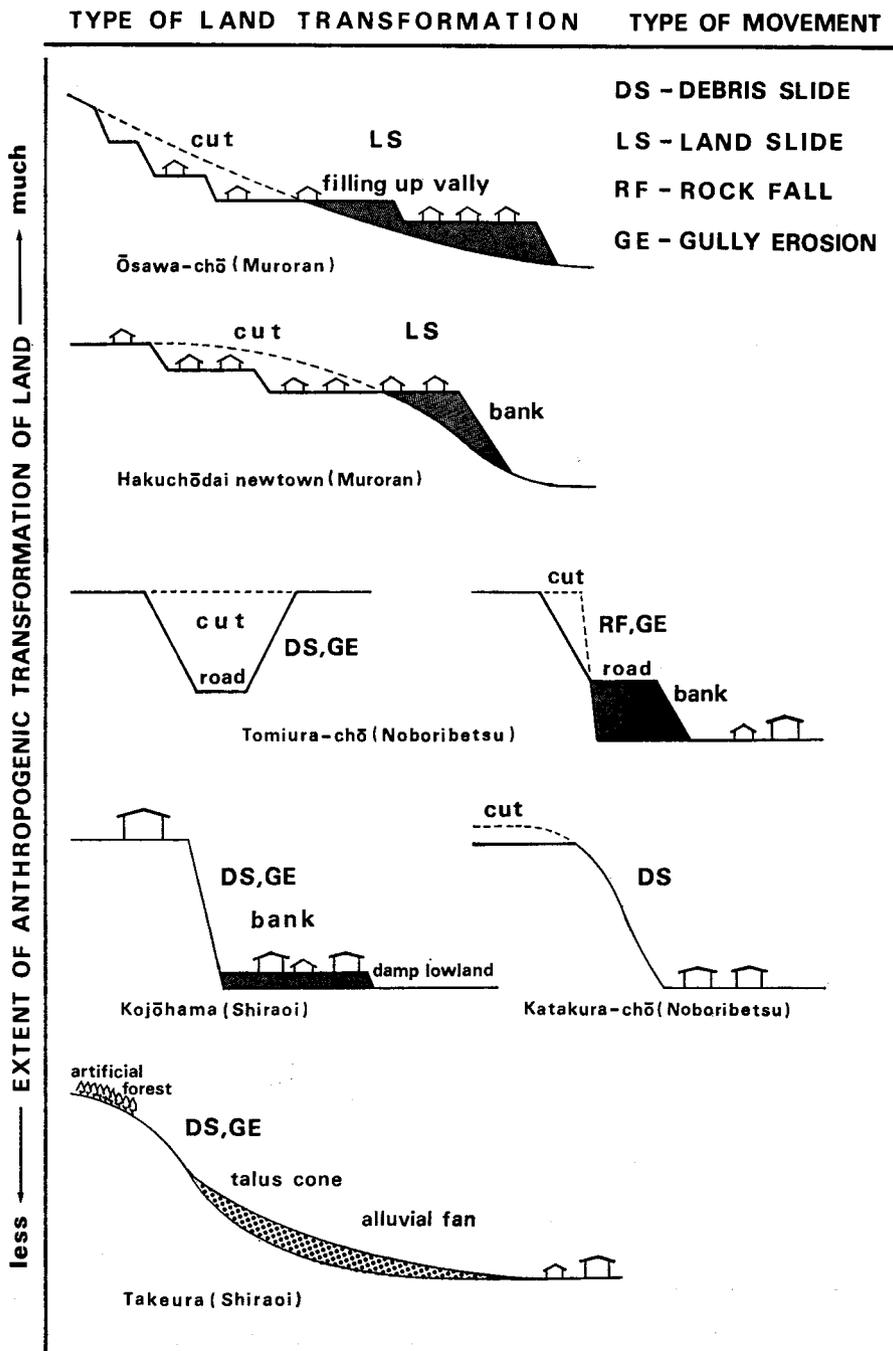


Fig. 22. Classification of land transformation and slope failure.

