

4. 火山性堆積物と地盤災害

4.1 地震地盤災害と地形・地質

4.1.1 地形・地質構造

図 - 4.1.1 に東北地方の地形概略を示した。

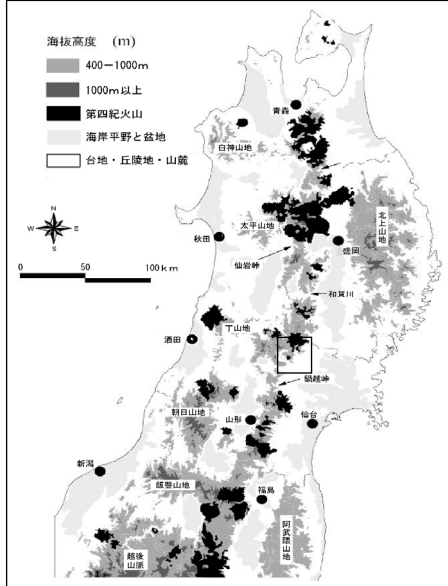


図 - 4.1.1 東北地方の地形概略 (宮城,2005)

宮城によれば、東北地方の陸域の地形は、島弧に平行な7列の帯状の地形が明瞭である。

- それらは、太平洋側から順に、
- 北上山地と阿武隈山地から成る非火山性外弧
- 奥羽脊梁山脈と非火山性外弧との間に形成された北上川・阿武隈川低地帯
- 奥羽脊梁山脈と火山フロント
- 奥羽脊梁山脈に隣接し、南北に配列する内陸盆地列
- 内陸盆地列と日本海側の海岸低地帯とを隔てる出羽丘陵の隆起帯
- 日本海側の低地帯
- 海岸低地帯の沈降帯と西側の日本海大陸斜面を境とする男鹿半島 - 粟島の隆起帯

である。

東北日本は、15Ma 頃は引張テクトニクスにあり、東西方向の引張応力場のもと、多くの南北方向の正断層とそれらの間をつなぐ断層群により、地溝ないし半地溝上の堆積盆が形成され、新第三紀以降の堆積物が厚く埋積した。

応力的な中立時期を経て、3Ma 以降、一転して東西方向の水平圧縮応力を受け、地層群は 50km 程度の波長で背斜と向斜を繰り返す、上記のような島弧に平行な帯状配列が形成された。

奥羽脊梁山脈は、幅 20 ~ 30km の複背斜を形成する背斜で、その東西両側には山脈側に傾く逆断層や急傾斜帯が発達している。

奥羽脊梁山脈は、8Ma から活発な火山活動を繰り返して、多くのカルデラ群を形成した。3Ma 以降は、現在のような安山岩・玄武岩質の成層型の複成火山に変わった。

図 - 4.1.3 には、東北地方の第四紀火山とカルデラの分布状況を示した。第四紀火山の多くは奥羽脊梁山脈の稜線付近に集中するが、火山はおよそ 30 ~ 50km ほどの広がりの中に数個 ~ 数十個の成層火山といくつかの大きなカルデラが密集して火山クラスターを構成している。

火山クラスターは、70 ~ 100km ほどの間隔で認められる。今回の被災地域は、栗駒火山を中心とする火山クラスター付近に位置する。今回の被災形態は、こうした地形・地質構造を反映したものである。

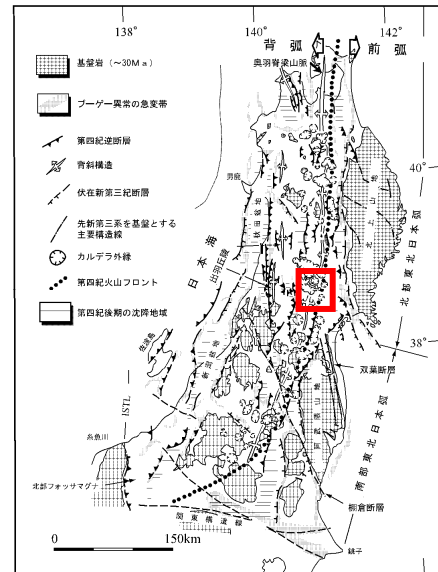


図 - 4.1.2 東北地方の地質構造概略 (Sato, 1994)

