

令和元年(2019 年)東日本台風による宮城県丸森町周辺と 岩手県三陸海岸沿いの斜面変動の分布

若月 強*・吉原 直志*・遠藤 悠一*・大森 想*・古賀 亘*

Distribution of Slope Movements Caused by Typhoon Hagibis (TY1919) near Marumori Town, Miyagi Prefecture and Sanriku Coastal Area, Iwate Prefecture

Tsuyoshi WAKATSUKI, Naoyuki YOSHIHARA, Yuichi ENDO, Kokoro OHMORI, and Wataru KOGA

**Storm, Flood and Landslide Research Division,
National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, Japan
waka@bosai.go.jp*

Abstract

Serious slope disasters were induced by Typhoon Hagibis on October 2019 near Marumori Town, Miyagi Prefecture and Sanriku coastal area, Iwate Prefecture. The distribution of slope movement (e.g. slope failure, debris flow) was investigated by developing a trace map of sediment movements by air photo interpretation and field survey, and the rainfall distribution and geology were compared. Slope movements occurred more frequently in the area of granites than in the areas of volcanic rocks and sedimentary rocks such as accretionary prisms. In the area of granites, slope movements began to increase when the 6-hour rainfall and the 24-hour rainfall exceed about 180 mm and 300 mm, respectively. The slope movements concentrated in slopes where 6-hour rainfall exceeds 250 mm and 24-hour rainfall exceeds 400 mm. The occurrence frequency, size and amount of sediments of slope movements were the largest near Marumori Town, followed by the Omoe and Funakoshi Peninsulas, and smaller in Fudai Village, reflecting the differences in rainfall in each region.

Key words: Slope failure, Debris flow, Air photo interpretation, Cumulative rainfall, Granites

1. はじめに

2019 年(令和元年)10 月 6 日 3 時に発生した台風第 19 号は、非常に強い勢力を保ったまま、12 日 19 時前に伊豆半島に上陸し、13 日 12 時に北海道の南東海上で温帯低気圧に変わった。この台風に伴う大雨により、太平洋側を中心に岩手県から長野県までの各県に被害が発生した。死者・行方不明者数は、福島県で 30 人、宮城県で 21 人、神奈川県で 9 人、長野県で 5 人、栃木県・群馬県・埼玉県で各 4 人、岩手県・静岡県で各 3 人など、計 86 人に及ぶ(総務省消防庁、2020 年 2 月 12 日時点)。また、住家の

全壊は、福島県で 1,470 棟、長野県で 916 棟、宮城県で 304 棟、茨城県で 146 棟、埼玉県で 134 棟など、計 3,247 棟である。その中で、土砂災害は各県で発生したが、特に宮城県丸森町の被害が大きく、死者 10 人、行方不明 1 人、軽傷 2 名、住家の全壊 113 棟、大規模半壊 246 棟、半壊 623 棟に及ぶ(丸森町ホームページより抜粋)。この台風に対して、気象庁は令和元年東日本台風と命名した。

本報では、宮城県丸森町とその周辺、および岩手県三陸海岸沿い(特に普代村と重茂半島・船越半島)における、この台風による斜面変動の発生場所を明

* 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門

らかにするために、空中写真判読による土砂移動分布図の作成と現地調査を実施した。また、斜面変動の分布と地質・雨量との比較を行い、花崗岩類の分布域については、雨量と斜面変動の発生頻度の関係についての議論も行った。

2. 宮城県丸森町とその周辺

2.1 丸森町周辺の地形・地質と降雨状況

調査地域は、宮城県丸森町と隣接する白石市、福島県伊達市・相馬市等である(図1)。同地域には、相馬市と伊達市の境界に位置する標高825mの霊山のほか、主に標高200~600m程度の丘陵地が広く分布している。20万分の1地質図幅「福島」(久保ほ

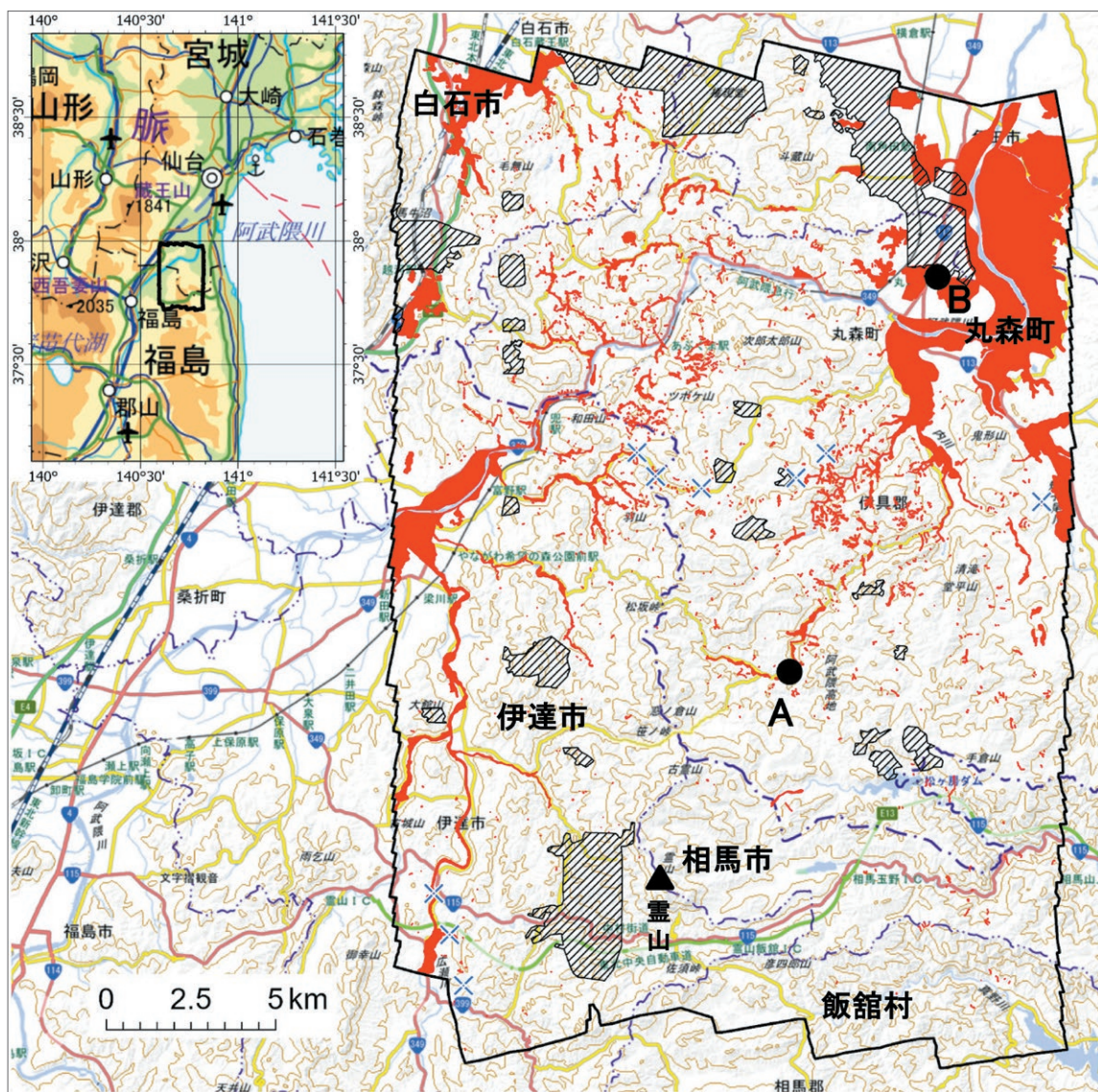


図1 国土地理院が災害直後の10/20と10/21に丸森地区を撮影した空中写真の正射画像を元に判読し作成した土砂移動分布図(黒枠線:判読範囲, 赤色:土砂移動範囲, 黒網線:判読不能範囲). 青×:調査地点, A:アメダス「筆甫」, B:アメダス「丸森」の観測地点. 地形図は国土地理院の標準地図(等高線間隔は100m). なお、平野に広範囲に拡がる土砂移動範囲は、主に河川氾濫による土砂堆積である。

Fig. 1 Landform and traces of sediment movements around Marumori Town in Miyagi Prefecture. Red shading areas are sediment movement regions over the survey area surrounded by black line while hatched areas are unreadable regions. Blue crosses show survey points. Locations of Hippo and Marumori AMeDAS stations of JMA are denoted by A and B, respectively. Base-map is obtained from standard map of GSI. Contour interval is 100 m.

