

1979年(昭和54年)8月24日弥彦スカイライン の崩災とその地質条件

青 木 滋*・茅 原 一 也**

Slope failures occurred along "the Yahiko sky line" on the 24th
August of 1979, with special reference to the relations between
geology and slope failures

by

Shigeru AOKI and Kazuya CHIHARA

(Abstract)

"The Yahiko sky line", the mountain road was constructed along the western slope of the Mt. Yahiko (600m high) in 1970. On the 24th April of 1979, many slope failures of road cutting and small debris falls occurred along the road due to locally destructive heavy rain fall as shown in Fig.1. This paper deals with the relations between the bed rock and surface-geology and types of the slope failures, and also with the consideration on the preservation of the road cutting.

The result can be summarized as follows:

- 1) Geology of the Mt. Yahiko consists mainly of Miocene intrusive rocks, pyroclastics and shale as shown in Figs.3 and 4.
- 2) Along the road, various pyroclastics, intrusive rocks, shale, landslide debris and talus cone deposits are exposed at the road cutting as shown in Fig.5.
- 3) The slope failures of the cutting were concentrated to the cutting made of the shale, landslide debris and talus cone deposits, in relations of the difference of physical properties of these rocks and deposits.
- 4) On the basis of our study, some recommendation are presented from the preservation of the slope of the road cutting in this area.

1 は じ め に

1 調査目的

もと弥彦観光有料道路(弥彦スカイライン)は、樋曾ゲートから猿ヶ馬場ゲート間13.75kmの主線、および猿ヶ馬場～野積間2.44kmの副線からなり、昭和45年4月に建設完了したものであって、以後10年を経過している。この間に降雨のため小規模なノリ面崩壊、モルタル吹付け部の老化による破損・落下、法面保護および落石防止のための金網の破損などがあって、その一部については補強され、また一部につ

* 新潟大学積雪地域災害研究センター

** 新潟大学理学部

*** 現在は、県道に移管されている。

いては植栽などによるノリ面強化工事などが行われてきて現在に至っている。

10年を経た現在、今後の崩災予測およびノリ面保護策の見直しのため、地質調査に基づく保全策の再検討を行うことを目的として基本的調査を新潟県企業局から依頼され、昭和54年度においてこれを実施することになった。

この調査を開始する直前、たまたま昭和54年8月24日、弥彦地域において1時間雨量数10mmに達する集中豪雨があり、このため野積滝ノ又川における土石流の発生による家屋破壊の被害、その源流部におけるスカイライン道床の欠壊のほか、道路山腹側の多くの小溪流水による土石の落下、斜面崩壊、地すべりの崩落が各所に起った。更に海岸のシーサイドラインにおいても土石崩落、斜面崩壊があり、間瀬に至る県道沿いの溪流でも土石・樹木の流出、ノリ面崩壊が起った。

以上の8・24崩災は弥彦山地海岸側斜面における基岩地質および表層地質の特性を強く反映したものであって、現在の地質状況をよく解明するのに役立っているばかりでなく、今後の崩災予測およびノリ面保全評価に対して新しい資料を提供した結果となった。

ここにその概要を報告する。

今回の調査にあたり、新潟県企業局からは、過去10年間における有料道路の被災状況について御教示を賜わり、また、調査にあたり種々の御便宜をいただいた。更に調査結果の発表について許可を賜わった。これらに対し関係各位に厚く感謝申し上げる次第である。

なお、野外調査に際し御協力をいただいた新潟大学積雪地域災害研究センターの鈴木幸治技官に謝意を表する。

弥彦地域の地質全般について、かねてより御教示をいただいている新潟大学教養部の津田禾粒・長谷川美行教授にこの際御礼を申し上げておきたい。

Ⅱ 1979年8・24災害における弥彦山の被災状況

1 溪流災害

弥彦スカイラインの西側（海岸側）には、北から、坂本川・白勢川・宝川・滝乃川・大野積川など、5本の河川が流下し日本海に注いでいる。これらの河川の上流部は多くの支溪に分かれ、扇状に分岐しているのが特徴であって、その支溪源流部はいずれも弥彦スカイラインに達し、更にこれを横切って主稜線に達している。従って、各河川の溪流災害は土砂流出に関して、スカイライン沿いの崩災と直接に関係している。

坂本川源流部の崩災は顕著でなかったが、北方の支溪では、異常出水とこれに伴う土砂及び樹木の流出がかなり著しかった。

白勢川では、源流部にほとんど崩災が認められず、異常出水に止まった。

宝川は、中上流部で多くの支溪が放射状に分岐し、全体としてロート状の谷を形成している。このため、降水は狭い下流部にすべて集合することになる。8・24豪雨の際には、特に南東支溪の源流部で溪流水型の土砂流出が著しく、中下流部で異常出水と土砂流出が顕著であった。

