令和 4 年 8 月豪雨による地盤災害調査報告書
（福井県嶺北-南部地域）

令和 4 年 10 月

（公益社団法人）地盤工学会関西支部調査団

序

令和4年8月4日～5日に福井県奥越地域（勝山市、大野市）、福井県嶺北-南部地域（南越前町、敦賀市北端部）において局所的な集中豪雨があり、多数の被害が発生した。本報告書は被害がより甚大であった福井県嶺北-南部地域を対象として、（公益社団法人）地盤工学会関西支部、（公益財団法人）福井県建設技術公社、NPO福井地域地盤防災研究所の合同で調査団を設置して調査を行った結果を示す。調査の内容は、被害が顕著であった河川護岸損壊、道路路肩損壊、道路土砂流出、斜面崩壊を主な対象とした。被災個所は極めて多数であったため、個別の被害の詳細な原因分析を行うことはしないで、総雨量が400mmを超える局所的な集中豪雨で、どのような被害が生じるかを全体的に把握することを目標とした。調査の方法としては、福井県災害対策本部資料（公開）、福井県土木部砂防防災課・丹南土木事務所から提供していただいた被災資料に基づいて、調査団全員で2日間をかけて、福井県管理の約50個所の被災現地を回り、被害の原因や特徴の概要を把握することを試みた。

以下に調査団の構成を示す。

荒井 克彦　福井大学名誉教授、NPO 福井地域地盤防災研究所
山本 博文　福井大学国際地域学部 教授
藤本 明宏　福井大学学術研究院工学系部門 建築建設工学講座 准教授
小林 泰三　立命館大学理工学部 環境都市工学科 教授
吉田 雅穂　福井工業高等専門学校 環境都市工学科 教授
辻野 和彦　福井工業高等専門学校 環境都市工学科 教授
久保　光　福井県工業技術センター 建設技術研究部
室田 正雄　(公益財団法人) 福井県建設技術公社
坂下 将崇　(公益財団法人) 福井県建設技術公社
岡島 尚司　(株) サンワコン
梅田 祐一　(株) デルタコンサルタント
片山 俊宏　中央測量設計 (株)
藤田 有二　(株) 田中地質コンサルタント
掃部 正紘　(株) 帝国コンサルタント

当調査団の活動は、（公益財団法人）福井県建設技術公社の産学官共同研究支援制度の助成を受けて実施した。調査団の活動に当たっては、福井県土木部砂防防災課・丹南土木事務所から多数の資料を提供していただいた。これらの機関の方々の御配慮に深く感謝の意を表します。