か、2003)によると、主な地質は、中生代白亜紀前期の花崗岩類(北上花崗岩類および阿武隈花崗岩類)と新生代新第三紀の玄武岩—安山岩火砕岩および溶岩である(図2)。

アメダス「筆甫」(図1)では、10月12～13日に最大24時間雨量587.5mm、最大6時間雨量367mm、最大1時間雨量80.5mmが記録された。また、アメダス「丸森」(図1)では、10月12～13日に最大24時間雨量420.5mm、最大6時間雨量264mm、最大1時間雨量60mmが記録された。気象庁解析雨量による、調査地域の2019/10/11～10/13における最大1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、48時間、1週間、2週間雨量の分布を図3に、各雨量の最大値を表1にそれぞれ示す。これらによると降雨の積算時間が1時間から12時間までは、積算時間が増すほど雨量が大きくなるが、24時間より長くなると雨量の変化は小さい。すなわち、降雨があったのは約12時間であり、降雨が特に激しかったのは6時間程度であったことがわかる。判読範囲内での最大6時間雨量は約160～370mmに及ぶ。また、最大24時間雨量の最大値は約590mmが記録されている。

2.2 丸森町周辺の斜面変動と地質・雨量との関係

図1は、国土地理院が災害直後に撮影した空中写真の正射画像を元に判読し作成した土砂移動分布図を示している。土砂移動分布図とは、空中写真や衛星画像で目視により確認された、斜面変動や流水によって土砂が移動した範囲を記載したものであり、山地では斜面崩壊や土石流・土砂流、平野では土石流・土砂流や河川氾濫が主な土砂移動プロセスである。この図は、防災科学技術研究所の令和元(2019)年台風19号に関するクライシスレスポンスサイト(URL: <http://crs.bosai.go.jp/DynamicCRS/index.html?appid=9424c7b32d784b60a9b70d59ff32ac96>)の土砂災害発生状況(丸森地区 土砂移動分布図(防災科研))で閲覧可能である。

この図と地質図(図2)および雨量分布図(図3)から、6時間雨量が約180mmかつ24時間雨量が約300mmを超えた場所で斜面変動(斜面崩壊や土石流)が増え始め、それぞれ約270mmかつ約450mmを超える場所に斜面変動が密集していることがわかる。また、雨量の多い丸森町の特に花崗閃緑岩(G_{1b}, G_{1c}, G_{2a})の斜面において斜面変動が多発している。火砕岩および溶岩(Eb, M_{2a})、礫岩・砂岩・泥岩お

よび流紋岩凝灰岩(M_{1s})の分布域でも斜面変動が発生しているが、その頻度や規模は概して小さい。また、花崗岩(G_{2b})の分布域は、雨量が少なく斜面変動の頻度や規模も小さい。

2.3 現地調査による丸森町周辺の斜面変動の様子

現地調査によると、地質に関係なくほとんどの斜面崩壊は崩壊厚が1～2m以下の表層崩壊であった。特に北上花崗岩類の崩壊地面には砕けたコアストーンが見られる場合が多かった(写真1)。北上花崗岩類と阿武隈花崗岩類のいずれも、花崗閃緑岩(G_{1b}, G_{1c}, G_{2a})斜面の土層は概して厚く、簡易貫入試験値(Nc値)が30になる深度が約5mに及ぶ場所が存在していた。阿武隈花崗岩類の花崗岩(G_{2b})斜面の土層厚は計測していないが、目視によると花崗閃緑岩斜面よりも土層は薄かった。なお、花崗閃緑岩は花崗岩よりも風化を受けやすい黒雲母や斜長石が多いため、斜面の土層が厚くなることが知られており(例えば、Wakatsuki and Matsukura, 2008)、本地域も同様の傾向を示すと考えられる。また、北上花崗岩類の斜面や河床にはマサとともに多数のコアストーンが存在するが、阿武隈花崗岩類の斜面や河床にはコアストーンは少なくほとんどがマサであった。これら斜面や溪流の土砂が、流水とともに丸森町の市街地や田畑に流入し、大きな被害を与えた。

一方、Eb分布域(玄武岩—安山岩火砕岩および溶岩)は、目視によると、表層崩壊が多いが崩壊厚が2m以上のやや深い崩壊もわずかに発生しており、すべり面付近の土層の性質は様々であるが粘性土の斜面が多かった。M_{1s}分布域(礫岩・砂岩・泥岩および流紋岩凝灰岩)の崩壊は、目視によると表層崩壊が多かった。図1, 2の調査地点における各地質の斜面変動の写真は、若月ほか(2020)に掲載している。

3. 岩手県三陸海岸沿い、特に普代村と重茂半島・船越半島辺

3.1 三陸海岸沿いの地形・地質と降雨状況

調査地は三陸海岸沿いの山地、具体的には岩手県普代村から大槌町に至る岩手県中部の太平洋岸に沿う、北上山地の東縁山地である(図4左)。海岸は、宮古市から北側には海岸段丘と海食崖、南側はリアス式海岸が広く分布している。地質は、図4右に示すように、主に北上花崗岩類(Gd、主に花崗閃緑岩

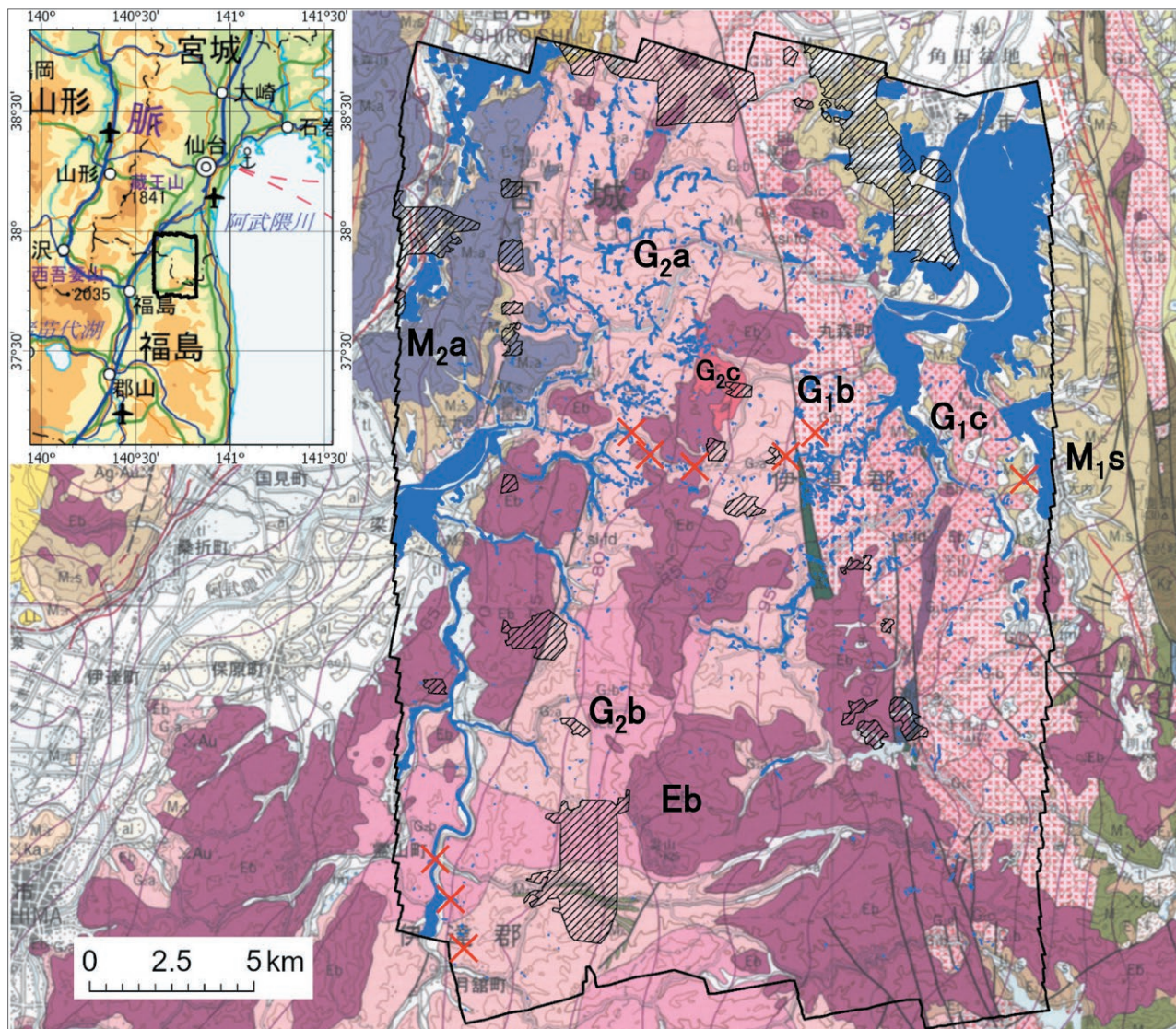


図 2 宮城県丸森町とその周辺の地質。地質図は、産業技術総合研究所の 20 万分の 1 地質図幅「福島」(久保ほか, 2003)。赤×: 調査地点, 青色: 土砂移動範囲, 黒枠線: 判読範囲, 黒網線: 判読不能範囲。