が災害を拡大する要因となっていることがわかる。したがって、地形改変の度合や仕方から、崩壊と災害の形態を予測することも可能であり、これは今後の重要な研究課題の一つであると考えられる。

V. 防災対策の基本

1. 地帯区分と防災計画

防災対策の検討は、災害の原因がどこにあるかを見極めたいうでなされる必要がある。これまで、災害発生の要因について自然的因子と人為的因子の両側面から考察してきたが、防災対策の基本はこの両者についてきちんと区分したうで、それぞれの因子を除去することにあるといえよう。

対象地域一帯は火山活動の影響を強く受けていて、大部分が浸食され易い火山噴出物によって厚く覆われている。そして、地形は全般的に火山斜面とそれに続く丘陵性台地、さらに台地末端の急斜面（海岸段丘崖）とその低位にあって海岸線に沿う細長い沖積平野（低湿地）に大区別される。また、地形の人為的改変を含めて対象地域の土地利用状況は上述の地形的条件の制約を受け、それを反映している場合が多い。ここでは地質・地形条件、土地利用状況よりモデル流域の地帯区分を試み、それぞれの地帯ごとの防災対策の基本について考えてみる。

Fig. 23 は、樽前山を源頭とする錦多峰川流域の地形縦断と土地利用の概況について模式的に示したものである。同流域は苫小牧市西方の郊外にあって、最近の土地開発と市街地拡大の傾向が著しい。同流域はその地形条件ならびに土地利用状況などから次の3つの地帯に区分される。そして、それぞれの地帯における土地条件は相違することから、防災対策の方法も地

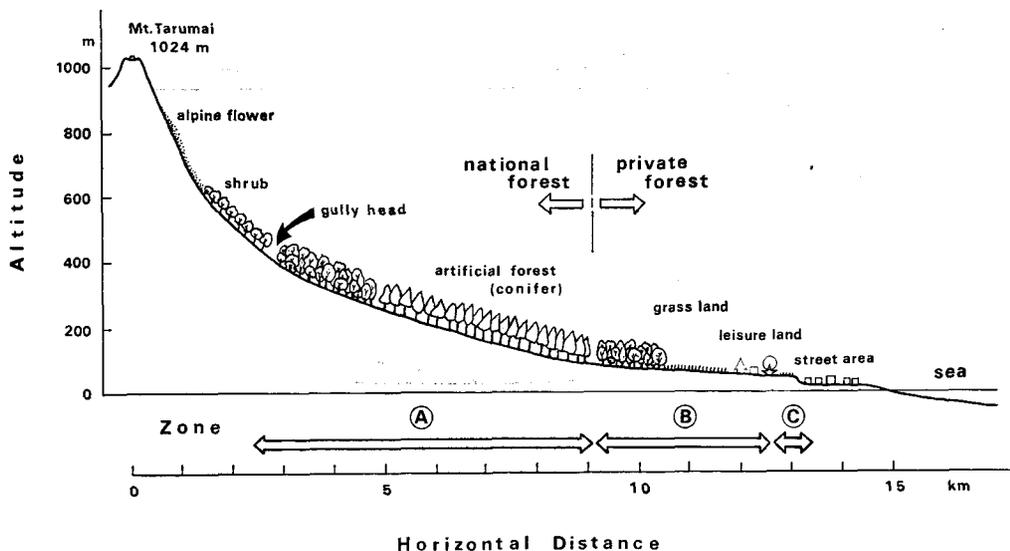


Fig. 23. Schematic diagram showing topographic vertical section and land use of Nishitappu river basin.

帯ごとにおのずと異なるものとなる。

A 地帯： 標高 1,024 m の樽前山の外輪山より続く緩斜面であり国有林となっている。標高 430 m 付近より下流部には長さ約 4 km にわたり、深さ 10~20 m 程度のガリーが形成されている。国有林では昭和 39 年よりガリー内に床固工を主体とする治山事業を実施してきており、施工区間における浸食現象が抑制され、堆積現象によるガリー地形の埋積がおこなわれ、溪床の安定化がみられる。しかし、ガリー源頭部や未施工区間における浸食現象は活発であり、今後さらに谷止工、床固工を主体とした火山灰地帯の系統的な治山計画とその実施が望まれる。