滝乃川は北東と南東への大きな2つの支溪に分岐している。このうち、北東支溪源流部では後述するような溪流水が各所に起った。一方、南東支溪では源流部に2～3箇の溪流水による土砂流出が起ったが、中流部には溪岸崩壊・山腹崩壊が10数カ所で発生し、顕著な掃流型の土砂流出が起った。両支溪の下流部では既存河床堆積物の洗掘が著しく、合流点より下流部では土石流に転化し、滝を落下して海岸地域

の家屋の破損と道路の埋没などの被害を生じた。

大野積川源流部では溪流水及び地すべり性崩壊が多発したが、土砂の下流部への流送量は少なく、下流部では異常出水で止まった。

2 弥彦スカイライン

昭和54年8月24日の集中豪雨による被災箇所を図-1に示してある。

スカイライン沿いに発生した被災のタイプ別に記述するとつぎのとおりである。

(1) 溪流水による土砂流出

図-1に示したように、南部主線の比較的標高の高い部分(No22~41)に集中して発生し、土砂が路面上に流出した。一般に弥彦山の溪流には、かなりの量の土石が堆積しており、集中豪雨の流出によって、でてきたもので、出水量の異常に多かったことに対して、道路の排水施設が対応し切れず、路面上に流出したものである。

(2) ノリ面の崩壊

ノリ面の崩壊は、とくに南部主線に集中しているが、地質別に崩壊をわけるとつぎのとおりである。

a) 表土のくずれ

典型的なものは、展望台付近のNo22のもので、斜面を被う表土が崩壊流出したものである。

b) 地すべり

とくに、南部主線のNo59~65にかけては、かなり大規模の地すべり地が分布しているが、今回の災害でこの付近に集中して地すべりまたは、地すべり性崩壊が発生している。

地すべり性崩壊は頁岩地帯、風化の著しい変質玄武岩地帯及び旧期崩土(崖錐)地帯にのみ起っている。

c) 基岩の崩壊、落石

基岩のうち、とくに頁岩が流れ盤的に崩壊したケースが見られたが、数はあまり多くない。また、われ目の多い基岩類は、小落石をしやすい。粗粒玄武岩は、ほとんど崩壊をしていない。

d) 崩土の崩壊

崖錐堆積物が崩壊したもので、数は多いが規模は小さい。

(3) 路面の崩壊

図-1のNo39の箇所では路面の約 $\frac{1}{2}$ が崩落した。この箇所は、崖錐堆積物を切り土したところで、いわゆる盛土の崩壊ではない。

もともとルーズな堆積物のところに、排水管による浸透水が加わり、崩壊したものと考えられる。

スカイライン沿いで発生した崩壊箇所の状況と地質との関係を表-1に示してある。

図-2には、崩壊(または落石)ノリ面を地質別に、ノリ面勾配とノリ高の関係で示した。これを見ると、粗粒玄武岩の切りとりノリ面では、崩壊と、勾配、ノリ高とはあまり関係がなく、頁岩のノリ面では、10m以上のノリ高で、60°以上の勾配のところでは、大なり小なり崩落が発生している。流紋岩および崖錐のノリ面では、崩壊とノリ勾配、ノリ高との関係は、あまり顕著ではない。

表-1 昭和54年8月24日崩災の区分と発生地点の地質状況

Table.1 Geological condition of the occurred points of disaster on the 24th August of 1979

地質 崩災の種類	頁 岩	凝 灰 岩	粗粒玄武岩	玄 武 岩	流 紋 岩	崖 錐
ノリ面崩壊	Na 42, 63, 65	Na 19	Na 4	Na 1, 52, 56	Na 48	Na 5, 6, 18, 44, 46, 64
山腹崩壊	Na 2, 7, 8, 10, 36, 43, 55, 69	Na 3	Na 12, 23, 24, 25	Na 53, 55, 60, 61	Na 47	Na 16, 17, 22, 45, 49, 50, 53
地すべり性崩壊	Na 17, 68			Na 58, 62, 66		Na 17, 59, 70
溪床・溪側浸蝕 (溪流水)	Na 11, 27, 30, 41		Na 9, 13, 14, 15, 26, 28, 29, 37, 38, 39, 51	Na 31, 32, 33, 54	Na 21, 47	Na 34, 35, 40, 57, 62