- ・ 中期中新世槻木層・大内層および迫層 M_{1s}: 礫岩・砂岩・泥岩および流紋岩凝灰岩
- ・ 中期中新世梁川層・堀口層・土湯峠層・飯坂層・二の沢層・綱木川層(主部)・小野川層およびその相当層 M_{2a}: 安山岩火砕岩および溶岩
- ・ 前期中新世霊山層・大久保層・綱木川層最下部およびその相当層 Eb: 玄武岩-安山岩火砕岩および溶岩
- ・ 白亜紀前期阿武隈花崗岩類 G_{2c}: 白雲母黒雲母花崗岩, G_{2b}: 黒雲母花崗岩(淡紅色黒雲母花崗岩・灰色黒雲母花崗岩)・角閃石含有黒雲母花崗閃緑岩, G_{2a}: 角閃石黒雲母花崗閃緑岩・片状角閃石黒雲母トータル岩
- ・ 白亜紀前期北上花崗岩類 G_{1c}: 黒雲母花崗岩・角閃石含有黒雲母花崗閃緑岩, G_{1b}: 角閃石黒雲母花崗閃緑岩・片状角閃石黒雲母花崗閃緑岩)

Fig. 2 Geology around Marumori Town in Miyagi Prefecture. Blue shading areas are sediment movement regions over the survey area surrounded by black line while hatched areas are unreadable regions. Red crosses show survey points. Geology is obtained from the GSI geological map of Japan 1:200,000 “Fukushima” (Kubo *et al.*, 2003).

M_{1s}: Miocene conglomerate, sandstone, mudstone and rhyolite tuff, M_{2a}: Miocene andesite volcanoclastic rocks and lava, Eb: Miocene basalt to andesite volcanoclastic rocks and lava,

G_{2c}: Cretaceous muscovite-biotite granite, G_{2b}: Cretaceous biotite granite and hornblende-bearing biotite granite, G_{2a}: cretaceous Hornblende-bearing biotite granodiorite and foliated hornblende-biotite tonalite.

G_{1c}: cretaceous biotite granite and hornblende-bearing biotite granodiorite, G_{1b}: Cretaceous hornblende-biotite granodiorite and foliated hornblende-biotite granodiorite.

表1 丸森町、普代村、重茂半島・船越半島における気象庁解析雨量による2019/10/11～10/13における最大1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、48時間、1週間、2週間雨量の各最大値

Table 1 Greatest value of 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 48h, 1wk and 2wks maximum total rainfall accumulation (mm) over the period from October 11 to 13, 2019 based on the JMA Radar/raingauge analyzed precipitation in Marumori Town, Fudai Village and the Omoe and Funakoshi Peninsulas.

	1時間 雨量 mm	3時間 雨量 mm	6時間 雨量 mm	12時間 雨量 mm	24時間 雨量 mm	48時間 雨量 mm	1週間 雨量 mm	2週間 雨量 mm
2019年台風19号 丸森町	約75	約200	約370	約520	約590	約610	約630	約640
普代村	約85	約210	約280	約330	約370	約410	約430	約490
重茂半島・船越半島	約100	約240	約350	約415	約435	約440	約490	約565

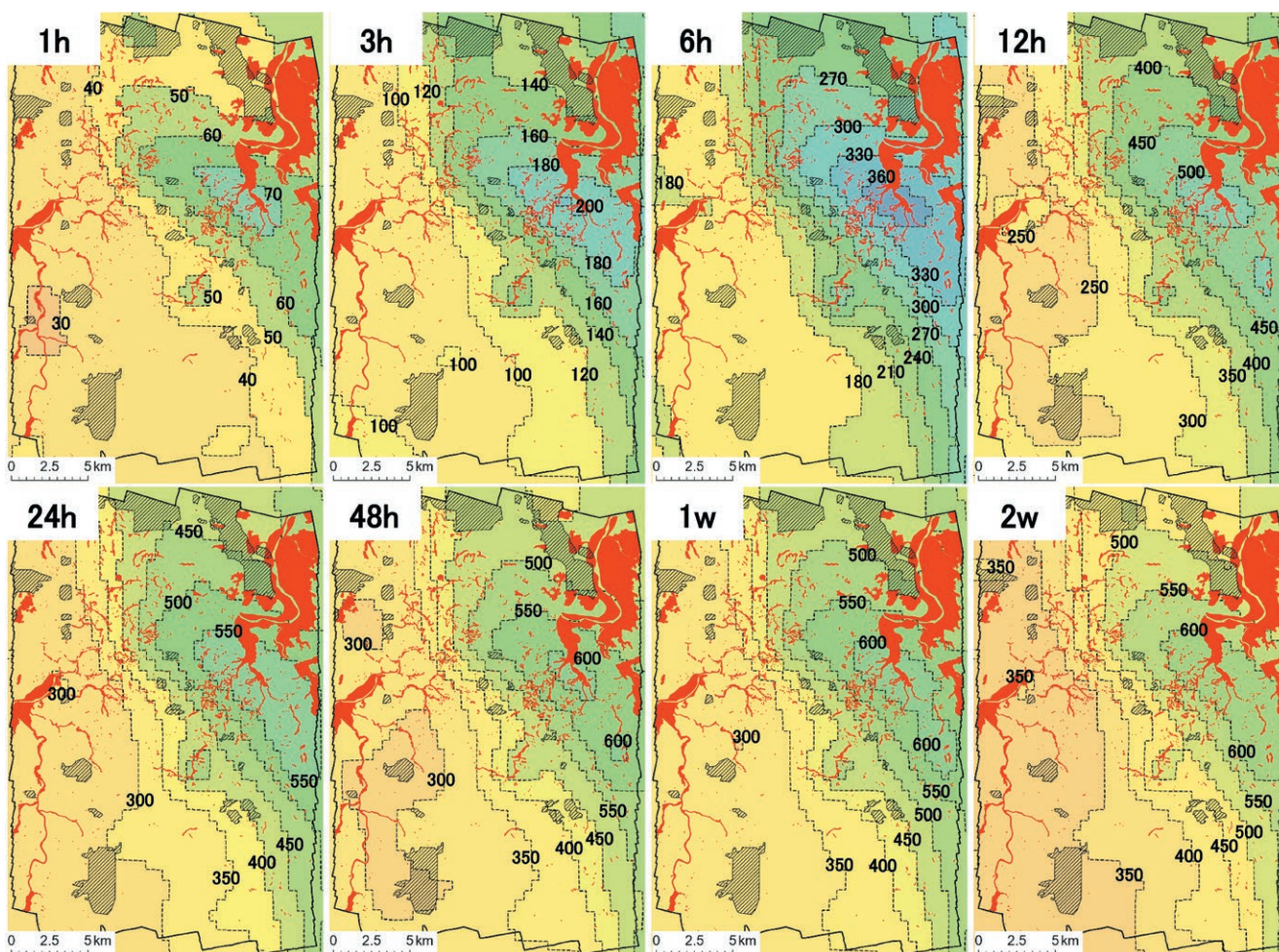


図3 宮城県丸森町とその周辺における気象庁解析雨量による2019/10/11～10/13における最大1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、48時間、1週間、2週間雨量の分布。単位はmm。赤色：土砂移動範囲、黒枠線：判読範囲、黒網線：判読不能範囲。

Fig. 3 Distribution of 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 48h, 1wk and 2wks maximum total rainfall accumulation (mm) over the period from October 11 to 13, 2019 based on the JMA Radar/raingauge analyzed precipitation around Marumori Town, Miyagi Prefecture. Red shading areas are sediment movement regions over the survey area surrounded by black line while hatched areas are unreadable regions.