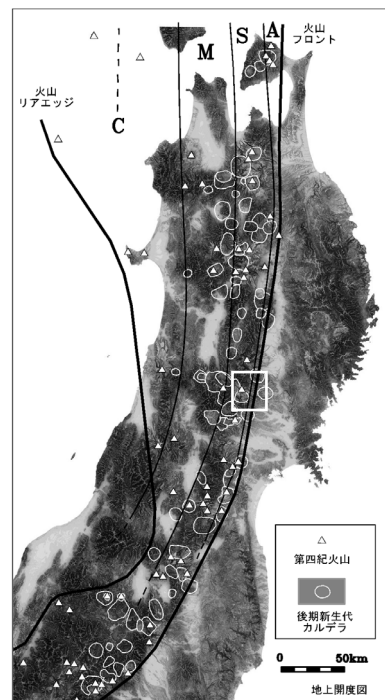


図 - 4.1.3 東北本州弧の第四紀火山とカルデラの分布 (吉田ほか, 2005)

4.1.2 栗駒南麓地域の地形と斜面災害

2008年岩手宮城内陸の地震では、震源断層と見られる断層の上盤側、東西10~20km、南北約40kmの狭い範囲、地形的には奥羽山脈東側の主山稜から山麓部、焼石岳火山と一迫川に挟まれる地域に、被害が集中した。

宮城は、この地域の地形的特徴として、奥羽山脈

奥羽山脈上の第四紀の火山

山脈を開析する河川

延長は数十km程度の支流が多いが、主山稜付近では比高数百mの長大な浸食斜面を形成する。

脊梁山脈東麓部の地形

火山性の堆積物からなる平坦面と、第四紀初等の地形面を背面とする丘陵地からなる

を指摘している。

(1) 地形分類

宮城は、斜面災害の集中地域の南半部を含む地域の地形分類図を作成した。図-4.1.4に、栗駒火山とその南麓地域の地形分類と斜面被害分布を示した。

宮城は、この地域の地形について、

現在の栗駒火山山頂部などを構成する熔岩類

栗駒火山の大規模な活動の最末期に形成された火山で、熔岩の堆積面にはガリーなどの浸食形はほとんど発達していない。

栗駒火山起源と思われる火山砕屑物・熔結凝灰岩類で構成される緩斜面群

希大ヶ原は火砕流堆積物から成る広大な南東傾斜の緩斜面、耕英地区の北半や駒の湯などは熔結凝灰岩とともに火山泥流の堆積面、御沢から耕英地区にかけて、爆裂火口や御室に起因する泥流の堆積面と思われる緩やかな波状地

更新世初期の熔結凝灰岩類

耕英地区から一迫川上流部の海拔600m以下の地域の丘陵地。開析谷が発達する領域と、それに囲まれる緩斜面領域に区分。緩斜面領域は、北川石英安山岩やその他の熔結凝灰岩の堆積原面である可能性。

地すべり地形

極めて多数の地すべり地形が分布。

大規模な地すべり地形が集中するのは産女川右岸、二迫川流域の荒砥沢ダム周辺、一迫川上流の温湯温泉から河原小屋沢一帯、栗駒山南方の爆裂火口付近である。

中小規模は、三迫川上流の御沢、一迫川中流の伊豆根沢付近である。

大規模(顕著)な遷急線

空中写真上で極めて明瞭なものとして判読・認知できるものを図示した。

特に、一迫川上流の湯の倉から湯浜、相ノ沢、河原小屋沢一帯では、比高150mを越すような溪岸と大規模な遷急線が熔結凝灰岩や栗駒火山の堆積物からなる緩斜面や小起伏面を切り込んでゴルジュを形成している。温湯から下流では開析谷が高密度に発達し、その比高は100m以下に低下し、隣接する尾根部は隣接する谷壁で切り合う状態となる。