（公益社団法人）地盤工学会関西支部　令和 4 年 8 月豪雨による地盤災害調査団

目次

第 1 章　災害の概要

1.1 被災地域の地形・地質 ・・・・・1

1.2 気象資料 ・・・・・7

1.2.1 福井地方気象台資料 ・・・・・7

1.2.2 福井県河川・砂防総合情報 ・・・・・12

1.2.3 災害警戒情報（福井地方気象台） ・・・・・15

第 2 章　鹿蒜川

2.1 現地踏査の範囲 ・・・・・17

2.2 各箇所の被災状況 ・・・・・19

2.2.1 鹿蒜川 1：越流 ・・・・・19

2.2.2 鹿蒜川 2：越流・護岸損壊 ・・・・・22

2.2.3 鹿蒜川 3：越流・護岸損壊 ・・・・・23

2.2.4 鹿蒜川 4：橋梁損壊 ・・・・・26

2.2.5 鹿蒜川 5：土石流 ・・・・・29

2.2.6 鹿蒜川 6：道路流失・大量の土砂集積 ・・・・・31

2.2.7 鹿蒜川 7：大量の越流土砂堆積 ・・・・・33

2.2.8 鹿蒜川 8：越流・護岸損壊 ・・・・・36

2.2.9 鹿蒜川 9：斜面崩壊 ・・・・・39

2.2.10 鹿蒜川 10：橋梁損壊 ・・・・・41

2.3 まとめ ・・・・・44

第 3 章　今庄杉津線

3.1 現地踏査の範囲 ・・・・・45

3.2 各箇所の被災状況 ・・・・・46

3.2.1 今庄杉津線 1：路肩崩壊 ・・・・・46

3.2.2 今庄杉津線 2：路肩崩壊 ・・・・・48

3.2.3 今庄杉津線 3：路肩崩壊 ・・・・・49

3.2.4 今庄杉津線 4：路肩崩壊 ・・・・・51

3.2.5 今庄杉津線 5：路肩崩壊 ・・・・・52

3.2.6 今庄杉津線 6：路肩崩壊・土砂流出 ・・・・・52

3.2.7 今庄杉津線 7：路肩崩壊・斜面崩壊 ・・・・・53

3.2.8 今庄杉津線 8：斜面崩壊 ・・・・・55

3.2.9 今庄杉津線 9：土石流 ・・・・・56

3.2.10 今庄杉津線 10：土石流・路肩崩壊 ・・・・・58

3.2.11 今庄杉津線 11：路肩崩壊 ・・・・・60

3.2.12 今庄杉津線 12：土石流・路肩崩壊 ・・・・・62

3.2.13　今庄杉津線 13：土石流・渓流部損壊 ・・・・・66

3.3 まとめ ・・・・・68
第 4 章　国道 365 号（孫谷-板取）
4.1 現地踏査の範囲 ・・・・・69
4.2 各箇所の被災状況 ・・・・・70
4.2.1　365 号（孫谷-板取）1：護岸新設工事個所 ・・・・・70
4.2.2　365 号（孫谷-板取）2：土砂流出 ・・・・・71
4.2.3　365 号（孫谷-板取）3：護岸損壊・路肩崩壊 ・・・・・73
4.2.4　365 号（孫谷-板取）4：護岸損壊・路肩崩壊 ・・・・・74
4.2.5　365 号（孫谷-板取）5：護岸損壊・路肩崩壊 ・・・・・75
4.2.6　365 号（孫谷-板取）6：護岸損壊・路肩崩壊 ・・・・・77
4.2.7　365 号（孫谷-板取）7：護岸損壊・路肩崩壊 ・・・・・78
4.2.8　365 号（孫谷-板取）8：河岸浸食 ・・・・・80
4.2.9　365 号（孫谷-板取）9：土砂流出 ・・・・・81
4.3 まとめ ・・・・・83
第 5 章　国道 365 号（板取-県境）
5.1 現地踏査の範囲 ・・・・・85
5.2 各箇所の被災状況 ・・・・・85
5.2.1　365 号（板取-県境）1：土砂流出 ・・・・・85
5.2.2　365 号（板取-県境）2：道路損壊 ・・・・・87
5.2.3　365 号（板取-県境）3：護岸崩壊 ・・・・・90
5.2.4　365 号（板取-県境）4：道路損壊 ・・・・・92
5.2.5　365 号（板取-県境）5：護岸崩壊 ・・・・・94
5.2.6　365 号（板取-県境）6：5.2.5～5.2.7 の間の状況 ・・・・・96
5.2.7　365 号（板取-県境）7：土砂流出 ・・・・・98
5.2.8　365 号（板取-県境）8：道路損壊 ・・・・・100
5.3 まとめ ・・・・・103
第 6 章　しおかぜライン
6.1 現地踏査の範囲 ・・・・・104
6.2 各箇所の被災状況 ・・・・・104
6.2.1 しおかぜライン 1：土砂流出 ・・・・・104
6.2.2 しおかぜライン 2：土砂流出 ・・・・・106
6.2.3 しおかぜライン 3：土砂流出 ・・・・・107
6.2.4 しおかぜライン 4：表層崩壊と土砂流出 ・・・・・109
6.2.5 しおかぜライン 5：土砂流出 ・・・・・111
6.2.6 しおかぜライン 6：表層崩壊と土砂流出 ・・・・・113
6.2.7 しおかぜライン 7：表層崩壊と土砂流出 ・・・・・114
6.2.8 しおかぜライン 8：表層崩壊と土砂流出 ・・・・・116
6.3 まとめ ・・・・・118

第 7 章　国道 8 号
7.1 概要 ・・・・・120
7.2 各箇所の被災状況 ・・・・・120
7.2.1 大谷第 1 トンネル敦賀側法面：路肩損壊 ・・・・・120
7.2.2 大谷第 2 トンネル北側：土砂流出 ・・・・・122
7.2.3 大谷第 2 トンネル福井側坑口：土砂流出 ・・・・・122
7.2.4 大谷第 2 トンネル敦賀側坑口：土砂流出 ・・・・・124
7.2.5 大谷第 5 トンネル敦賀側坑口：土砂流出 ・・・・・125
7.2.6 敦賀トンネル福井側坑口：土砂流出 ・・・・・126
7.3 まとめ ・・・・・127
7.4 北陸自動車道 ・・・・・128
第 8 章　全体のまとめ ・・・・・129

第1章　災害の概要

1.1 被災地域の地形・地質

大きな被害は、図-1に示す南越前町と敦賀市北端部で集中的に発生した。この被災地域には図-2に示すように、主要な交通インフラである北陸自動車道、国道8号、国道365号、しおかぜライン、その他の地方道、JR北陸本線が集中的に通過している。今回の災害により、これらの全ての交通インフラが大きな被害を受け、数日間は敦賀市や滋賀県と福井県嶺北部間の物流と人流が遮断された（図-3）。その他の被害として、1）人的被害 なし、2）床上浸水（南越前町） 163 棟、3）床下浸水（南越前町）約 150 棟、とされている（8 月 8 日 11 時 00 分時点、福井地方気象台：令和4年8月4日から5日の大雨に関する福井県気象速報）。

被災地域の地形と、調査団の現地踏査の範囲を図-4に示す。調査団は8月30日、9月1日の2日間で、図-4に示す主な被災区域の現地踏査を行った。現地踏査は、被災から25日を経過した後、被災の痕跡が明瞭に残る箇所を対象としたので、全ての被災箇所を網羅するわけではないが、被災区域をできるだけ徒歩で移動して全体の状況の把握に努めた。

被災地域の地質を図-5に、河川位置を図-6に示す。



図-1　南越前町と敦賀市北端部の位置


今庄杉津線
しおかぜ
ライン
国道 8 号
JR 北陸本線
国道 365 号
北陸自動車道
国道 365 号
今庄ＩＣ
今庄駅
日野川
藤倉山
•644
山中峠
敦賀トンネル
杉津ＰＡ
木ノ芽峠
船ヶ洞山
•807
松ヶ崎
黒崎
476
E8
365
8