写真1 北上花崗岩類の花崗閃緑岩地域における斜面崩壊の様子。砕けたコアストーンがよく見られる。
 Photo 1 Slope failures in the area of granodiorite of the Kitakami granitic rocks. Crushed corestones are usually observed.

類), 火山岩類 (Vr, Va) と北部北上帯の付加体 (A) である。

気象庁解析雨量による, 調査地域の 2019/10/11 ~ 10/13 における最大1時間, 3時間, 6時間, 12時間, 24時間, 48時間, 1週間, 2週間雨量の分布を図5に示す。この図によると, いずれの雨量も海岸沿いで多いことがわかる。最大6時間雨量の最大値は岩泉町小本と重茂半島において約350mm, 最大24時間雨量の最大値は岩泉町小本において約450mmに及ぶ。

3.2 三陸海岸沿いの斜面変動と地質・雨量との関係

図4, 5に, 現地調査のルートを示す。これらの

図には, ルート上から目視で確認できた斜面変動(主に斜面崩壊や土砂流・土石流)による土砂流出箇所を示している。全ての調査ルートで, 6時間雨量は約160mm以上を記録している。土砂流出箇所と地質を比較すると, 普代村・重茂半島・船越半島などの花崗岩類の分布域は土砂流出箇所がかなり多い。それに対して火山岩類の分布域は, 弁天崎・重茂半島などに土砂流出箇所が散在しているものの, その数は少ない。また, ルート上の目視では, 付加体分布域の土砂流出箇所はさらに少なかった。

以下では, 普代村と重茂半島・船越半島の調査についてそれぞれ詳細に述べる。

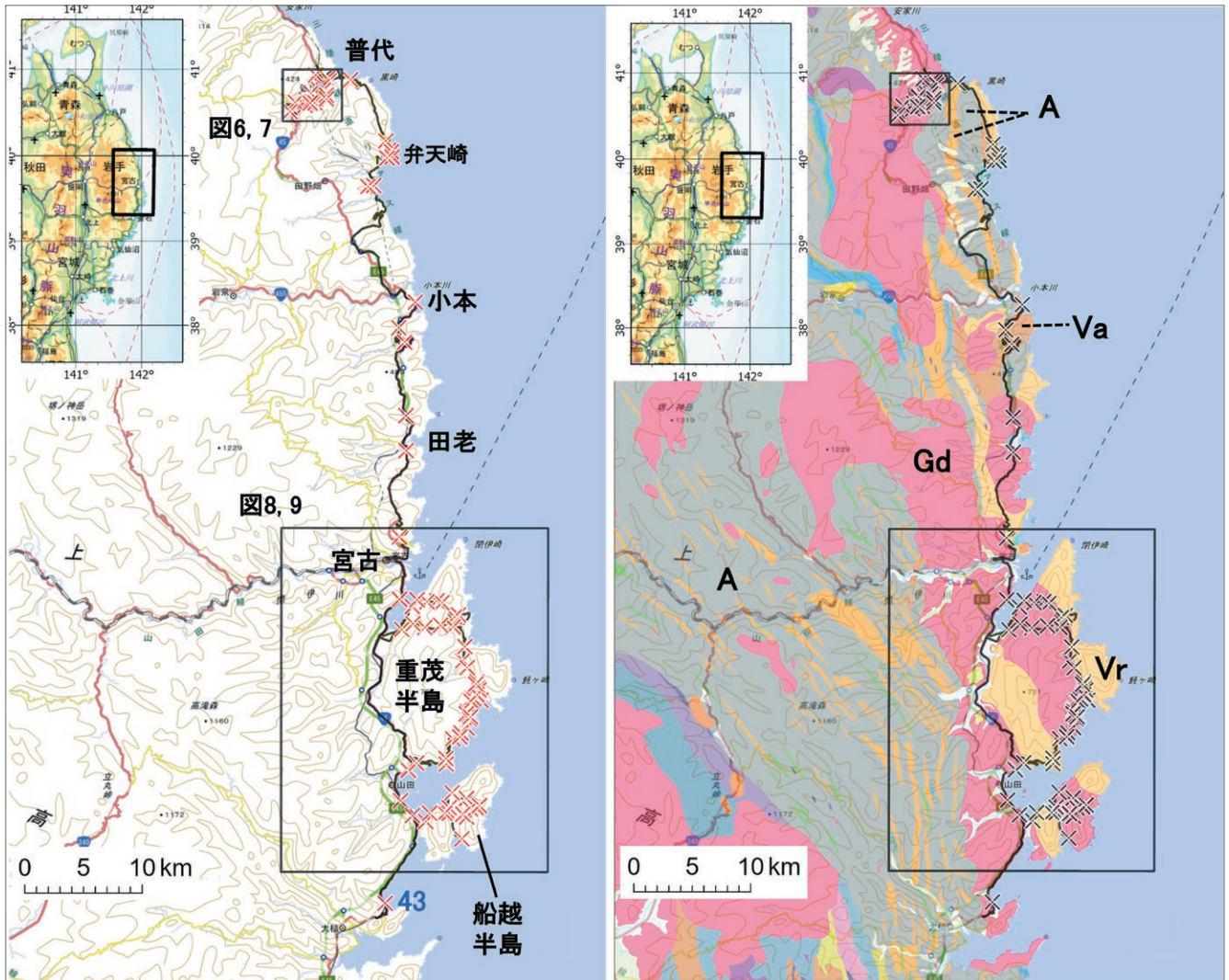


図4 岩手県三陸海岸沿いの地形(左)と地質(右). 黒線は調査ルートであり, 左図の赤×, 右図の黒×は調査ルート上から目視で確認できた斜面変動による土砂流出箇所である. 地形図は国土地理院の標準地図であり(等高線間隔200 m), 地質図は産業技術総合研究所のシームレス地質図V2である.

- Gd : 白亜紀前期北上花崗岩類(花崗閃緑岩類)
- Vr : 白亜紀前期デイサイト・流紋岩類
- Va : 白亜紀前期安山岩・玄武岩類
- A : ジュラ紀～白亜紀前期北部北上帯付加体

Fig. 4 (Left) Landform and (Right) geology in the Sanriku coastal area, Iwate Prefecture. Crosses show sediment runoffs and black line shows survey route. Base-map is obtained from standard map of GSI. Geology is obtained from the GSJ seamless digital geological map of Japan (V2, 1:200,000).

Gd: Cretaceous Kitakami granitic rocks (granodiorites), Vr: Cretaceous dacites and rhyolites, Va: Cretaceous andesites and basalts, A: Jurassic-Cretaceous accretionary prisms (North Kitakami Belt).