もう一つは、栗駒火山の堆積面を開析するガリーと火山性堆積面の境界に認められる。

開析斜面

河岸段丘・沖積錐

湿地

などに区分した。

(2) 地形と斜面変動

図-4.1.4に示した被害分布状況によると、典型的に出現する斜面変動と地形・地質環境の対応は、以下の通りである。

火山特有の溶岩流や高山地形の雪窟・雪渓などの局地的な地形・水文条件を反映

・ドゾウ沢原頭部に発生した崩壊と土石流

火山斜面を開析する大規模なガリーの上端に発生したものの

・産女川源流部の大規模な地すべり

熔岩とその下位の凝灰岩というキャップロック構造が産女川の浸食により大きな溪岸を創り出し、過去に生じた地すべり性の破壊を更に拡大する破壊が生じ、大規模化につながった可能性がある。

河床の下刻が進んだ場所

・一迫川上流の湯の倉地区や湯浜地区、河原小屋沢や相の沢などの発生した大規模な山腹崩壊熔結凝灰岩など火山起源の岩石が作る緩斜面と谷壁溪岸斜面との間に極めて明瞭かつ150mを超える大比高の遷急線を形成している。

谷頭部のような水が集中する部位

・耕英地区と隣接する二迫川支流で、集中した地すべりと崩壊・土石流が複合した斜面災害

なお、火山斜面を開析する小規模なガリー、山麓部の丘陵地、泥流堆積地、火砕流台地では大きく破壊された箇所は余り目立たない。

荒砥沢ダム上流の巨大地すべり、隣接するヒアシクラ沢、シズミクキ沢などで発生した巨大地すべりは、地形条件が関連した斜面災害とは考え難く、地質構造そのものに破壊の素因を求めることが現実的であろうとしている。