B 地帯： ほぼ平坦な台地地形のところが多く、台地上には別荘分譲地、ゴルフ場、動物園などのレジャー施設があり、また、大規模市営草地としても利用されている。この地帯は人為による地形改変を最も受けているところである。しかし、水処理対策が不十分なため、台地上に供給された降水が台地周辺の低地帯に流れ込む際に、崖くずれやガリー浸食を引き起こすことがたびたびある。この地帯は今後とも土地開発の可能性の高いところであり、ここでの開発は直接的に下流域の災害に結びつきやすいので、保水力を維持するために開発とバランスのとれた遊水地の確保や台地上の水を安全に低地帯へ導びくための系統的な排水対策などが必要とされる場所である。

C 地帯： この地帯は台地末端の急崖とその低位にある沖積地よりなる。台地際の沖積地は現在でも低湿地や沼沢地のところが多く、埋立てにより宅地化される傾向にある。しかし、地下水水位が高く水はけが不良であるために、大雨のたびに浸・冠水による被害がみられる。この地帯は都市への人口集中にともなう市街地拡大の際に、最も宅地開発の対象とされ易いところである。錦多峰川流域においても市街化の前線は台地末端の崖直下や沢地内にまで及んでいる。このため、崖くずれやガリー浸食による土砂害発生の危険性の高い地帯となっている。ここでは崖くずれ防止対策と低地帯における排水対策が必要とされるが、後述するように単に土木学的な技術対応だけでは解決できない問題点を抱えている。

2. 火山灰地帯の土砂調節

対象地域の地質は火山活動の影響を受けており、幌別川より西方は室蘭岳火山、幌別川より敷生川にかけては支笏火山、別々川より東方にかけては樽前火山の影響がとくに強い。このために、表層地盤は各火山に由来する火山噴出物により厚く覆われている。これらの堆積物は流水による浸食を受け易く、山腹斜面にはガリーの発達がみられる。前節で述べた A 地帯に代表されるような地帯である。したがって、このようなところでは火山灰地帯の特性を考慮した土砂コントロール技術の展開が必要である。

火山灰地帯においては堰堤などの構造物を支持し得るような強固な岩盤を見出すことが出来ない。もし、かりに堤高の高い大型の堰堤を構築した場合、堰堤下流部における下方洗掘が著しいものとなるだけでなく、堤体自体の保全すら困難となる。対象地域内において堤高

4 m の谷止工の下流部の溪床が洗掘を受けたため、副堰堤を設けて補強した例や、堤体が不等沈下した例がみられる。火山灰地帯において工事を実施するにあたっては、とくに以上の点に関する配慮が必要とされる。

現在、樽前山南東麓の樽前川、覚生川、錦多峰川の国有林内では昭和34年より治山工事が進められており、床固工を主体とする溪間工が配置されている。とくに低堤高の床固工群をガリー内に配置することによって、以前にガリーの形状を呈していた荒廃溪流は、広い平底状の堆積地の形成とともに安定化し、堆積地内には周辺に生育する植生の自然侵入と定着がみられるようになってきている。ここではある程度の土砂の生産と流出を前提としながらも、流水の局部的集中を排除することによって運搬エネルギーの分散化、小規模化を図り、集合運搬を各個運搬へ移行させ、二次的洗掘を軽減する工法²⁾がとられている。この工法は火山灰地帯のみならず荒廃溪流における土砂コントロールの合理的方法として評価されるものである。

3. 台地周辺部の排水対策

対象地域の地形は、山麓斜面から続く平坦な台地面とその周辺部に形成されている急斜面(海岸段丘崖)、さらにその低位にあり海岸に沿って狭長な沖積平野とに区分され、これらのほかに台地を開析する河川やガリー、小規模の扇状地形がみられる。このうち、保全対策上重視しなければならない場所は台地周縁部にある海岸段丘崖である。すなわち崖面においては、表層剥落型、基盤崩落型、ガリー崩壊型等の崩壊現象がみられ、前述したようにこれらの崩壊には台地上の表流水や伏流水の挙動が関与している。前節で述べたB地帯に代表されるように、かつては林地であった台地面は、現在、草地、畑地、レジャー施設、住宅地などに利用される傾向にあり、何らかのかたちで人為による影響を受けていて保水能力が低下しており、そこにおける排水処理の不備が台地周辺の崖面や下流部の低地にしわ寄せされ、災害に結びつくことになる。したがって、降雨時に台地上に供給される雨水について下流部に安全に導びくための対策が必要となってくる。すなわち、台地→崖面→低地→海へ至る水みちを把握したうえで系統的な排水対策が構じられなければならないのである。例えば、一定範囲内の台地面に供給される雨水を台地上の末端部に配置された招水工や、法面に埋設された集水工を経由して斜面脚部の水路に集め、低地に設けられた排水工へ導びくようにするなどである。このように人工的に水みちを配備することにより、崖面における崩壊の予防、ならびに低地における滞水ともなう浸・冠水被害を軽減する効果を期待することが可能となろう。