図-2　道路と鉄道の位置



図-3　道路の被災状況（福井県災害対策本部公開資料）

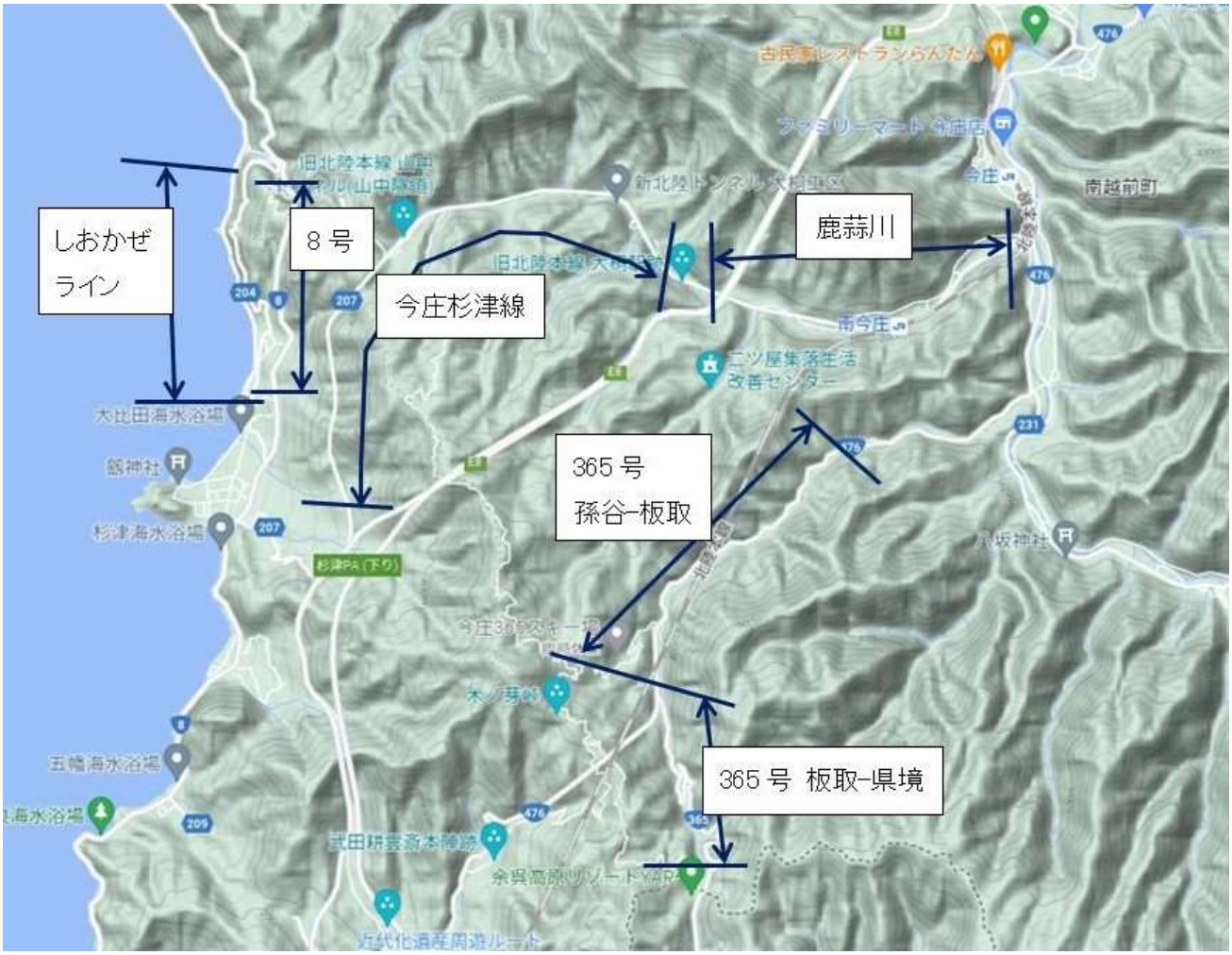


図-4　被災地域の地形と調査団の現地踏査範囲（Google マップに記載）

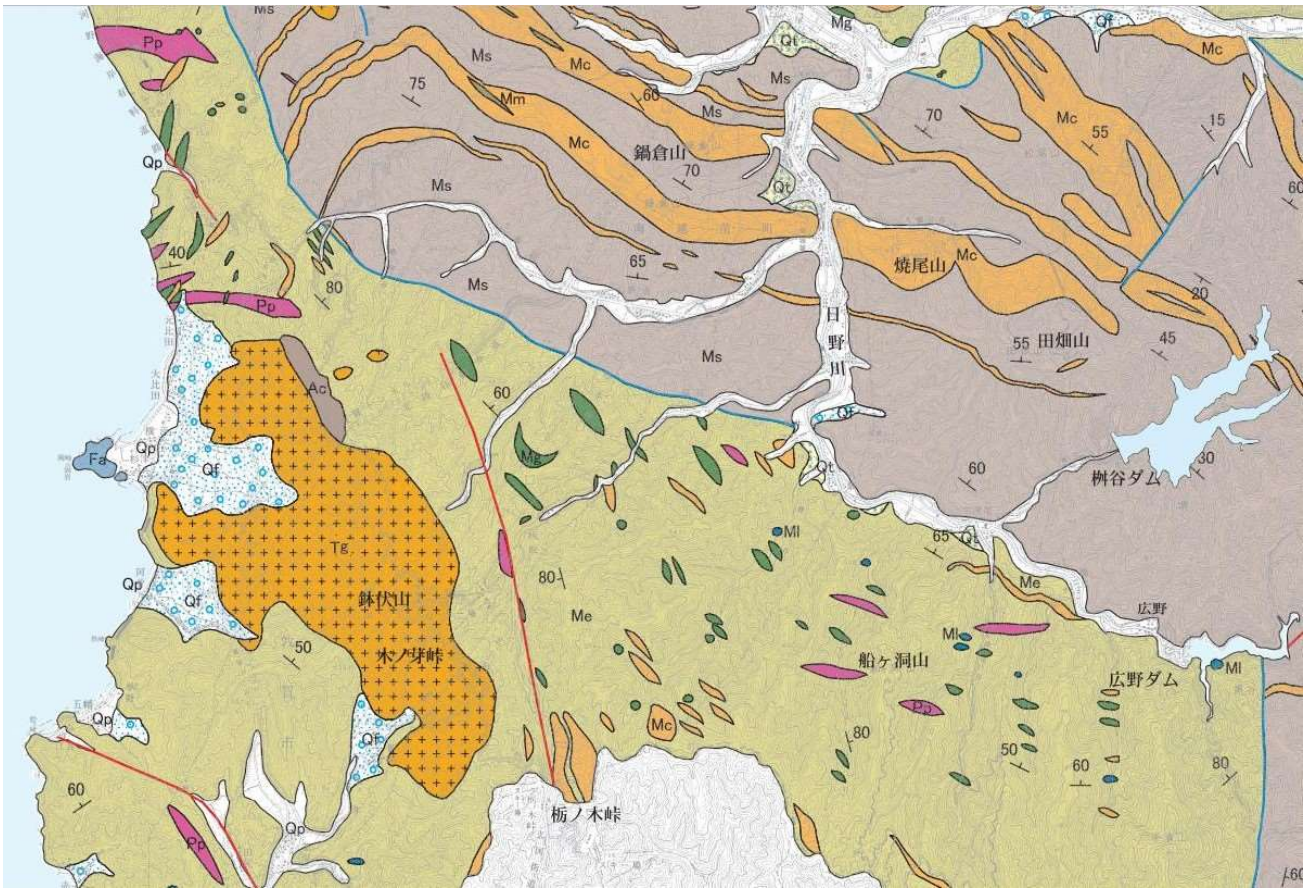


図-5(a)　被災地域の地質