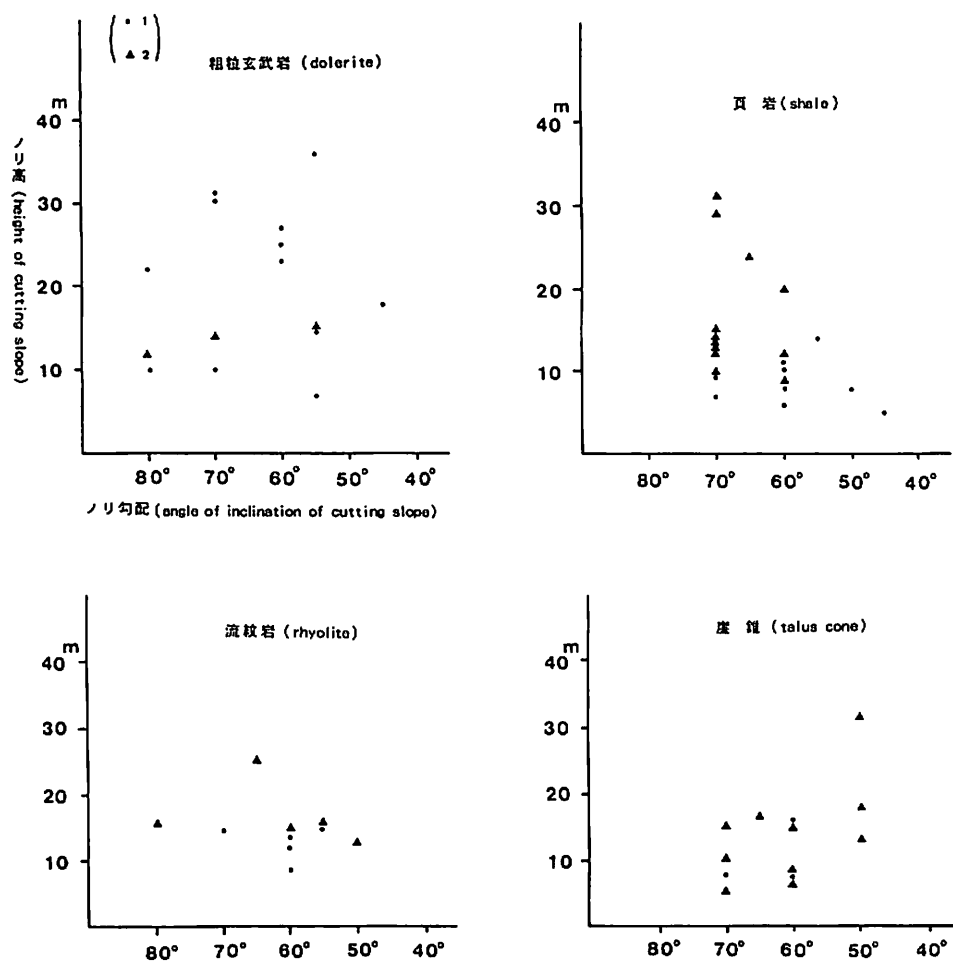
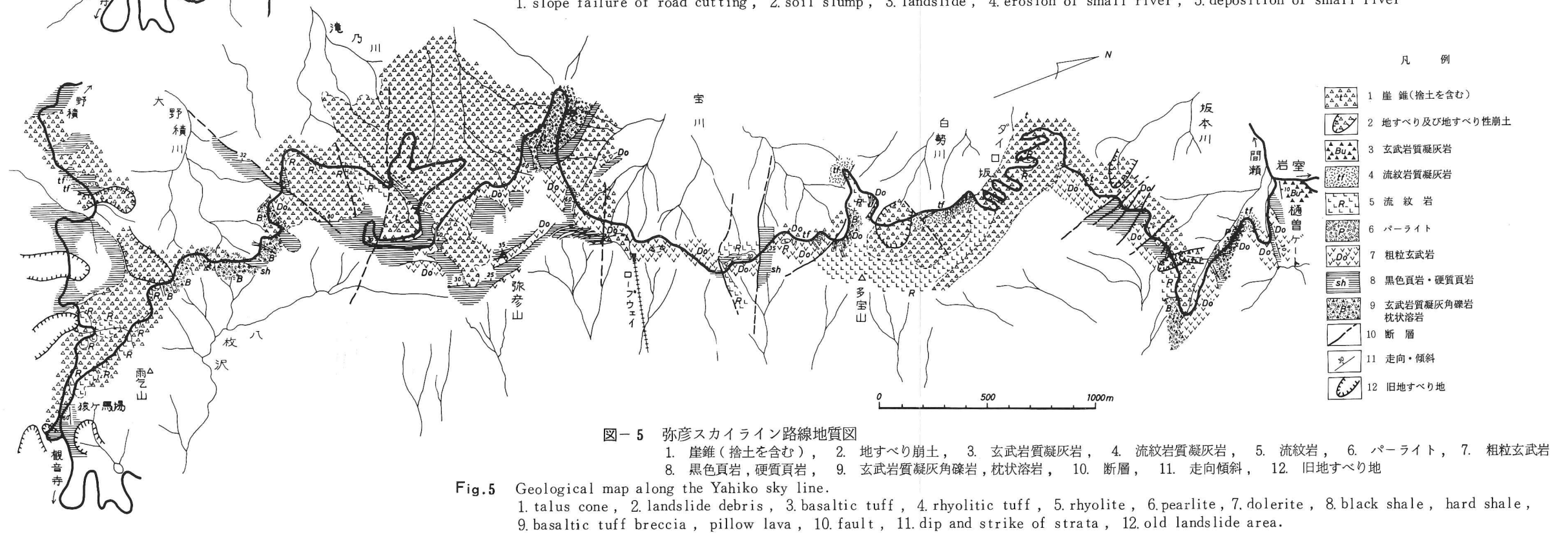