4. 緩衝空間の確保

前述のC地帯に代表されるように、対象地域においては市街地の拡大にともない居住空間が傾斜地へ接近し、あるいは沢地内へ侵入するという傾向がみられ、このことに起因する崖くずれや土石流災害の発生危険区域が増えている。これに対する防災対策として、家屋などの保全対象が崖からある程度まで隔たっている場合には、崖部への治山工事によって一定の効果を期待することが出来るが、それが崖直下にまで及んでいるような場合には、防災効果にはおの

ずと限界がある。

ここで、崖斜面から崩落した土砂が下流部のいかなる範囲にまで影響をおよぼすのかということが問題となってくるので、崩落土砂の到達範囲に関するこれまでの報告をみておく。建設省による全国約600個所の崖くずれの実態調査結果⁴⁷⁾では、崩落土砂の流下距離(崖脚部から崩土先端までの距離) l と崩壊高(崖脚部から崩壊地頭部までの比高) h との比、すなわち l/h の値が1以下の崖くずれの発生率は80%以上となっている。また、流下距離が10m以内の崖くずれの発生率は約65%となっている。

北海道の日高地方における崖くずれ災害の実態調査結果²⁷⁾によると、 l/h が2.1~3.0の範

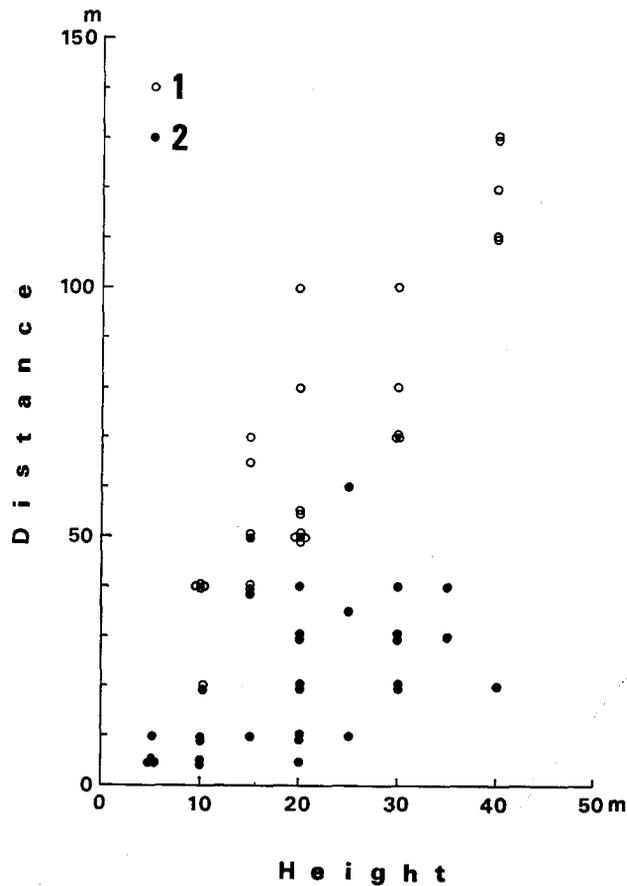


Fig. 24. Relationship between the height of slope failure(h) (the length from the foot of slope to the top of scar) and the length of debris (l) (distance from the foot of slope to the end of debris deposit).

1. No. preventive objects. 2. preventive objects. This graph shows that the flows of debris are extremely controlled when the preventive objects such as retaining works, houses or trees are existent in their flowing paths. Modified from ONODERA (1983).