（「福井県地質図 2010 年版、（公財）福井県建設技術公社」より一部を抜粋して引用）

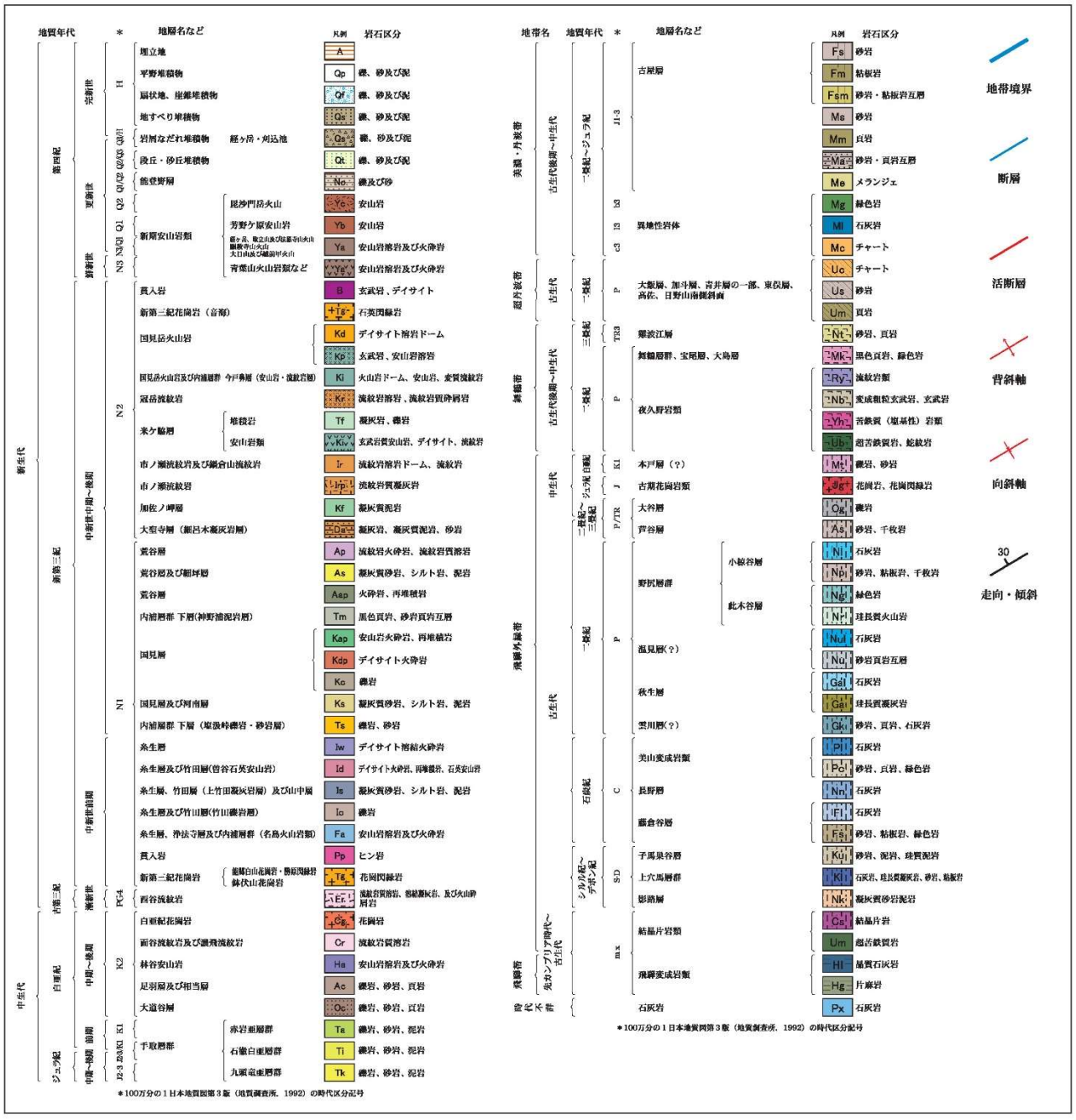


図-5(b)　図-5(a)の記号説明

（「福井県地質図 2010 年版、（財）福井県建設技術公社」より引用）

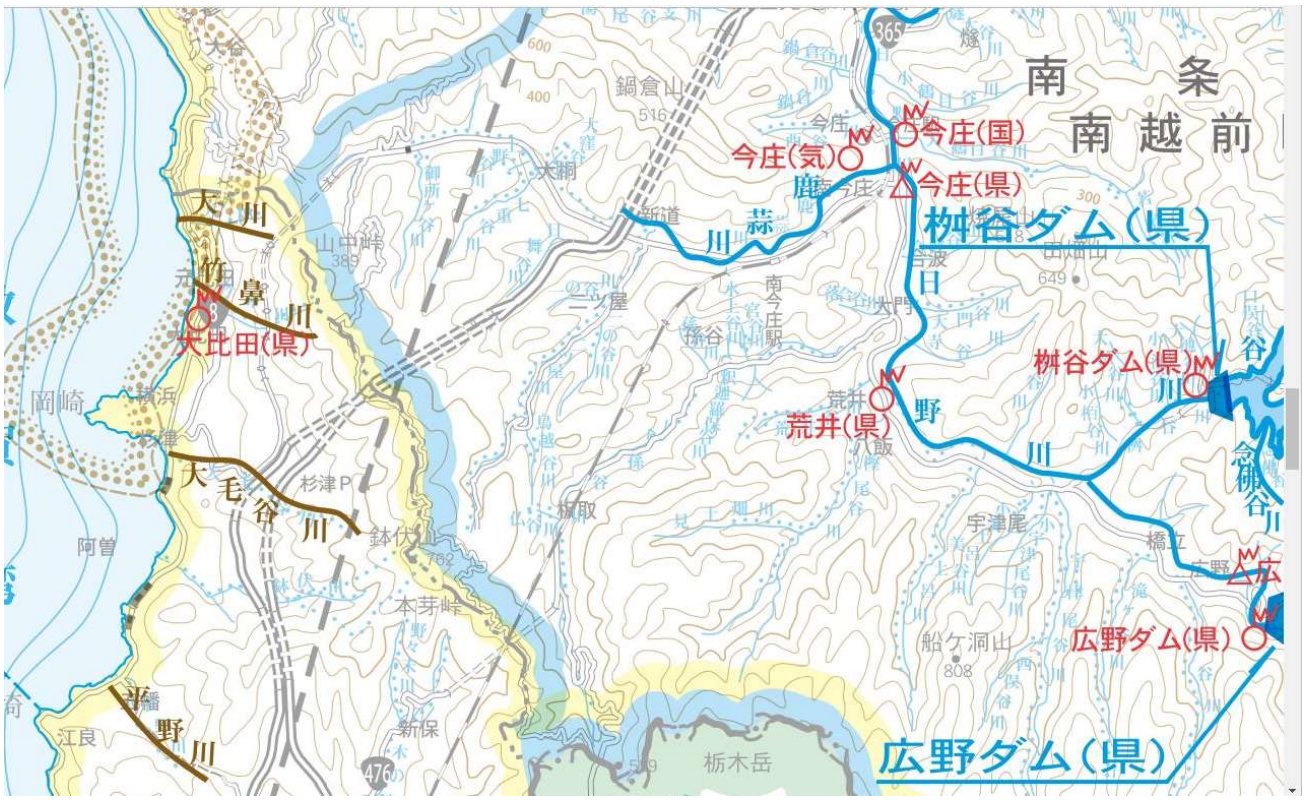


図-6　被災地域の河川位置図（福井県ホームページより引用）