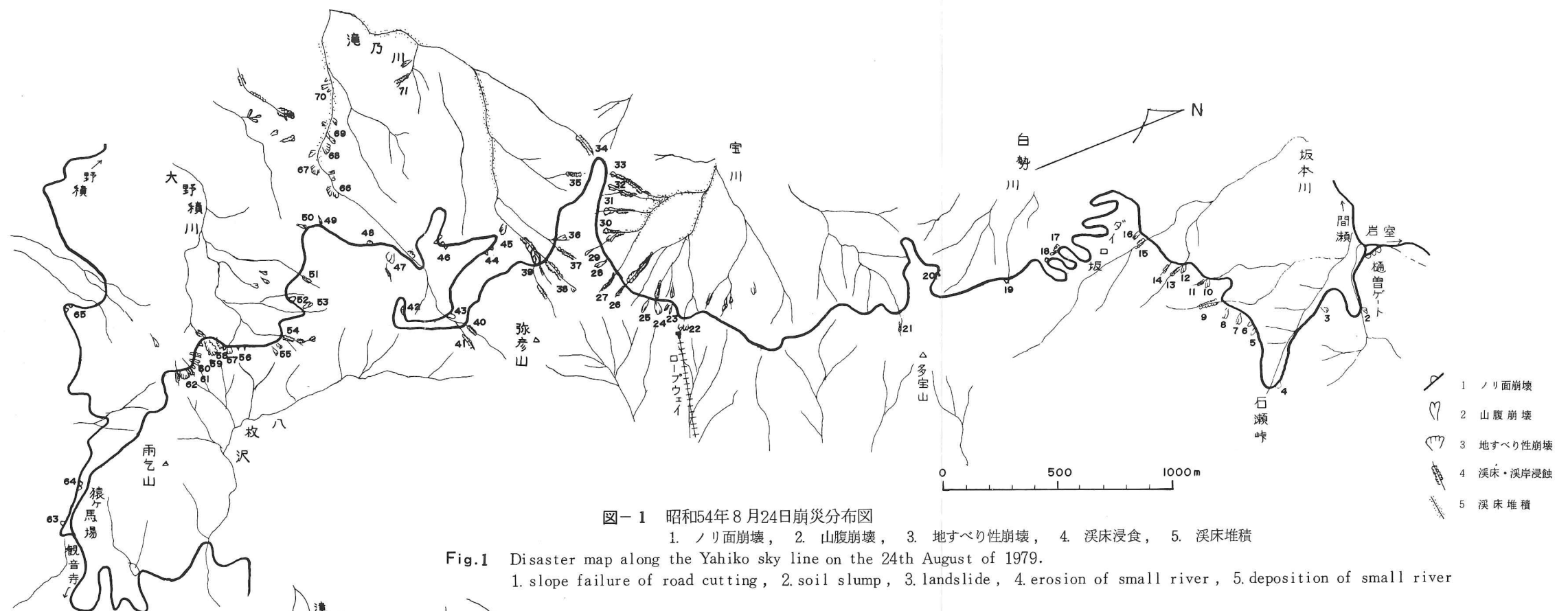