囲にあるものは約60%、3.1~4.0の範囲にあるものが約30%の発生率であった。これは崩土の流下範囲内に抑止物がまったく無い場合についてである。一方、斜面脚部に土留工、擁壁工などの保全施設が配置されていたり、立木が存在している場合には崩土の流下距離は著しく縮小され、崩壊高の範囲内に抑えられている (Fig. 24)。

以上のように、土留工などの土木的工法による防災対策を斜面とその脚部に実施することにより、崩落土砂の到達範囲は狭められるが斜面崩壊を防止し得るものではない。したがって、安全性をより一層高めるためには、崖と居住地との間に一定の物理的な距離が必要となってくる。すなわち、ハードな土木的構造物の防災効果をより十分に発揮させるためには、崖斜面直下の平地部にベルト状に土地を確保し、それを緩衝空間としてゾーニングすることが望まれる。緩衝空間の設置により、崖部への治山対策に余裕を与えることになり、その対策も容易となる。さらに、この空間に森林を造成しグリーンベルトとすることによって、防災空間としての効用に加えて、環境林としての効用を期待することも可能になる。このような緩衝空間を地域に密着した緑のオープンスペースとして多目的に利用することが出来るので、その意義はきわめて大きなものとなる (Fig. 25)。

緩衝空間の幅については崖の比高や傾斜あるいは地質条件によって異なってくるので、それぞれの地区ごとに検討したうえで決めていくことが必要である。対象地域においては市街地の拡大ともなる災害危険区域が増大していく傾向にあるものの、まだ開発されていない区域の方がはるかに多い。このような区域における先行的なスペースの確保が崖くずれ災害の予防に対する最善の方策である。

これからの防災対策は、従来のようなハードな土木的構造物の巨大化と集中化をとともなる復旧主義の方向ではなく、緩衝空間の先行的確保というソフトな予防主義によって災害に対す

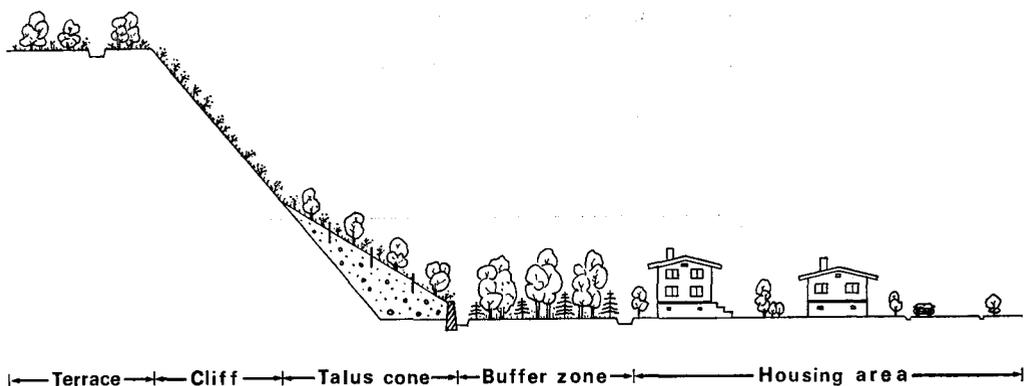


Fig. 25. Conceptual illustration of the ideal plan for prevention works of slope failure disasters. It is prepared buffer zone between housing area and cliff as green belt. And the systematic drainage works from terrace plane to lowland must be considered. As the lowland are often covered with water, it is desirable for housing plan to take pilotis style floor.

る抵抗性を増加させるような方向を追求していくことにあるといえよう。さらに、既存の危険地域については避難システムの確立など^{20),33)}より一層ソフトな面における防災対策が必要であり、今後検討していかなければならない課題である。

結 言

土地利用形態の高度化、高密度化とともに、土砂災害の多発化と被災規模の激甚化を招いていることから、災害防除に対する要求が高まっており、地域の開発計画と連携した防災対策の検討が必要とされている。本論文では、北海道において発生した最近のいくつかの崖くずれ災害を事例として取り上げ、災害の形態ならびに要因について検討したあと、地域における防災対策の基本的な問題について若干の考察を試みた。本論文をとりまとめている間にも、昭和58年7月23日に島根県下において113人の犠牲者を出す豪雨災害が発生している。皮肉にも、あの長崎豪雨災害の一周年にあたる日である。やはり、崖くずれ、土石流による地盤災害であった。同年9月には、本研究の対象地域である登別市が、またも豪雨災害に見舞われた。この災害は人為による土地改変が流域の性状を変化させ、その事が土砂災害の発生に結びついたものであった³⁰⁾。今後、このように繰り返される災害の要因分析と地域の保全計画に関する研究が、ますます必要になってくるであろうということを強く認識している次第である。