1.2 気象資料

1.2.1 福井地方気象台資料

福井地方気象台によるアメダス積算降水量分布図を図-7に、気象レーダー画像を図-8に示す。

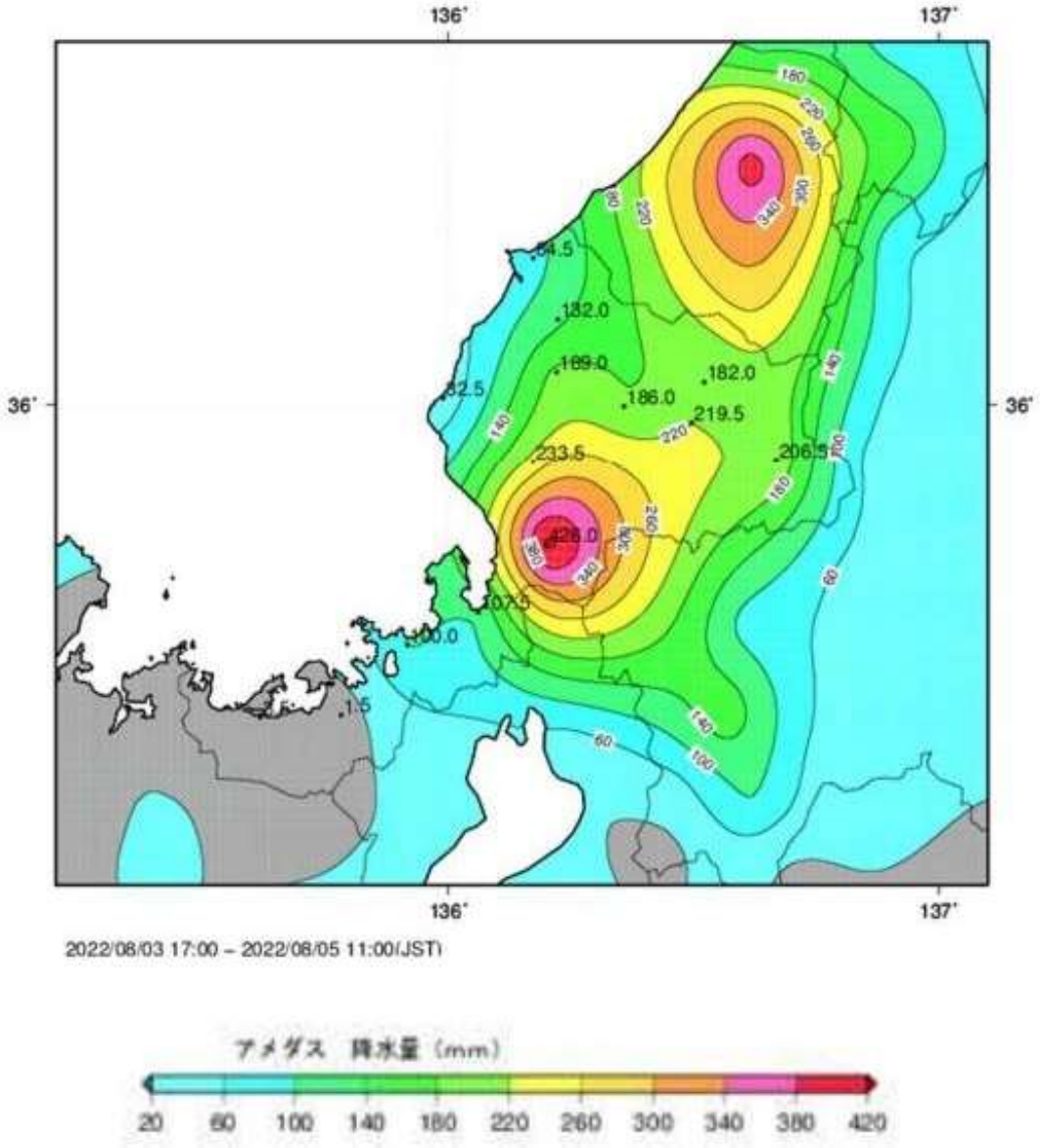
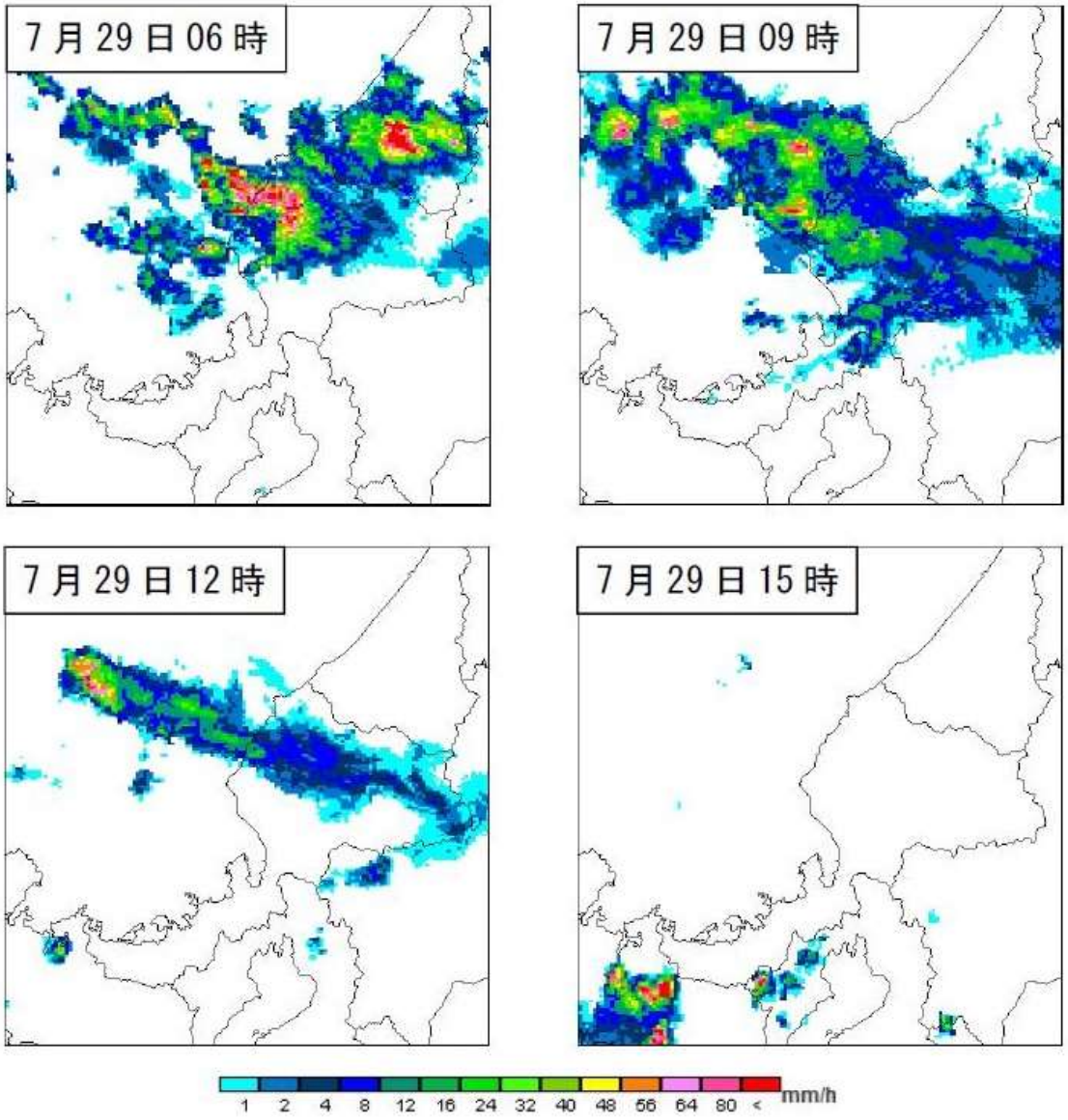
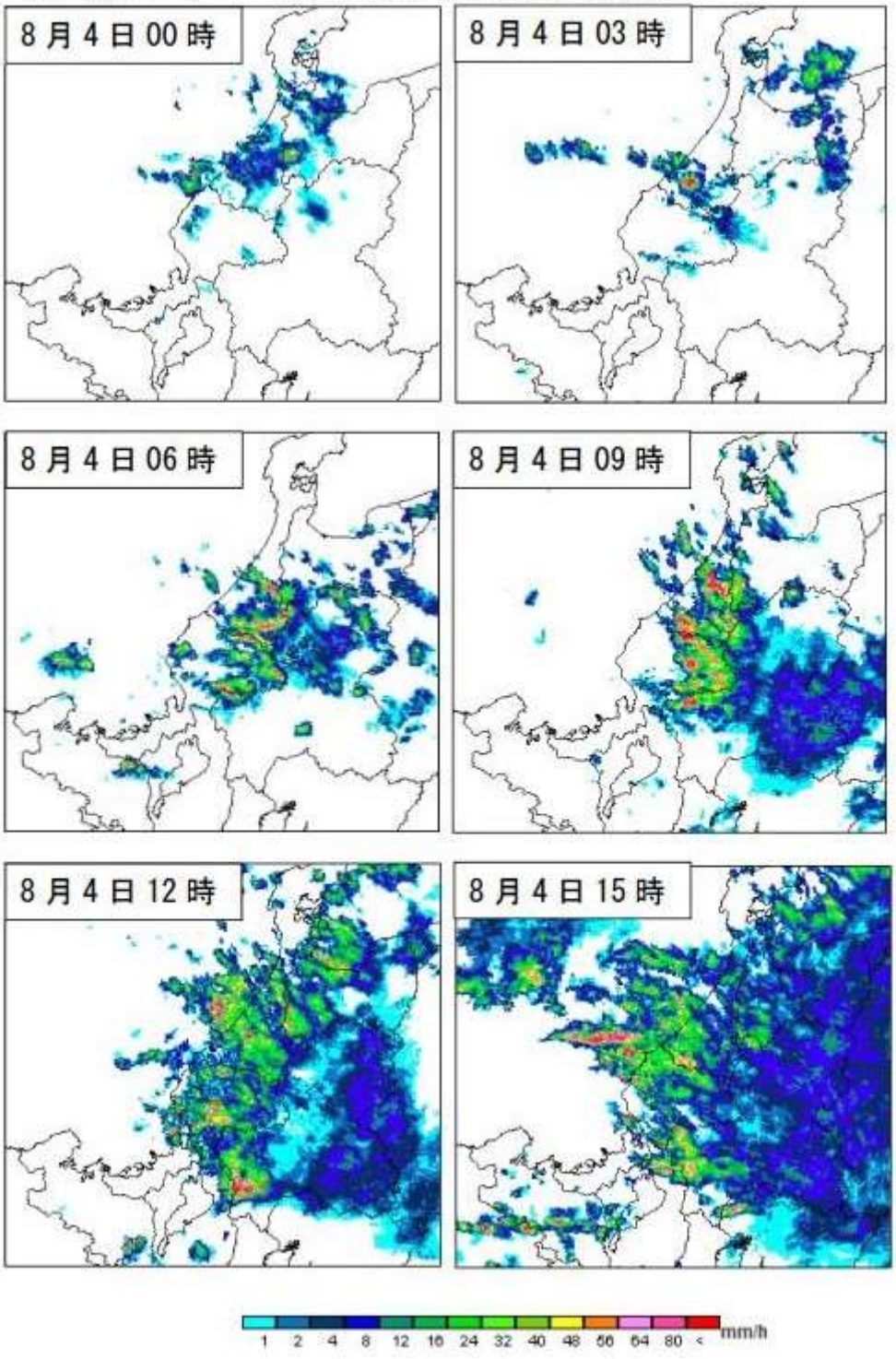