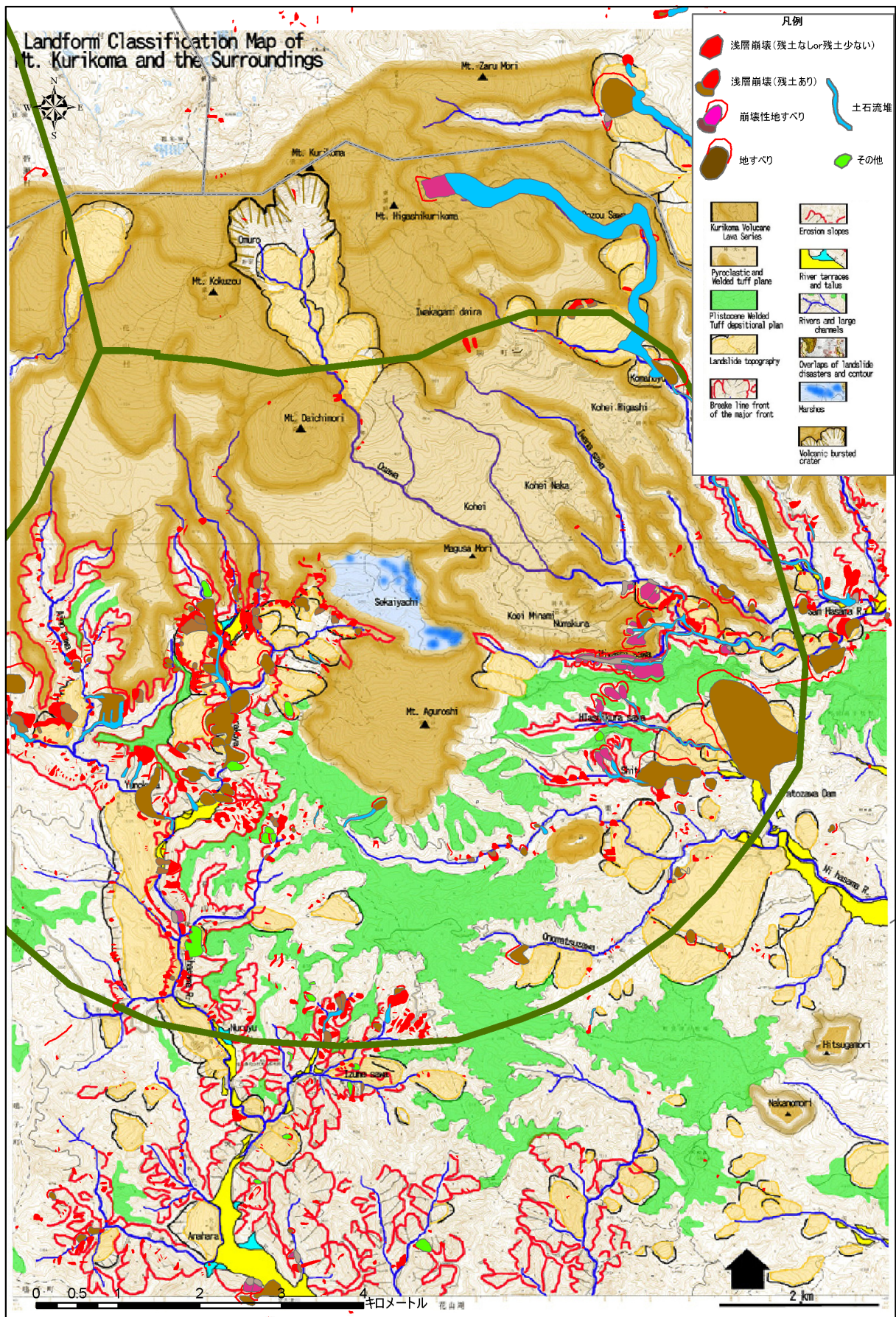


図 - 4.1.4 栗駒火山とその南麓地域の地形分類と斜面災害分布
(宮城作成図面に、斜面変動、カルデラ推定線を加筆)

4.1.3 地質と斜面変動被害

(1) 地質層序

震源域全体の地質を、東北地方デジタル地質図 GIS 版 (2006)の記載を中心に概観する。図-4.1.5 に、震源域全体の地質層序概念図を示した。震源域全体の地質は、先第三系の変成岩類・花崗岩類が新第三系の基盤をなす。

新第三系は、先第三系を不整合に覆って、震源域に広く分布する。前期中新世(N1)の変質安山岩類(av), 中期中新世以降(N2, N3)の火砕岩, 砂岩(s)・泥岩(m)などの堆積岩などが広範囲に分布する。

第四系(Q)は、第四紀火山である焼石岳, 栗駒山の周辺に同火山起源の噴出物が分布する。また、栗駒山南方には、第四紀火砕流堆積物の分布が下位の地層群を覆って広く分布する。