(1) 岩手県普代村

岩手県普代村は、総面積約 70 km² であり、北縁・西縁・南縁を標高 300 ~ 700 m の丘陵に囲まれ、東縁は太平洋に面し標高約 180 m の海岸段丘が連なる。調査地は普代村の中心街とその周辺である(図 6 左)。20 万分の 1 地質図幅「盛岡」(吉田ほか, 1984), 「八戸」(鎌田ほか, 1991)によると、主な地質は、中生代白亜紀前期北上花崗岩類の花崗閃緑岩 (g₂) である(図 6 右)。雨量分布図を図 7 に、各雨量の最大値を表 1 にそれぞれ示す。これらによると太平洋側ほ

ど雨量が多く、降雨の積算時間が 1 時間から 6 時間までは積算時間が増すほど雨量が多くなり、最大 6 時間雨量の最大値は約 280 mm に及ぶ。6 時間から 48 時間までの間も徐々に雨量が多くなり、最大 24 時間雨量の最大値は約 370 mm であった。

図 6, 7 の地質図・雨量分布図とその上に示した土砂流出箇所から、花崗閃緑岩の分布域において、6 時間雨量が約 180 mm を越え、かつ 24 時間雨量が約 300 mm を超えると斜面変動が増え始める傾向がある。現地調査によると、斜面崩壊は崩壊厚が 1 ~

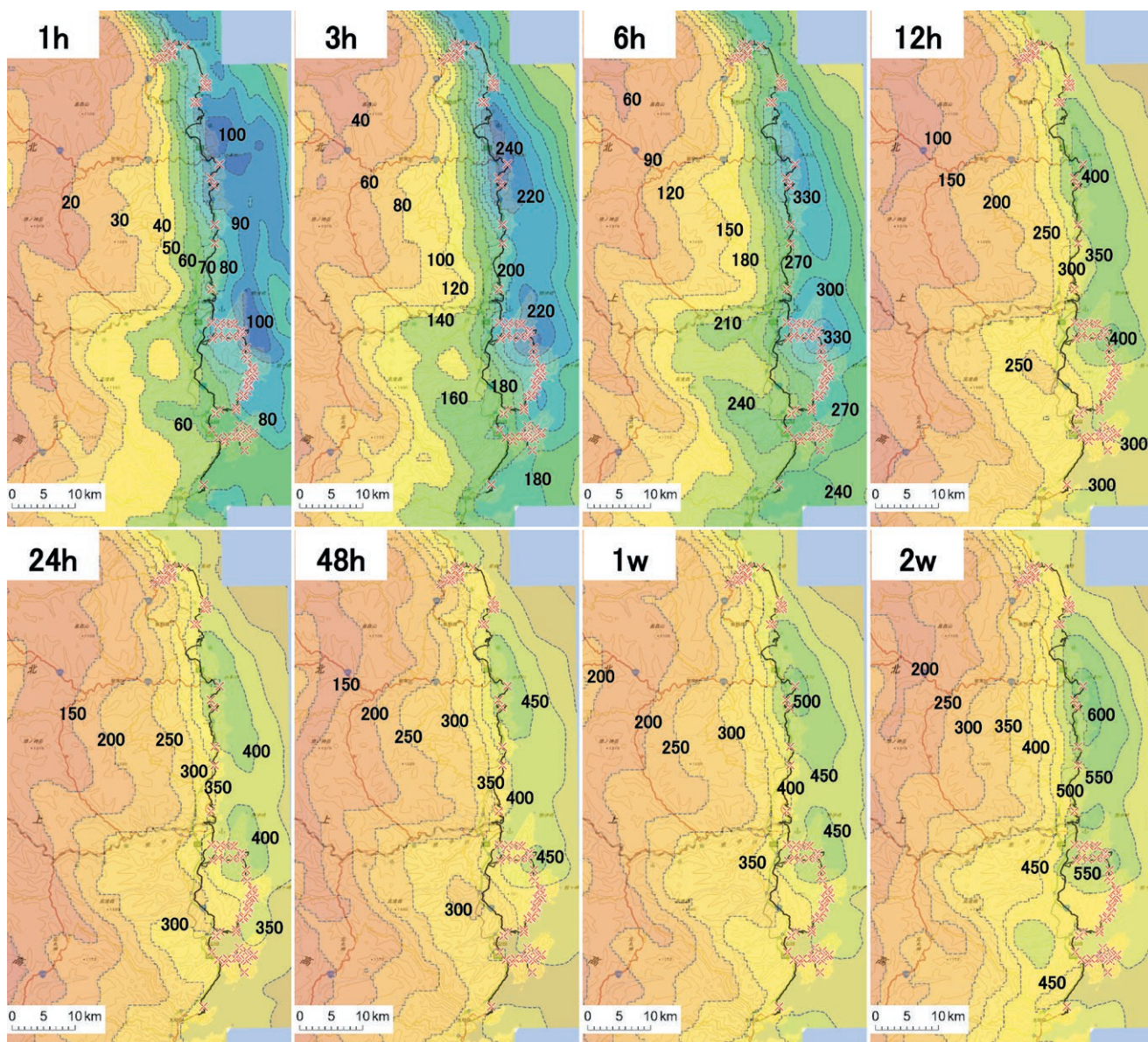


図 5 岩手県三陸海岸沿いにおける気象庁解析雨量による 2019/10/11 ~ 10/13 における最大 1 時間, 3 時間, 6 時間, 12 時間, 24 時間, 48 時間, 1 週間, 2 週間雨量の分布. 単位は mm. 赤×: 土砂流出箇所, 黒線: 調査ルート.

Fig. 5 Distribution of 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 48h, 1wk and 2wks maximum total rainfall accumulation (mm) over the period from October 11 to 13, 2019 based on the JMA Radar/raingauge analyzed precipitation in the Sanriku Coast Area, Iwate Prefecture. Red crosses show sediment runoff and black line shows survey route.

2 m 以下の表層崩壊が多く、土砂流や土石流によって砂や礫が流出していたが(写真2), その頻度や規模は、丸森町周辺に比べると概して小さい。なお、図6の土砂流出箇所の写真は、若月ほか(2020)に掲載している。

(2) 岩手県重茂半島・船越半島

三陸海岸で最大の半島である重茂半島とその南側に隣接する船越半島は、岩手県宮古市から山田町に位置している(図8左)。重茂半島の最大標高は十二神山の731 m、船越半島の最大標高は霞露ヶ岳の507 mであり、いずれも半島のほとんどが比較的急峻な山地斜面からなる。20万分の1地質図幅「盛岡」(吉田ほか, 1984)によると、主な地質は、中生代白亜紀前期の北上花崗岩類(g_1 と g_2 , いずれも主に花崗閃緑岩からなる)と新生代古第三紀のデイサイト—流紋岩溶岩および火砕岩(Hd)である(図8右)。雨量分布図を図7に、各雨量の最大値を表1にそれぞれ示す。これらによると、降雨の積算時間が1時間

から6時間までは積算時間が増すほど雨量が多くなり、最大6時間雨量の最大値は約350 mmに及ぶ。6時間から48時間までの間も徐々に雨量が多くなり、最大24時間雨量の最大値は約435 mmであった。図8, 9の地質図・雨量分布図とその上に示した土砂流出箇所から、花崗閃緑岩の分布域において、6時間雨量が約240 mmを越え、かつ24時間雨量が約330 mmを超えると斜面変動が増え始めるといえる。斜面崩壊は崩壊厚が1~2 m以下の表層崩壊が多く、土石流や土砂流によって砂礫が流出し、家屋等に被害を与えた(写真3)。一方、火山岩類の分布域の土砂流出箇所は少なかった。また、調査ルートはほとんどが車道であり山地内の踏査は少ないが、目視によると、花崗岩類の分布域における斜面変動の発生頻度や個々の斜面変動の規模・流出土砂量は、普代村の斜面変動よりは大きく、丸森町の斜面変動よりは小さかった。なお、図8の土砂流出箇所の写真は、若月ほか(2020)に掲載している。