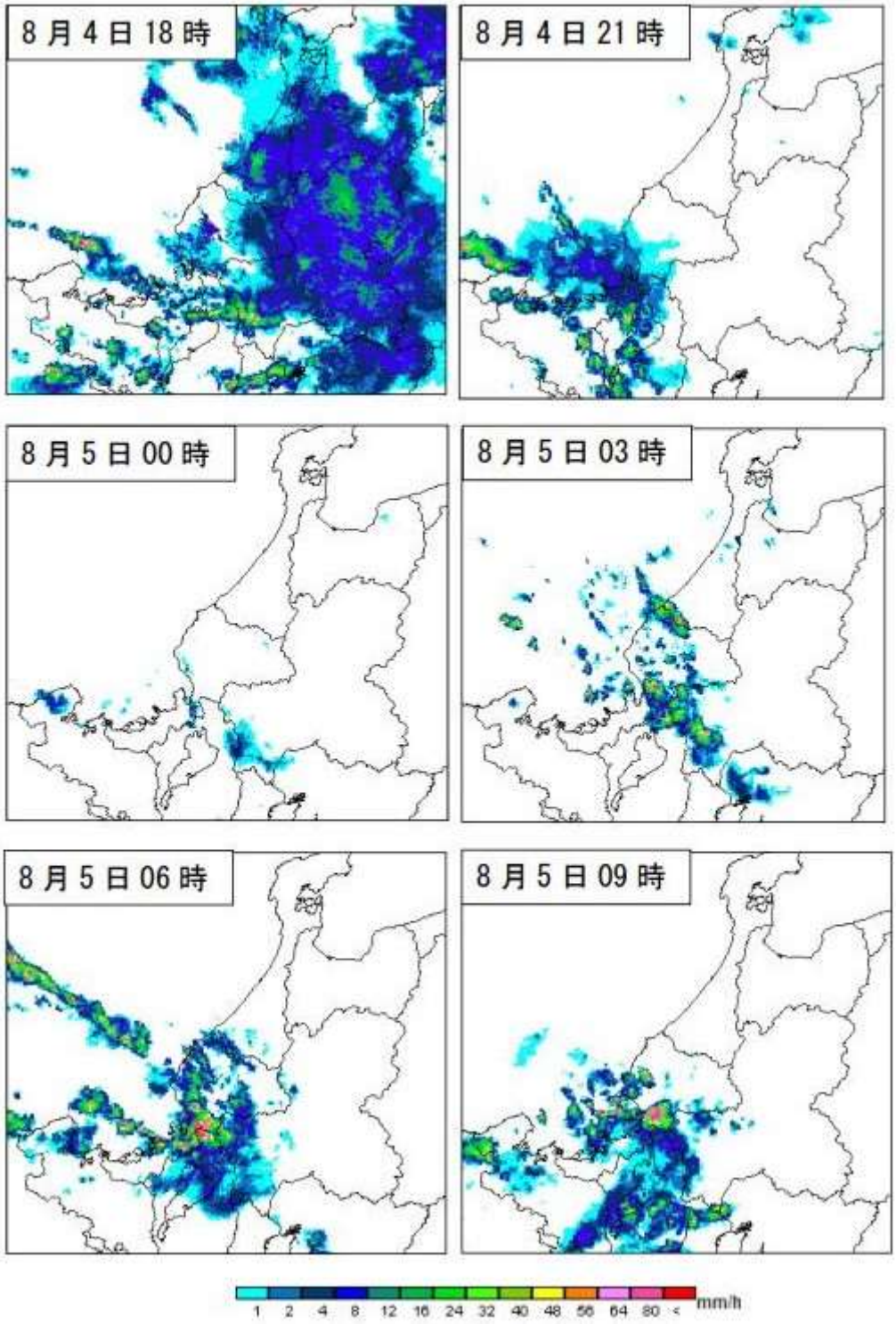
図-7　アメダス積算降水量分布図（8 月 3 日 17:00 時～5 日 11:00）