河川沿いには、小規模な段丘堆積物が分布する。

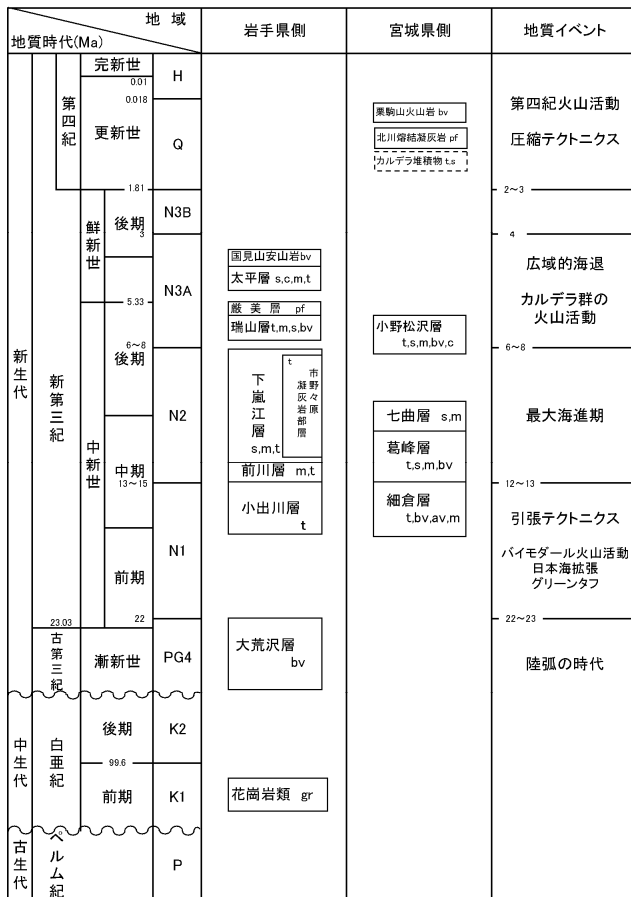


図 - 4.1.5 震源域全体の地質層序概念図

(2) 地質と斜面変動被害

図 - 4.1.6 には、主な被害状況と地質の関係を示した。八木らが作成した「2008年岩手・宮城内陸地震に伴う斜面災害分布」⁴⁾を、GIS版地質図に読み込み、斜面災害と地質区分の関係を検討した。

図 - 4.1.7 には、地質区分と斜面変動面積の関係を示した。図 - 4.1.8 には、地質区分と斜面変動箇所数の関係を示した。面積、箇所数とも、地質区分の N2t が最大値を示し、次いで N1t と Qpf がほぼ同じ値を示している。最大を示した N2t 層は、岩手県側の下嵐江層の部層である市野々原凝灰岩部層、宮城県側の小野松沢層が該当する。

市野々原凝灰岩部層は、磐井川流域の市野々原地区の発生した地すべりにより河道閉塞を引き起した地層である。

小野松沢層は、栗駒山南麓一帯に分布する、凝灰岩を主体とする地層である。

N1t 層は、岩手県側では小出川層(グリーンタフ主体)、宮城県側では細倉層(凝灰岩主体)が該当する。

Q2pf は、栗駒山南麓一帯に広く分布する北川熔結凝灰岩が該当する。

表 - 4.1.1 には、八木による「地質ごとにみた斜面災害タイプの発生面積と発生率の関係」を示した。八木は、今回発生した斜面変動を、形態から深層地すべり、崩壊性地すべり、浅層崩壊および土石流に区分した。

浅層崩壊は、発生した斜面変動 2234 箇所のうち 1855 箇所(83%)にのぼり、これらが比高 100 - 300m のほぼ垂直に近いゴルジュが発達する一迫川上流や磐井川上流に集中し、これらは、火砕流堆積物がなす急斜面の谷壁斜面上部に集中していると指摘している。

表 - 4.1.1 地質ごとに見た斜面災害タイプの発生面積と発生率

地域	地質・岩相	年代	地質帯面積 (m ²)	深層地すべり面積 (m ²)	崩壊性地すべり面積 (m ²)	浅層崩壊面積 (m ²)	地質帯ごとの斜面変動発生率(%)		
							深層地すべり	崩壊性地すべり	浅層崩壊
北部	安山岩質溶岩/火砕岩	後期鮮新世/中期更新世	73,525,581	40,831	260,598	500,944	0.06	0.35	0.68
	デイサイト火砕岩	後期中新世/前期鮮新世	22,129,165	96,774	21,718	361,481	0.44	0.10	1.63
	砂岩・泥岩互層/凝灰岩質堆積岩	後期中新世/前期鮮新世	43,072,233	95,324	23,402	361,054	0.22	0.05	0.84
南部	デイサイト溶結凝灰岩/火砕岩・凝灰岩	後期鮮新世/中期更新世	79,997,007	295,854	363,440	1,271,638	0.37	0.45	1.59
	凝灰岩質堆積岩・礫質凝灰岩	後期中新世/前期鮮新世	49,526,621	1,805,869	411,725	1,157,186	3.65	0.83	2.34