図-2 地質別ノリ面崩壊とノリ高, ノリ勾配との関係

(1: 崩壊しなかった切り取りノリ面, 2: 崩壊したノリ面)

Fig.2 Relation between slope failure of road cutting and height and angle of inclination of road cutting. (1. no fallen slope 2. fallen slope)



Ⅲ 道路ノリ面の地質とその崩壊特性

1 弥彦山地西斜面の地質の基本構造

弥彦山地は中新世の七谷層（観音寺層）・寺泊層・間瀬層と鮮新世の角田層・竹野町層から主になっており、東麓には更新世の佐渡小屋層と仁箇層が分布している。

各地層の構成岩石は図－4の凡例に示した如くである。また、それらの分布を図－3の地質図に示してある。

弥彦地域の全体の構造は1つの背斜構造によって特徴づけられているが、その背斜軸は山地の東麓に南北方向に存在しているので、山頂を含む大部分の山体では、各地層は背斜の西翼を構成しているため、いずれも西方（海岸側）へ傾斜しており、その平均傾斜は35°である。この状態を図－4の地質断面図に示してある。この傾斜は西側斜面の地形面とほぼ一致しているのが著しい特徴である。

2 地質基本構造の道路ノリ面規制

弥彦山地西斜面を構成する地層および岩石が西方へ傾斜しており、しかも地形斜面がほぼこれと平行していることが道路ノリ面の形状および保全様式を著しく規制している。更に崩壊の様式とも深くかかわり合っている。

頁岩のように板状構造をもつ岩石では、その走向方向に道路ノリ面を切ることにより、地層の前面の支持力が失われることになり、層理面に沿って流動し易い割れ目が発達している場合は流れ盤の状態を呈するため、これを防止するためノリ面勾配を小さくする必要がある、従ってノリ面の斜面長が大きくならざるを得ない。また岩片の落下防止にも適当な処置が必要である。

頁岩層以外の岩石では構造的に類似したものの場合も同様である。

一般的に言って、道路ノリ面で一たん崩壊が発生すると、同種の地質状況が上方の稜線まで連続して存在するという西斜面の地質構造特性から、この崩壊が上方稜線まで連続して発生することになる。

3 路線地質の概要

スカイラインの路線沿いの地層・岩石・構造を図－5の路線地質図に示してある。

基岩を構成するものは、地質年代の古いものから順に、硬質頁岩、流紋岩質凝灰岩、玄武岩質凝灰岩・枕状溶岩（下部のもの）、流紋岩、パーライト・パーライト質凝灰岩、玄武岩質凝灰角礫岩・枕状溶岩、石英安山岩・同質凝灰岩、粗粒玄武岩（岩床状貫入岩）などである。

表層地質を構成するものは、地すべり崩土、崖錐堆積物、段丘礫層（古土石流堆積物を含む）などが主であるが、道路脇下方斜面には道路切開時の捨土が存在する。

雨乞山北方から観音寺林道にかけては、特に玄武岩類の表層風化が著しく、かなり深部まで赤色土となっている。

以下8・24災害の被災状況とノリ面の性質条件をもとに、スカイラインおよび一部シーサイドラインもふくめて、崩壊に関する問題点を指摘してみたい。

4 基岩の崩壊特性

(1) 硬質頁岩

細かい層理面が発達しており、0.5～1.5cmの厚さで板状の岩片となって崩落する。角ばった破片となるものが多く、大きさは10cm以下である。路線沿いでは硬軟の互層がなく、比較的均質である。ところにより、既に述べたように、層理面に沿って規模の大きい崩落を起し易い。