（「福井地方気象台：令和4年8月4日から5日の大雨に関する 福井県気象速報」より引用）


7 月 29 日 06 時
7 月 29 日 09 時
7 月 29 日 12 時
7 月 29 日 15 時
1 2 4 8 12 16 24 32 40 48 56 64 80 <
mm/h

（2）気象レーダー　8月4日00時～8月5日15時：3時間毎




8 月 4 日 18 時
8 月 4 日 21 時
8 月 5 日 00 時
8 月 5 日 03 時
8 月 5 日 06 時
8 月 5 日 09 時
1 2 4 8 12 16 24 32 40 48 56 64 80 <
mm/h

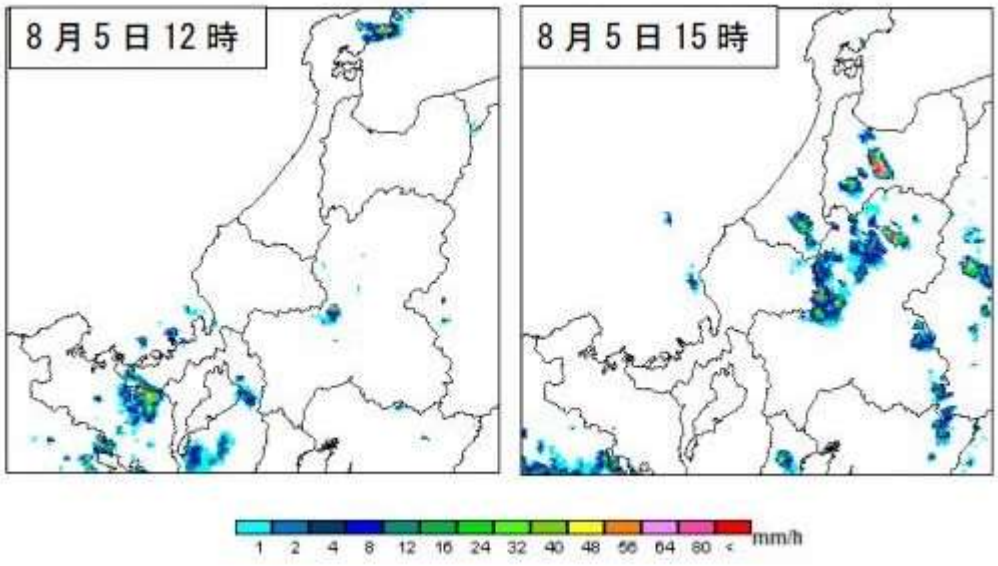


図-8　気象レーダー画像

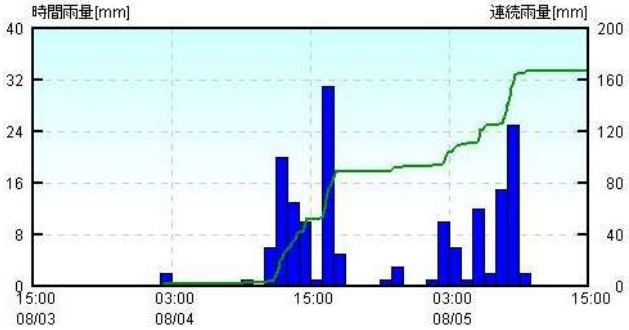
（「福井地方気象台：令和4年8月4日から5日の大雨に関する 福井県気象速報」より引用）