要 約

本論文は、これまで北海道において発生した崖くずれ災害の事例から、災害の形態と要因について分析し、地域における防災計画の基本的な問題について考察したものである。以下にその結果を要約する。

1) 北海道におけるこれまでの主な崖くずれ災害の発生地は、ほとんどが北海道南部および南西部の太平洋岸に分布する。そして、その分布と海岸段丘が形成されている地帯とはよく一致している。

2) 崖くずれは海岸段丘崖において発生しており、その形態は、①表層剝落型、②基盤崩落型、③地すべり型、④ガリー崩壊型の4つに分けられる。そして、地すべり型とガリー崩壊型は地形が人為的に改変された個所においてみられる。

3) 昭和30年代半ばより都市への人口集中傾向がみられ、それにもなまって市街地が周辺へ爆発的に拡大している。市街地の前線は、かつて住宅地としては不適地とされていた低湿地や崖下に浸入し、やがて斜面上に這い上がる傾向にある。

4) 起伏のある土地に開発された新興住宅地は、切土、盛土、埋立てなどの地形改変をともなっており、そのような土地での災害が圧倒的に多くなっている。例えば、室蘭市大沢町、同市白鳥台ニュータウン、登別市片倉町などにおける災害事例がそれである。

5) 他方、白老町においては地形の人為的改変の度合はまだ小さい。しかし、沢の出口や

低湿地上に家屋が建てられるようになってきてから、浸水災害が常習化する傾向にある。

6) 防災対策の基本を検討するために錦多峰川をモデル流域として取り上げ、地形・土地利用条件から同流域を3地帯に区分し、それぞれの地帯ごとに防災対策が異なることを示した。

7) 対象地域に広く分布する火山灰地帯の溪流における土砂コントロールの方法として、低堤高の床固工群をガリー内に配置することは、流水の局部的集中を排除し、運搬エネルギーの分散化と小規模化を促進することになるので適当な方法であると評価された。

8) 台地上における土地改変の影響は台地周辺部の海岸段丘崖に最も端的に現われ、崖くずれの誘発と土砂災害の拡大に結びついている。したがって、台地上に供給される降水を下流部に安全に導びくことが必要であり、台地→崖面→低地→海へ至る水みちを把握した上での系統的な排水対策が講じられなければならない事が指摘された。

9) 市街化の前線が崖直下に及んでいる場合には、土木的構造物を主体とするハードな対策のみで災害を防止することに限界がある事が指摘された。そして、それによる防災効果を十分に発揮させるためには、斜面脚部の低地に緩衝空間としてのグリーンベルトを適当な幅で配置することが最善の方法であることが論じられた。

10) これからの災害対策は、従来のような土木的構造物の巨大化と集中化をとまなう復旧主義ではなく、緩衝空間の先行的確保というソフトな予防主義によって、災害に対する抵抗性を増加させる方向を追求していくことにであると結論づけられた。