ノリ面が傾斜方向の場合、走向方向でも傾斜が谷側の場合では、いずれもノリ面が垂直に近くとも安

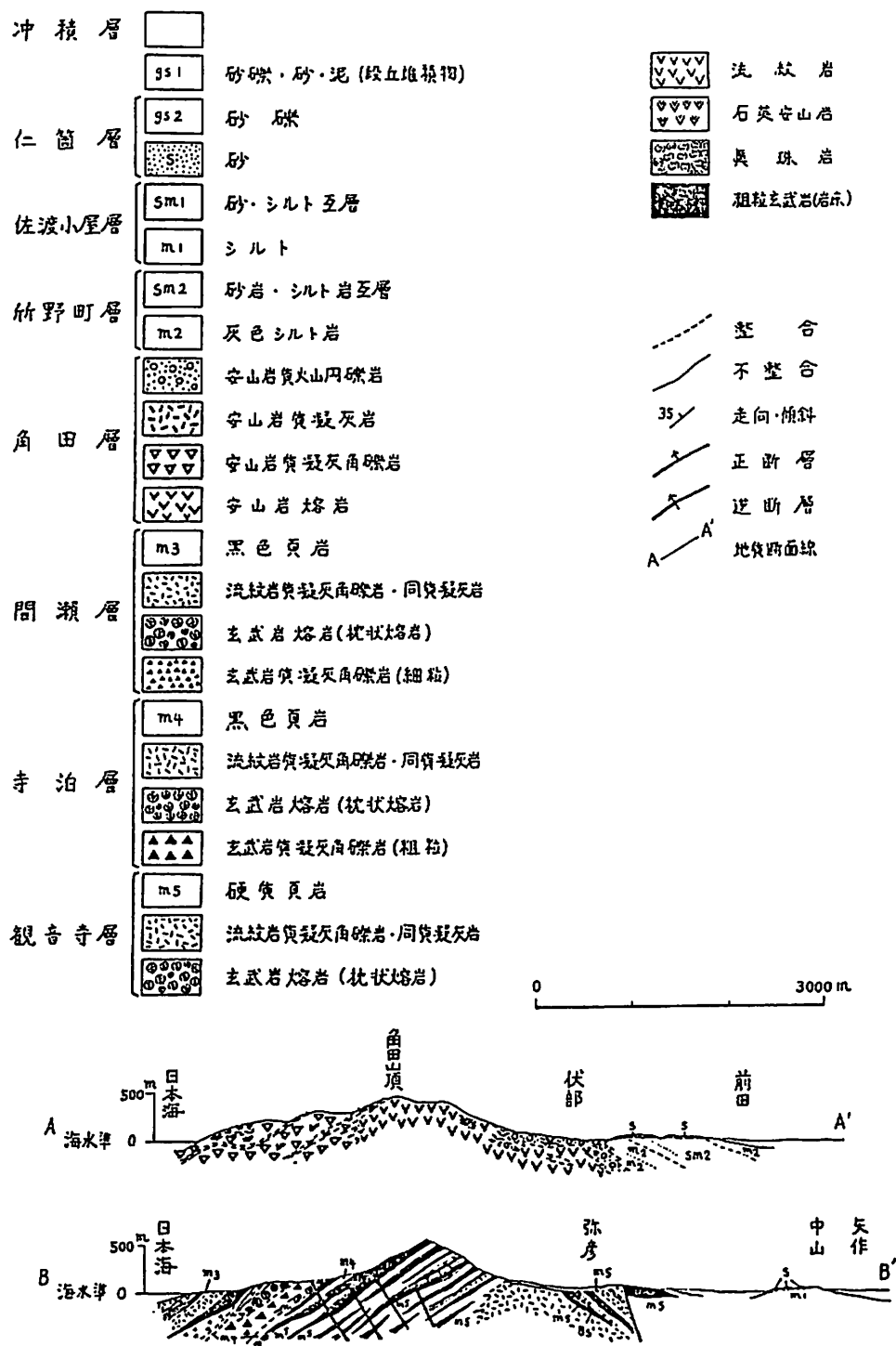


図-4 弥彦・角田山塊の地質断面図

Fig.4 Geological profiles of the Yahiko and the Kakuta mountains.

定しており、表面から小破片が少量崩落するのみである。このような場合には、道路脇に限って金網の覆いで十分である。

(2) 流紋岩

流紋岩には貫入岩の場合と溶岩の場合が区別される。

弥彦スカイライン沿いに出現する流紋岩は大部分が貫入岩であって、その主な分布は多宝山西斜面、弥彦山頂西方および雨乞山西斜面などである。

これらの貫入岩の場合では、径10cm前後の六角断面をもつ柱状節理が顕著に発達している。この六角柱が分離し、それと直角な割れ目によって岩片が崩落する。流紋岩体の周辺には多量の流紋岩片を主とする崖錐堆積物が存在している。現在の道路ノリ面を構成する流紋岩は崖錐化をまぬかれた比較的新鮮な露頭部分にあたるのでかなり安定している。従って若干の表面崩落があるのみであるから、金網による防止で十分である。

なお、シーサイドライン沿いの流紋岩は大部分が溶岩であり米水ヶ浦～崖松間に分布する。

この流紋岩溶岩は下位の玄武岩および粘土化の著しい凝灰岩の上に重なり西方へ傾斜している。既に述べたように、海蝕崖の形成によって先端部が不安定化し、巨礫が次々と分離して粘土化凝灰岩の上を滑落しており、その状況が現在も継続している。そのため大きな地すべり地を形成している。

(3) 下部玄武岩層

この玄武岩層は凝灰角礫岩、枕状溶岩および枕状溶岩の破片を含む角礫岩（ピロープレッチャ）からなり頁岩を挟んでいる。スカイライン沿いでは、石瀬峠付近、多宝山西斜面の1部、弥彦山頂西斜面および雨乞山北西部のノリ面に露出している。