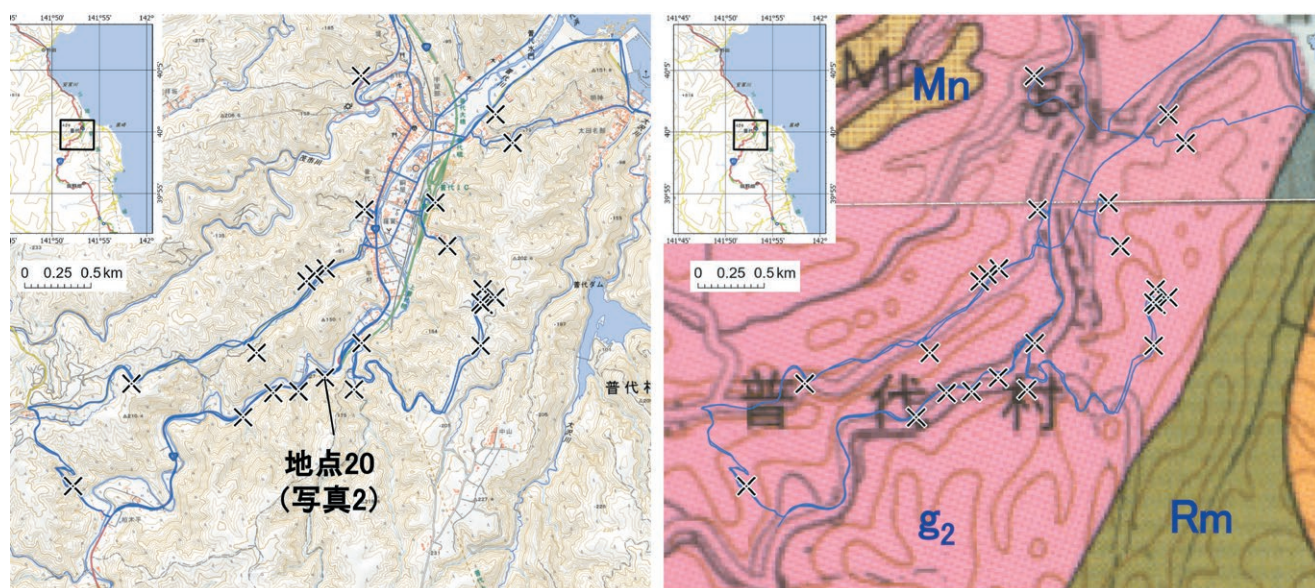


図6 岩手県普代村の地形(左)と地質(右)。青線：調査ルート、黒×：調査ルート上から目視で確認できた斜面変動による土砂流出箇所。地形図は国土地理院の標準地図(25,000分の1地形図, 等高線間隔は10 m)。地質図は産業技術総合研究所の20万分の1地質図幅「盛岡」(吉田ほか, 1984)と「八戸」(鎌田ほか, 1991)。

- ・ 前期更新世水無層 Mn: 砂, 砂鉄層を伴う
- ・ 白亜紀前期北上花崗岩類 g_2 : 角閃石黒雲母花崗閃緑岩およびトータル岩
- ・ 古生代後期~中生代陸中層群田老帯 Rm: 頁岩および砂岩, チャート薄層を伴う

Fig. 6 (Left) Landform and (Right) geology in Fudai Village in Iwate Prefecture. Black crosses show sediment runoffs and blue line shows survey route. Landform is obtained from standard map of GSI with a contour interval of 10 m. Geology is obtained from the GSI geological map of Japan 1:200,000 “Morioka” (Yoshida *et al.*, 1984) and “Hachinohe” (Kamada *et al.*, 1991).

Mn: Pleistocene sand with iron sand bed, g_2 : Cretaceous hornblende-biotite granodiorite and tonalite, Rm: Paleozoic-Mesozoic shale and sandstone, with thin layers of chert.

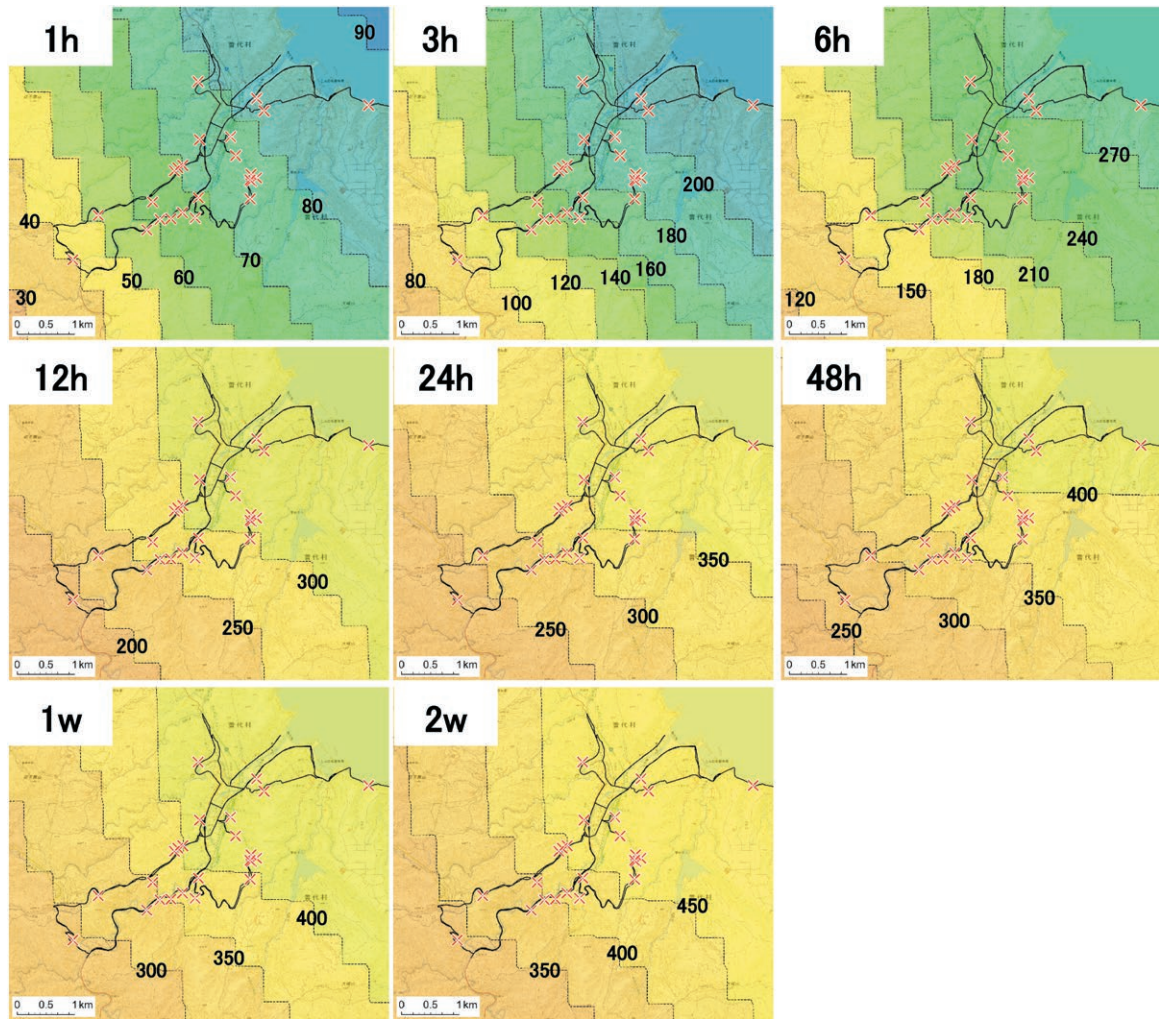


図7 岩手県普代村における気象庁解析雨量による2019/10/11～10/13における最大1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、48時間、1週間、2週間雨量の分布。単位はmm。赤×：調査地点、黒線：調査ルート。

Fig. 7 Distribution of 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 48h, 1wk and 2wks maximum total rainfall accumulation (mm) over the period from October 11 to 13, 2019 based on the JMA Radar/raingauge analyzed precipitation in Fudai Village, Iwate Prefecture. Red crosses show sediment runoff and black line shows survey route.



写真2 図6の地点20(普代村柏木平)の土砂流の様子。(左)流域内方向、(右)道路方向。マサ土と礫が流出し国道45号線を覆う。この地点の最大礫径は約0.5m、平均径は約0.1m。比較的小さな沢から多くの土砂が流出している。付近に同様の土砂流出が複数存在する。

Photo 2 Photo of debris flow toward watershed (left panel) and road (right panel) at point 20 in Fig. 6. Grus and gravel run off and cover the National Route 45. The maximum gravel diameter at this point is about 0.5 m, and the average diameter is about 0.1 m. There are several similar sediment discharges in the vicinity.