文 献

- 1) 土居繁雄, 1953: 5万分の1地質図幅及び同説明書「白老」.
- 2) 東 三郎, 1982: 低ダム群工法. 北海道大学図書出版会, 387 pp, 札幌.
- 3) 北海道, 1981: 山地保全計画調査報告書(樽前山周辺地区), 114 pp.
- 4) 北海道林務部, 1975: 山地災害危険地区調査(渡島支庁海岸地帯), 171 pp.
- 5) 北海道林務部治山課, 1966: 胆振支庁管内伊達町の局地豪雨災害地質調査報告. 昭和41年8月豪雨災害, 15 pp.
- 6) 北海道火山灰命名委員会, 1982: 北海道の火山灰.
- 7) 猪瀬 賢, 橋本 寛, 1973: 47年7月災害報告. 新砂防, 86, 25-34
- 8) 門村 浩, 1982: 地形プロセスの人為的改変にまつわる諸問題. 地形, 3-2, 97-106.
- 9) 門村 浩, 武内和彦, 1983: 地形改変研究の動向, その展望. 地理学評論, 56-4, 199-222.
- 10) 菊地勝弘, 播磨屋敏生, 孫野長治, 堀江成人, 岡村 存, 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」. 文部省科学研究費報告書, 71-97.
- 11) 金 永模, 1975: 北海道の都市における降水災害の実態. 日林北支講, 24, 22-24.
- 12) 金 永模, 1976: 北海道における都市水害の変遷. 北大修論.
- 13) 小出 博, 1955: 山崩れ. 古今書院, 205 pp, 東京.
- 14) 小出 博, 1973: 日本の国土, 下. 東京大学出版会, 556 pp, 東京.
- 15) 明治コンサルタント株式会社, 1983: 崖崩れ災害発生予測調査業務報告書, 167 pp.
- 16) 宮川善造, 田辺 健, 1968: 環境の科学としての地理学. 大明堂, 260 pp, 東京.
- 17) 村井延雄, 1971: 北海道の災害略史, 82 pp.
- 18) 室蘭市市史編さん委員会, 1981: 新室蘭市史, 第1巻. 687 pp.

- 19) 日本科学者会議, 1972: 新しい都市づくりを求めて. 新日本出版社, 342 pp, 東京.
- 20) 日本科学者会議, 1982: 現代の災害. 水曜社, 243 pp, 東京.
- 21) 西村嘉助, 1969: 応用地形学. 大明堂, 212 pp, 東京.
- 22) 西山卯三, 山崎不二雄, 山本莊毅, 1974: 国土と人権. 時事通信社, 420 pp, 東京.
- 23) 登別町史編纂委員会, 1967: 登別町史, 1337 pp.
- 24) 大久保駿, 服部泰英, 1973: 千葉県で発生したがけ崩れの特徴について. 新砂防, 86, 10-19.
- 25) 小野寺弘道, 1982: 北海道の海岸段丘崖の崩壊について. 昭和57年度砂防学会研究発表会概要集, 112-113.
- 26) 小野寺弘道, 1982: 昭和56年8月豪雨による日高地方の崖崩れ災害について. 北海道地理, 56, 1-6.
- 27) 小野寺弘道, 1983: 豪雨による斜面崩壊と林地保全に関する研究. 北大演研報, 40-1, 229-264.
- 28) 小野寺弘道, 東 三郎, 新谷 融, 柳井清治, 中野秀治, 1980: 台地周辺部の土砂害と保全効果. 日林北支講, 29, 203-205.
- 29) 小野寺弘道, 中野秀治, 酒谷信典, 新谷 融, 1981: 1981年8月豪雨による日高地方における斜面崩壊の実態と治山効果. 日林北支講, 30, 280-282.
- 30) 小野寺弘道, 酒谷信典, 清水 収, 岡本光之, 1983: 土地改変に伴う土砂災害, 1983年登別豪雨災害を事例として. 日林北支講, 32, 261-264.
- 31) 小山内照, 酒匂純俊, 1953: 5万分の1地質図幅及び同説明書「室蘭」.
- 32) 斉藤昌之, 小山内照, 酒匂純俊, 1953: 5万分の1地質図幅及び同説明書「登別温泉」.
- 33) 斉藤鍊一, 奥田節夫, 斉藤亮平, 1973: 集中豪雨, 新しい災害と防災. 日本放送出版協会, 285 pp.
- 34) 佐藤武夫, 1973: 国土の科学. 新日本出版社, 450 pp, 東京.
- 35) 佐藤武夫, 奥田 稔, 高橋 裕, 1964: 災害論. 勁草書房, 349 pp, 東京.
- 36) 佐藤武夫, 西山卯三, 1969: 都市問題, その現状と展望. 新日本出版社, 444 pp, 東京.
- 37) 瀬川秀良, 1974: 日本地形誌, 北海道地方. 朝倉書店, 303 pp, 東京.
- 38) 白老町史編さん委員会, 1975: 白老町史, 1193 pp.
- 39) 白老町, 1980: 白老区域畜産基地建設事業概要, 12 pp.
- 40) 鈴木 守, 土居繁雄, 1964: 山崩れと洪水災害について, 1963年9月16日松山地方局地豪雨災害. 北海道立地下資源調査所報告, 23, 39-51.
- 41) 鈴木 守, 松井公平, 東 三郎, 大場与志男, 1970: 伊達町の地質, 69 pp.
- 42) 鈴木 守, 高橋功二, 1969: 北松山町の地質, 62 pp.
- 43) 高橋 裕, 1971: 国土の変貌と水害. 岩波書店, 216 pp, 東京.
- 44) 武田栄一, 菊地勝弘, 1979: 北海道の局地的大雨 (II), 道北と道南の集中豪雨の降雨機構について. 北大物理研報, 38, 1-16.
- 45) 武居有恒, 1980: 地すべり・崩壊・土石流. 鹿島出版会, 334 pp, 東京.
- 46) 田村俊和, 山本 博, 吉岡慎一, 1983: 大規模地形改変の全国的把握. 地理学評論, 56-4, 223-242.
- 47) 反町雄二, 1977: 崩壊土砂の流下距離. 土木技術資料, 19-10, 37-42.
- 48) 苫小牧市, 1976: 苫小牧市史, 下巻, 1982 pp.
- 49) 渡 正亮, 安江朝光, 大久保駿, 1972: 急傾斜地崩壊の調査. 新砂防, 84, 24-30.
- 50) 山田剛二, 渡 正亮, 小橋澄治, 1971: 地すべり・斜面崩壊の実態と対策. 山海堂, 580 pp, 東京.
- 51) 山岡 勲, 1974: 昭和48年9月道南及び東北北部豪雨災害の調査と防災研究. 文部省科学研究費報告書, 102 pp.
- 52) 山本 博, 花岡正光, 鈴木哲也, 1981: 北海道南西部における斜面崩壊の実態調査, 「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」. 文部省科学研究費報告書, 114-124.