これらのうち、北部主線沿いでは鉾化作用を蒙っており硬く崩落に対しては安定している。

弥彦山頂西部の玄武岩もほぼ同様であるが、若干の表面崩落があるので、一部はモルタル吹付けの通行、一部は金網による保全が必要である。

雨乞山北西部の玄武岩層は、粘土化が進行しており一部は崩壊し易い状態となっている。更に表面風化が著しいので崩壊防止策が必要である。

シーサイドラインでは、滝乃川～立壁間に下部玄武岩層が分布している。この地域では主として溶岩からなっており一部に黒色頁岩を挟んでいる。滝乃川出合い付近では鉾化作用を顕著に受けているため、一見、流紋岩様の外観を呈している。

この玄武岩層は海蝕崖を構成しているため、斜面勾配が大きい。更に崖錐で広く覆われており、その一部が8・24豪雨の際に崩落した。しかし岩盤としては安定しており、表面の崖錐の崩落防止が重要である。男釜女釜付近で一部の玄武岩は節理系が多く、かつ粘土化が進んでおり崩落している。

(4) 粗粒玄武岩（貫入岩）

粗粒玄武岩は多くのものが頁岩層や凝灰岩層のような板状構造をもつものの中に平行した形で貫入した岩床あるいはシルである。一部のものは地層を切る岩脈として存在する。

スカイラインでは全線にわたってノリ面に露われているが、特に弥彦山頂周辺に多く、この地域では岩床の厚さが大きい。

岩床をなすものでは、緑色を呈するものと黒色を呈するものの2種が区別されるが、崩壊特性は同様で、貫入面に平行な板状節理とこれに直角な柱状節理によって分割され、大型の岩塊として崩落する。これらの岩塊は崖錐礫の中に多量に存在するが、現在のノリ面を構成するものは崩落に対し最も安定である。若

干の表土崩落のある所以外は防止工の不要と思われるところが多い。

(5) パーライト質凝灰岩

シーサイドライン沿いの立壁～岩松間のノリ面を構成する淡緑色凝灰岩はパーライト質凝灰岩であって、パーライト溶岩を挟んでいる。これらは著しく粘土化（モンモリロナイト化）しており、極めて軟弱で滑動し易い。ひんぱんに崩壊を起しているが、今後も発生することが十分予想される。これらを取り除くことは不可能と思われるので、危険箇所のみ防壁工が必要である。

(6) 上部玄武岩層（間瀬層）

玄武岩質凝灰角礫岩・凝灰岩・枕状溶岩からなる。一般に堅硬でノリ面での崩落は少ない。一部は金網で覆うだけで十分である。

なお、この玄武岩層の中に石英安山岩および石英安山岩質凝灰岩があるが、ノリ面での崩壊はほとんどない。

5 表層堆積物の分布と崩壊特性

表層堆積物としては、段丘礫層、古土石流堆積物、崖錐堆積物、旧期地すべり崩土および風化表土などがある。なお、道路建設当時の捨土が斜面にかなり残存している。

これらのうちで、ノリ面崩壊に最も影響の大きいものは崖錐堆積物である。

スカイライン沿いの斜面では崖錐堆積物がほぼ全面的かつ連続的に分布している。このうち、崖錐堆積物が広く分布し崖錐扇状地様な緩い地形面を形成しているのは、多宝山北西方（ダイロ坂一帯）、弥彦山頂西斜面および雨乞山西斜面である。

多宝山西斜面では稜線地域から流下堆積した流紋岩片から主になる崖錐堆積物が分布しており、所々で基岩の流紋岩を覆っている状態が観察される。ダイロ坂のヘアーピンカーブをなす道路はこの堆積物を切っている。ここではノリ面は比較的安定しており、一部は金網による崩落防止策が必要である。

弥彦山頂から西方に広がる崖錐扇状地は最大規模のものであって、滝乃川の両支流の間に広く堆積している。山頂西斜面は主として粗粒玄武岩によって構成されているので崖錐堆積物の岩片は主として粗粒玄武岩である。この扇状地内を道路が通過しているが、ノリ面は低いのであまり問題がない。8・24崩災では8ヶ所で小さい崩落が起った。

この崖錐扇状地の扇頂部は弥彦山頂南にまで這い上っている。ここでは明らかに凹地形が存在し、植生も変っている。この中段には地形的に膨らみがあり、更に検討が必要である。ここでは段切り工が行われているが、その拡大・ネットの整備・上部の水抜き対策などの検討が望ましい。

雨乞山は全山とも流紋岩からなる。これはドーム状の貫入岩体である。路線地質図（図－5）に示したように、道路ノリ面でも露頭部分は少なく、西斜面全体が広く流紋岩崖錐に覆われている。このため崩落防止工がなされているが、8・24崩災の際には4ヶ所の崖崩れが発生していることからみて今後更に検討を要する。