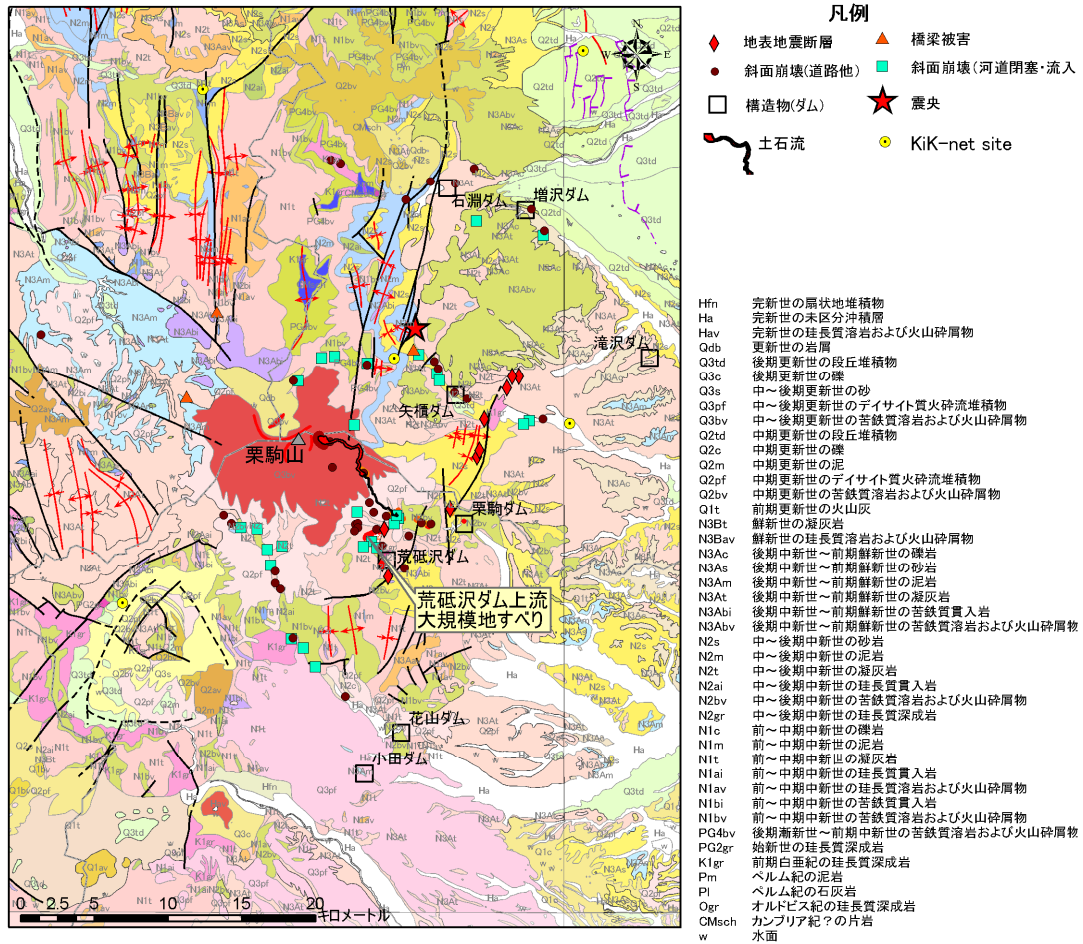


図 - 4.1.6 2008 年岩手宮城内陸地震に伴う主な被害分布と地質

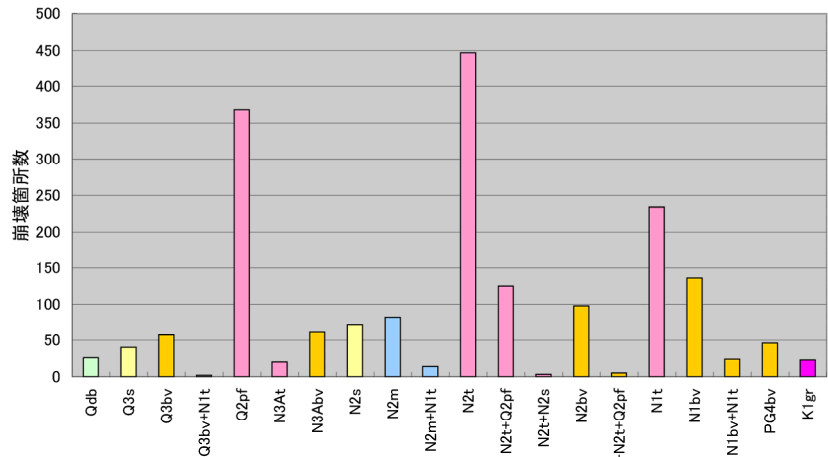


図 - 4.1.7 地質区分と斜面変動面積

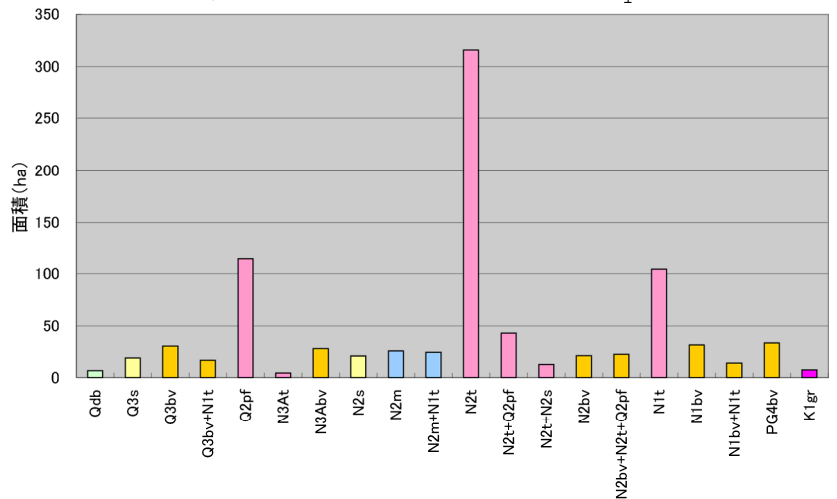


図-4.1.8 地質区分と斜面変動箇所数

4.1.4 地域ごとの地質と斜面変動

地域ごとの地質と斜面変動の特徴として、

- (1) 胆沢川流域
 - ・石淵ダムから胆沢ダム(建設中)周辺
 - ・急斜面での斜面崩壊
 - ・新第三紀中新世の堆積岩類や凝灰岩類の風化部の表層崩壊
 - ・節理の発達した亀裂性岩盤(熔結凝灰岩)での岩盤崩落
- (2) 磐井川流域
 - 下流側 岩盤崩落が多発
 - ・新第三紀の巖美層の熔結凝灰岩の冷却節理に沿った岩盤のトップリング~すべり
 - 市野々原付近の中流域
 - ・新第三紀中新世の堆積岩類(下嵐江層など)の層理面すべりが多発 河道閉塞(図 - 4.1.9)
 - ・国道 342 号まつるべ大橋 西側の尾根型斜面の岩盤初生すべり 落橋災害
 - 上流域 規模は小さいが、崩壊密度は大きい
 - ・新第三紀のグリーンタフ(小出川層相当)の岩盤崩落
 - ・新期熔結凝灰岩(低熔結)の崩壊
- (3) 栗駒火山地域
 - ・火山灰や溶岩流(自破碎熔岩)等の火山噴出物の崩壊
 - ・ドゾウ沢や産女川上流での大規模な崩壊と崩壊土砂による土石流
- (4) 栗駒山南東地域
 - ・耕英地区付近 火砕流台地を浸食する谷の両側斜面が連続的に崩壊し、崩壊土砂が土石流となって流下(図 - 4.1.10)