4. 花崗岩類分布域における斜面変動発生雨量

3章で述べた宮城県丸森町周辺, 普代村, 重茂・船越半島における, 花崗岩類分布域の斜面変動発生雨量について比較を行う. 各時間の最大雨量の比較から, いずれの地域においても, 降雨が特に激しいのは6時間程度であった. また, 丸森町は12時間以上の雨量が他地域に比べて大きかった(表1). 斜面変動の発生を表現するための雨量指数は, 積算雨

量・実効雨量・土壌雨量指数など様々なものが存在し, またそれらを組み合わせて評価する場合も多い. 例えば, 気象庁が発表している土砂災害警戒情報は, 長期雨量指数として土壌雨量指数, 短期雨量指数として1時間雨量を用いている(地盤工学会編, 2006). また, 若月ほか(2017)は, 6時間雨量を花崗岩地域の土石流流下に影響を与える雨量指数と考えている. しかし, 地形・地質・植生・気候・斜面

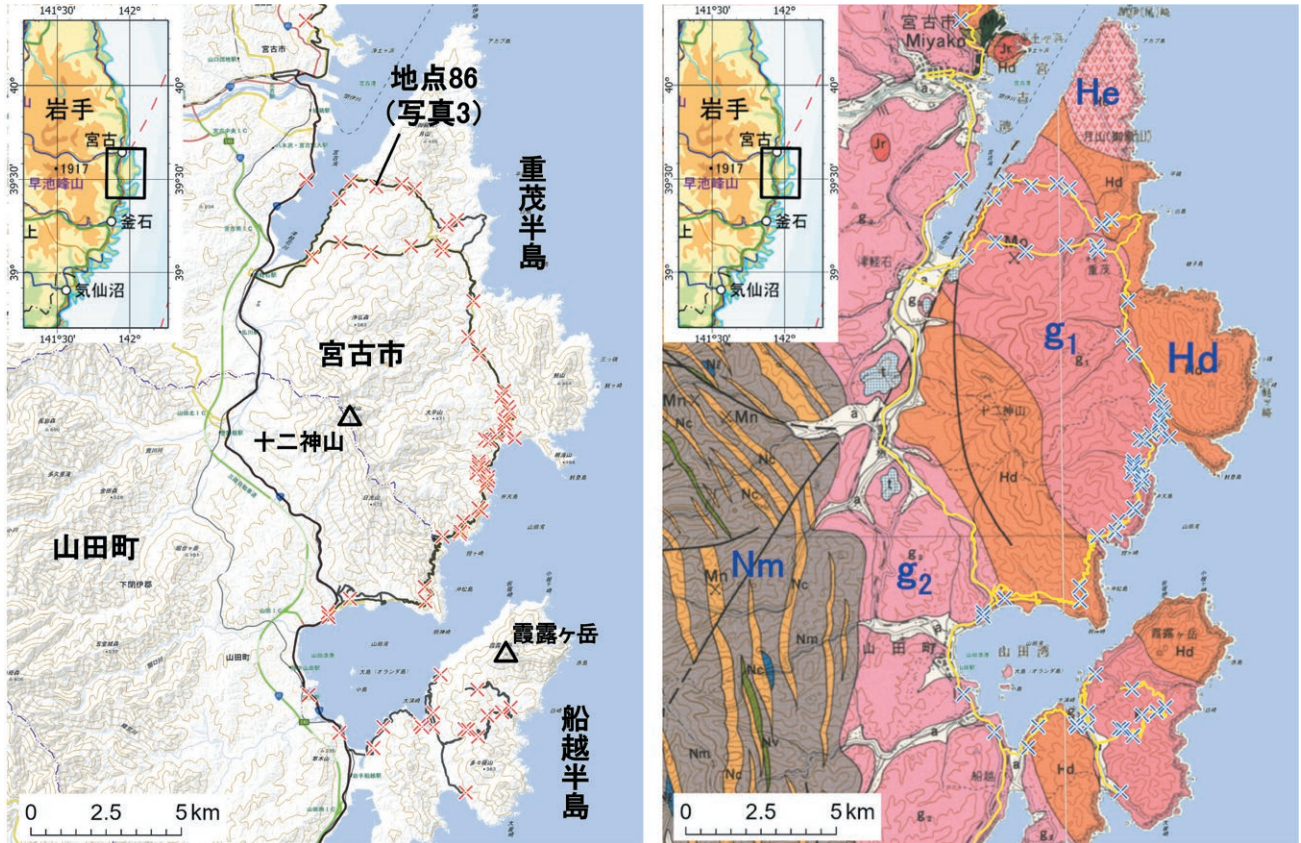


図8 岩手県重茂半島・船越半島とその周辺の地形(左)と地質(右). 黒線・黄線: 調査ルート, 赤×・青×: 調査ルート上から目視で確認できた斜面変動による土砂流出箇所. 地形図は国土地理院の標準地図(等高線間隔は100 m). 地質図は産業技術総合研究所の20万分の1地質図幅「盛岡」(吉田ほか, 1984).

- ・ 古第三紀閉伊崎噴出岩類 Jr: 黒雲母流紋岩(貫入岩), He: デイサイト溶結凝灰岩および凝灰角礫岩
- ・ 白亜紀前期北上花崗岩類 g₁: 角閃石黒雲母花崗閃緑岩・花崗岩および花崗斑岩, g₂: 角閃石黒雲母花崗閃緑岩およびトータル岩
- ・ 古生代後期~中生代陸中層群旧老帯原地山層 Hd: デイサイト-流紋岩溶岩および火砕岩
- ・ 古生代後期~中生代北部北上帯 Nc: チャート, Nv: 苦鉄質火山岩, Nm: 粘板岩および砂岩, チャート薄層を伴う

Fig. 8 (Left) Landform and (Right) geology in the Omoe and Funakoshi Peninsulas. Crosses show sediment runoffs and black and yellow lines show survey routes. Landform is obtained from standard map of GSI with a contour interval of 100 m. Geology is obtained from the GSI geological map of Japan 1:200,000 "Morioka" (Yoshida *et al.*, 1984).

- Jr: Paleogene biotite rhyolite (intrusive rock), He: Paleogene dacite welded tuff and tuff breccia,
- g₁: Cretaceous hornblende-biotite granodiorite, granite and granite porphyry,
- g₂: Cretaceous hornblende-biotite granodiorite and tonalite,
- Hd: Paleozoic-Mesozoic dacite to rhyolite lava and pyroclastic rock, Nc: Paleozoic-Mesozoic chert,
- Nv: Paleozoic-Mesozoic mafic volcanic rock, Nm: Paleozoic-Mesozoic slate and sandstone, with thin layers of chert.