スカイラインの道路山側に分布する崖錐の存在は、8・24崩災の例で見られるように、道路の保全に関して無視できないものである。道路は多くの小渓流を横断しているが、これら小渓流には崖錐起源の土石が堆積しており稜線近くまで分布している。これらの土石はかなりの降雨があれば渓流水の際には、今後とも崩落することが予想されるので、ノリ面での土石流下防止柵のような施工が必要である。現存する土石の排除は無理である。

一方、谷側に厚く広く分布する崖錐堆積物は次第に下流に流送されつつあり、8・24崩災の際、宝川、

滝乃川で発生した土石流の例でみられるように、今後とも土石流の発生要因となる可能性をもっている。現在既に計画されているように砂防えん堤の設置が必要である。

シーサイドラインについては、滝乃川～立壁間の玄武岩地域において崖錐の発達が顕著である。8・24崩災の際には小溪流に沿って崩落し、溪床に基岩の玄武岩および頁岩が一部露出するに至った。現在、かなりの崖錐が残存しており不安定化しているが、これについては崩落する毎に今後処理するのが適当であろう。

6 地すべり地

地すべり地の分布には次の3種が区別される。

(1) 雨乞山北西部の地すべり性崩壊地

ここでは流紋岩質凝灰岩が分布しており、8・24崩災の際には稜線から崩落した。

(2) 旧地すべり地

主線（南部）では雨乞山北西部で道路谷側に地すべり地があり、道路は橋梁型となっている。現在、地すべり防止工事が行われている。

猿ヶ馬場～野積支線では、寺泊層の黒色頁岩が広く分布しており、旧地すべり地がいくつか存在している。この中には、地すべり指定地が含まれている。

支線道路はこれらの旧地すべり地を横断しているが、切りとりノリ面はない所が多く問題はない。

(3) シーサイドライン（立壁～崖松間）地すべり地

既に述べたように、この地域では下位のパーライトおよび同質凝灰岩の上に流紋岩溶岩が重なっており、全体として海岸側へ傾斜している。下位の凝灰岩は著しく粘土化しており滑動し易い。このために上位の流紋岩溶岩周縁部は大岩塊として分離・移動・崩落している。以上の運動形態が全体として総合されてこの地域の地すべり運動となっている。この対策については既に述べた如くである。

Ⅳ お わ り に

今回の調査を通じて感じたことを列記するとつぎのとおりである。

1. ノリ面、とくに弥彦スカイラインのノリ面の勾配は、がいしてきついという印象をうけた。道路土工指針による切土ノリ面勾配と対応させると、粗粒玄武岩、玄武岩、流紋岩は硬岩（0.3～0.8）に相当し、頁岩、変質粗粒玄武岩は軟岩（0.5～1.2）に相当し、崖錐は、レキ質土（0.8～1.2）に相当し、地すべり崩土は、粘質土（0.8～1.2）に相当する。

2. ノリ面防護工のうち、粗粒玄武岩、頁岩のモルタル吹きつけは、再検討する必要がある。むしろ、落石防止のため金網の方がこの地域の地質にあっていると考えられる。

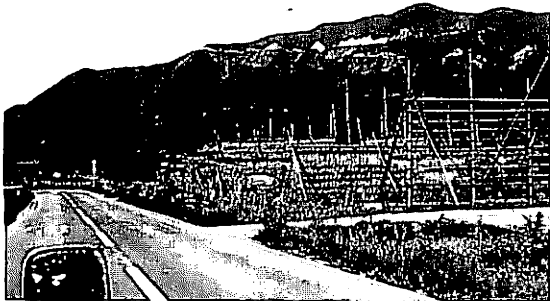
3. 溪流水は、山岳道路の宿命ともいえるものだが、排水施設の検討（埋積土砂の除去も含めて）が必要であろう。

参 考 文 献

西田彰一・茅原一也（1956）：弥彦・角田山塊の生い立ちと最近の地史，新潟県文化財年報，第一集，1～44。

白井健裕・津田禾粒・茅原一也・長谷川美行（1976）：新潟県弥彦山・角田山周辺の地質，新潟大地鉤研究報告，4，119～126。

1



4



2



5



3



6



写真

1. 弥彦スカイラインの遠景（野積より望む）
2. 3. 路肩崩落（図-1のNo39地点）
4. 地すべり性崩壊（図-1のNo56地点）
5. 地すべり性崩壊（図-1のNo60地点）
6. 地すべり性崩壊（図-1のNo59地点）

Photo.

1. Panoramic view of the Yahiko sky line.
2. 3. Fall of shoulder of the road.
4. 5. 6. Landslide