Summary

In this study, the actual conditions and the cause of slope failure disasters which were induced in Hokkaido island were analyzed and some basic problems of disaster prevention plans were discussed.

The results are summarized as follows :

1) The location of the slope failure disasters which occurred formerly in Hokkaido island are mostly distributed on the south and southwest of Hokkaido. And their locations consist well with the area where coastal terraces are formed.

2) The slope failures are located on the coastal terrace cliff and are classified into next four types : debris-slide type, rock fall type, land slide type and gully erosion type. And the land slide type and the gully erosion type are commonly found in the area where land were artificially transformed.

3) Since 1960, human populations have a tendency to concentrate in cities and the urban areas extend explosively toward the circumference. The front of urban areas invaded the damp lowland which was formerly regarded as bad land for residential area, and then they climbed up the hill.

4) The newly developed residential areas on hilly region are accompanied with artificial land transformations such as cutting and banking of slope or filling up of vally. And the disasters in such areas became to increase, for example in Ōsawa-chō, Hakuchōdai-newtown (Muroran city) and Katakura-chō (Noboribetsu city).

5) On the other hand in Shirai town, although the extent of land transformations is yet less, flood disasters have a tendency to occur commonly, since the houses were become to built on the damp lowland.

6) To examine about disaster defence plans, Nishitappu river basin was took up as a model area and was divided into three region by landform and landuse. And it was considered that the disaster defence works were different in each region.

7) It was estimated for suitable method of torrential control works in volcanic area to set the low cross dikes on the gully in series, because such method exclude the local concentration of running water and accelerate the dispersion and the decrease of transportational energy.

8) The effects of land transformation works on terraced hills appear directly at the circumference of that place and such works accelerate the occurrence of slope failures and the increasing of disasters. Therefore, it is necessary to lead the running water which is supplied on the terrace toward the downstream safely. And the systematic drainage works must be considered after grasping the water path from terraced hills to cliff to lowland and to sea.

9) It is clear that there is a limit to prevent disaster by only hard method using engineering structures, when the front of urban area is close to the cliff. And it is discussed that the best way to exhibit the effect of the engineering works is to set the bufferzone as green belt at the foot of slope in reasonable width.

10) It is concluded that in future disaster defence plans must not be taken the hard way of restoration works which accompany huge engineering works and their concentration but be taken the soft way of prevention works which increase the resistance to disaster by securing the bufferzone beforehand.