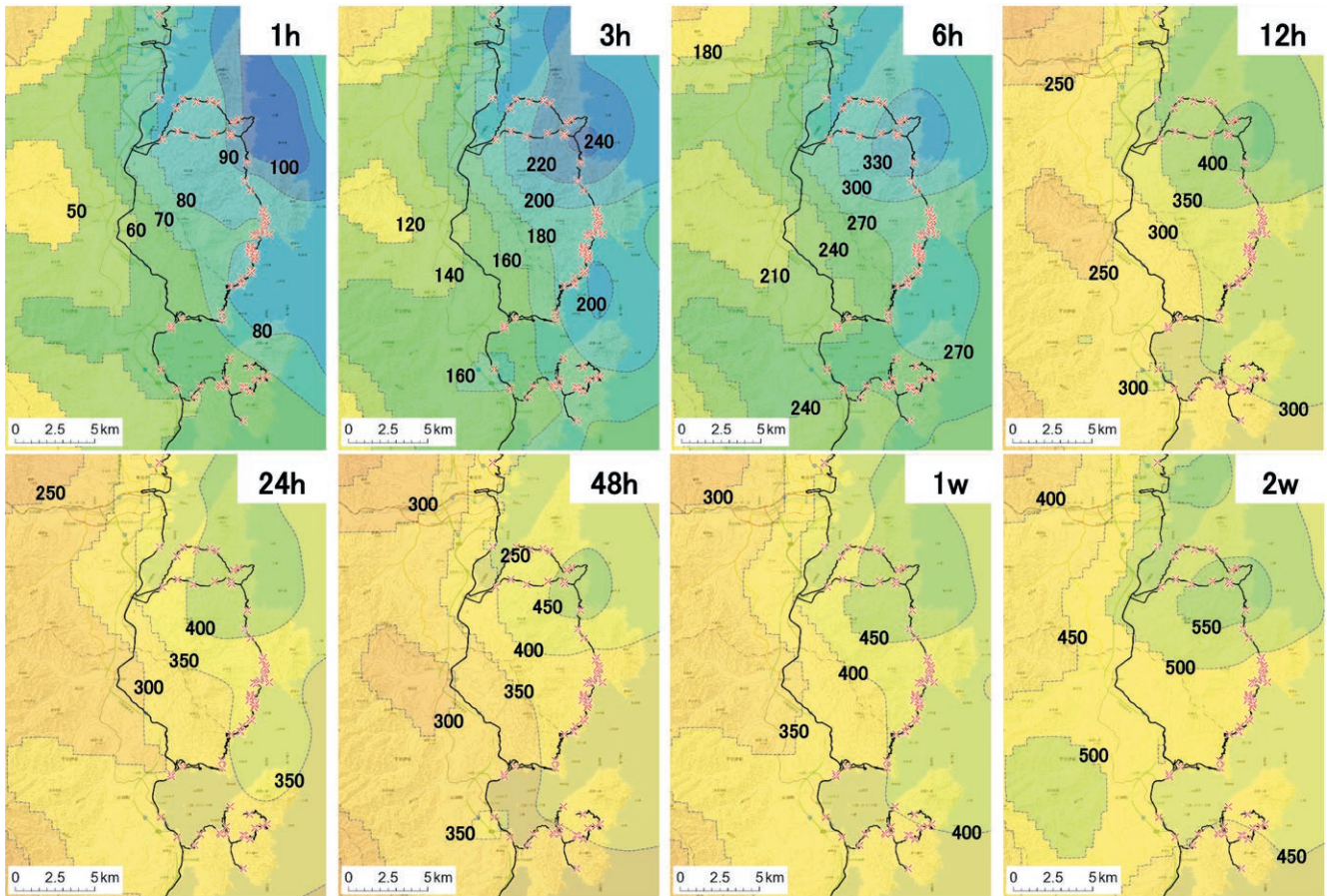


図 9 岩手県重茂半島・船越半島における気象庁解析雨量による 2019/10/11 ~ 10/13 における最大 1 時間, 3 時間, 6 時間, 12 時間, 24 時間, 48 時間, 1 週間, 2 週間雨量の分布。単位は mm。赤×：調査地点, 黒線：調査ルート。
 Fig. 9 Distribution of 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 48h, 1wk and 2wks maximum total rainfall accumulation (mm) over the period from October 11 to 13, 2019 based on the JMA Radar/raingauge analyzed precipitation in the Omoe and Funakoshi Peninsulas. Red crosses show sediment runoff and black line shows survey route.



写真 3 図 8 の地点 86 (宮古市白浜) の土石流の様子。(左)流域内方向, (右)破壊された家屋。花崗岩質の礫を含んだ大量の土石が流出した。家屋多数に土砂流入し破壊された。
 Photo 3 Photo of debris flow in the watershed (left panel) and a destroyed house (right panel) at point 86 in Fig. 8. Water and a large amount of sediments with granitic gravels flowed into and destroyed many houses.

変動履歴などの多様性のため、広域に適用可能な雨量指数は確立されていない。そのため本研究では、短時間雨量指数として若月ほか(2017)による6時間雨量を採用し、また、24時間、48時間、1週間、2週間雨量の地域差がいずれも「丸森町周辺>重茂・船越半島>普代村」と同じ順序であったことから、長時間雨量指数としては24時間雨量を代表として採用し、これら2つの積算雨量と斜面変動発生状況との関係を各地域で比較することにする。

丸森町周辺では、6、24時間雨量がそれぞれ約180mmかつ約300mmを超えると斜面変動が増え始め、それぞれ約270mmかつ約450mmを超える場所に斜面変動が密集していた(2.2節)。普代村では、6、24時間雨量がそれぞれ約180mmかつ約300mmを超えると斜面変動が増え始めていた(3.1(1)節)。重茂・船越半島では、6、24時間雨量がそれぞれ約240mmかつ約330mm以上の場所で斜面変動箇所が多かった(3.1(2)節)。これらの結果から、花崗岩類分布域では、概ね6時間雨量と24時間雨量がそれぞれ約180mm、約300mmを超えると斜面変動が増え始め、降雨量が増すほど斜面変動の発生頻度や規模・土砂量が増すと考えられる。特に、6時間雨量が約250mmかつ24時間雨量が約400mmを超える場所では斜面変動が密集する可能性がある。

また、現地調査や土砂移動分布図から、斜面変動の発生頻度や個々の斜面変動の規模・流出土砂量は、丸森町付近が最も大きく、次いで重茂・船越半島が大きく、普代村はそれより小さい。丸森町付近と重茂・船越半島は、6時間雨量の最大値は約350～370mmと近い値であるが、24時間雨量の最大値は丸森町周辺(約590mm)は、重茂・船越半島(約435mm)より約150mmも大きい(表1)。普代村のこれらの値は、それぞれ約280mm、約370mmといずれも両地域よりも小さい。このような雨量差によって、斜面変動の発生頻度や規模・土砂量の差異が発生したと考えられる。

5. まとめ

令和元年(2019年)東日本台風による宮城県丸森町周辺と岩手県三陸海岸沿いの土砂災害に関して、土砂移動分布図の作成や現地調査により、崩壊や土石流など斜面変動の発生場所を明らかにした。また、

斜面変動の分布と雨量・地質との比較を行い、花崗岩類分布域については、雨量と斜面変動の発生頻度の関係について若干の議論を行った。結果は以下のようにまとめられる。

- (1) 斜面変動は、花崗岩類の分布域に多く発生した。火山岩類や付加体などの堆積岩類の分布域でも斜面変動が発生していたが、花崗岩類に比べてその頻度や規模は概して小さい。
- (2) 花崗岩類の分布域では、概ね6時間雨量と24時間雨量がそれぞれ約180mm、約300mmを超えると斜面変動が増え始め、降雨量が増すほど斜面変動の発生頻度や規模・土砂量が増すと考えられる。特に、6時間雨量が約250mmかつ24時間雨量が約400mmを超える場所では斜面変動が密集する可能性がある。
- (3) 斜面変動の発生頻度や個々の斜面変動の規模・流出土砂量は、丸森町付近が最も大きく、次いで重茂・船越半島が大きく、普代村はそれより小さかった。これらは雨量差を反映していると考えられる。

今後は、他の事例も加えた詳細な定量的研究が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 地盤工学会編(2006):豪雨時における斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測。地盤工学会, 184pp.
- 2) 鎌田耕太郎・秦光男・久保和也・坂本亨(1991):20万分の1地質図幅「八戸」,地質調査所.
- 3) 久保和也・柳沢幸夫・山元孝広・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久(2003):20万分の1地質図幅「福島」,産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 4) 若月強・佐藤昌人・菊池輝海・石川美樹・山岸千鶴・山下久美子(2017):土砂移動分布図を利用した土石流到達流域の推定－降雨を考慮した地形的閾値について－.地すべり学会誌, 54-3, 13-24.
- 5) Wakatsuki, T. and Matsukura, Y. (2008): Lithological control on soil formation and soil slips in weathering-limited slopes underlain by granitic bedrocks in Japan, *Catena*, 72, 153-168.

- 6) 若月 強・吉原直志・遠藤悠一・大森 想(2020) : (2020年10月12日原稿受付,
2019(令和元)年10月12～13日台風19号によ 2020年11月30日改稿受付,
る斜面変動調査報告. ([http://mizu.bosai.go.jp/](http://mizu.bosai.go.jp/key/2019MiyagiIwate) 2020年11月30日原稿受理)
key/2019MiyagiIwate, 2020.7.8)
- 7) 吉田 尚・大沢 あつし・片田正人・中井順二
(1984):20万分の1地質図幅「盛岡」,地質調査所.

要 旨

令和元年(2019年)東日本台風によって宮城県丸森町周辺と岩手県三陸海岸沿いでは、多数の斜面変動(斜面崩壊や土石流)が発生した。土砂移動分布図の作成や現地調査により、斜面変動の分布を調査し、それらと雨量・地質との比較を行った。斜面変動は、火山岩類や付加体などの堆積岩類の分布域と比べて、花崗岩類の分布域に多く発生した。花崗岩類の分布域では、概ね6時間雨量と24時間雨量がそれぞれ約180mm、約300mmを超えると斜面変動が増え始め、特に、6時間雨量が約250mmかつ24時間雨量が約400mmを超える場所では斜面変動が密集する傾向がある。斜面変動の発生頻度や個々の斜面変動の規模・流出土砂量は、各地域の雨量差を反映して、丸森町付近が最も大きく、次いで重茂・船越半島が大きくて、普代村はそれより小さいと考えられる。

キーワード : 斜面崩壊, 土石流, 空中写真判読, 積算雨量, 花崗岩類