 - ・行者の滝付近の御沢右岸や裏沢左岸で規模の大きい斜面崩壊~崩壊性地すべり
 - ・荒砥沢上流の大規模な地すべり(幅 800m, 長さ 1200m, 図 - 4.1.11), 西側のシツクキ沢の地すべり。
 - 共通点は、下位に低固結の軽石凝灰岩があり、その上に熔結凝灰岩が累重する地質構成
 - ・日影森 尾根部の斜面崩壊 上部は熔結凝灰岩(低熔結), 下部は軟質な軽石凝灰岩
 - ・放森(行者の滝東南東約 2km)の尾根型斜面の表層崩壊 崩壊土砂が段丘面を長距離移動
- (5) 一迫川流域
 - 一迫川上流域
 - ・火砕流台地の縁辺部で地すべり性崩壊や表層崩壊が著しく多発, 河道閉塞を生じた。
 - (図 - 4.1.12)
 - 一迫川下流
 - ・熔結凝灰岩のトップリングなどによるやや大規模な岩盤崩壊が多数発生

4.1.5 おわりに

今回の地盤災害に対する地形、地質の特徴は、地質が火山噴出物を主体としていること
下部の軟質(低固結)な凝灰岩・堆積岩を、硬質な火山岩(熔岩、熔結凝灰岩)が上部を覆うキャップロック構造であること
熔結凝灰岩など火山起源の岩石が作る緩斜面を開析して形成された、比高 100~300m のゴルジュが発達する地域で、浅層崩壊が集中したこと
高山地形の雪窟・雪渓などの局地的な地形・水文条件が関係すること
が指摘されている。

なお、荒砥沢の巨大地すべりでは、地質的に上部の熔結凝灰岩とその下位の軽石凝灰岩、およびその下位の砂岩・シルト岩(岩相はカルデラ湖盆堆積物)の間には時間的間隙がないことから、推定される栗駒南麓カルデラの可能性、小野松沢層と火砕岩類の層序および年代認識について、今後の研究課題とされている。

本報告は、平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震災害調査報告書の、
第 2 章 地形・地質
第 4 章 地盤災害
にもとづき、まとめたものである。

ここに、第 2 章および第 4 章の筆者に、謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 平成 20 年岩手・宮城内陸地震 4 学協会東北合同調査委員会:平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震災害調査報告書, 2009.
- 2) 社団法人東北建設協会監修:建設技術者のための東北地方の地質, 2006.
- 3) 社団法人 東北建設協会監修:東北地方デジタル地質図, 2006.
- 4) 八木浩司, 佐藤剛, 山科真一, 山崎孝成:2008 年岩手県・宮城内陸地震により発生した地すべり・崩壊分布図,
http://japan.landslide-soc.org/education/report/iwate_miyagi_EQ_080717, 2008.
- 5) 布原啓史, 前田修吾, 吉田武義, 山田亮一:地理情報システムを用いた地震災害とカルデラ構造との関連の検討, 日本地質学会, 2009.
- 6) 北村 信編:新生代東北本州弧地質資料集 第 2 巻 - その 7 - 島弧横断ルート No.19(飛島 - 鳥海山 - 湯沢 - 水沢), 1986.
- 7) 北村 信編:新生代東北本州弧地質資料集 第 2 巻 - その 8 - 島弧横断ルート No.20(鬼首 - 細倉 - 花泉), 1986.