1.2.2 福井県河川・砂防総合情報

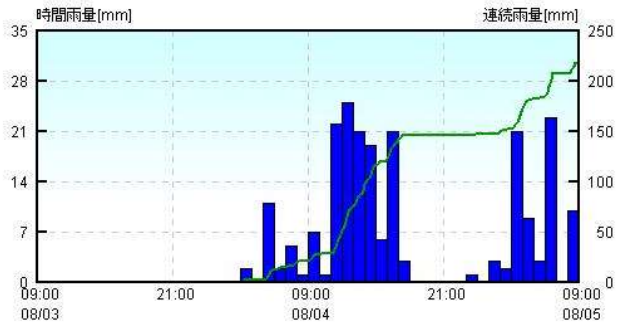
福井県河川・砂防総合情報における雨量観測所の地図上の位置を図-9に、雨量観測所ごとの降雨量の時間的推移を図-10に示す。途中で降雨のない時間があるが2日間の総雨量は400mmを超えた地点もある。



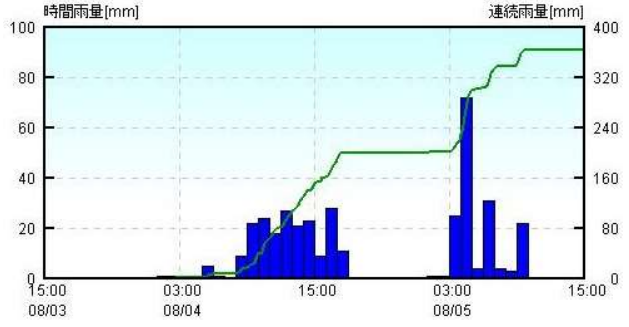
図-9　雨量観測所の位置（福井県河川・砂防総合情報）



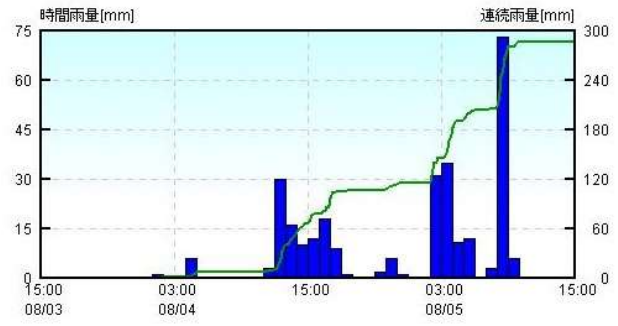
南越前町河野（矢良巣）



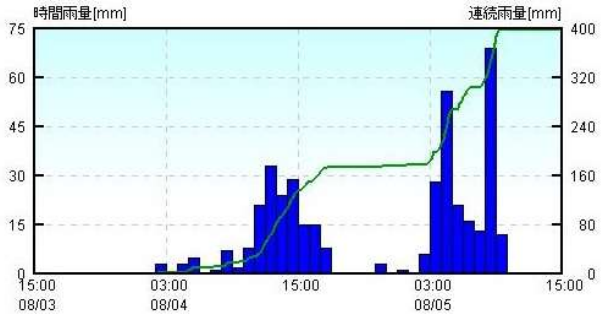
南越前町脇本



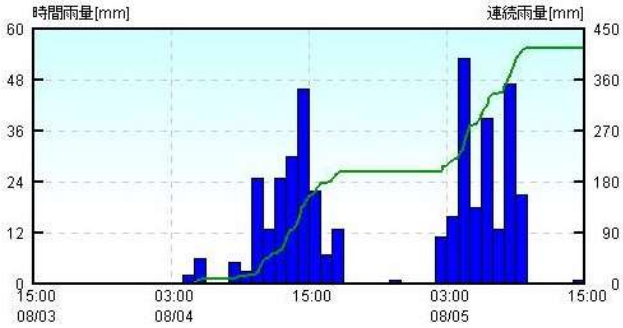
南越前町古木　瀬戸-(国)



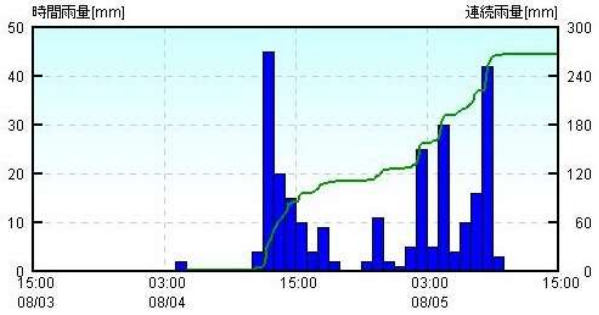
南越前町大谷



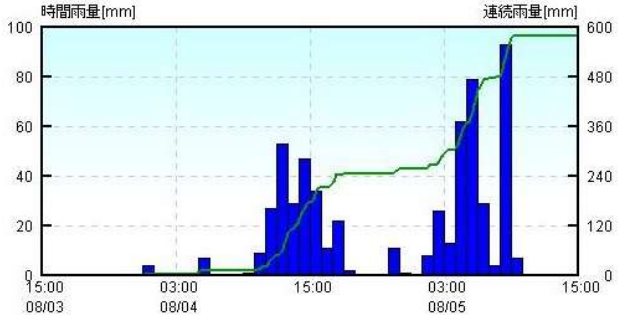
南越前町　今庄（気）



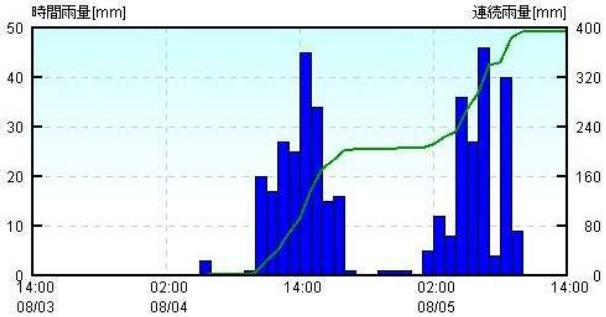
南越前町宇津尾（桝谷ダム）



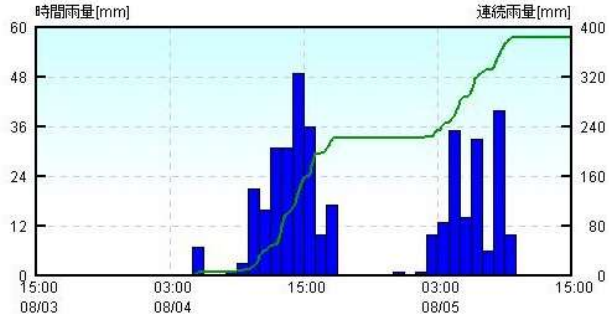
敦賀市大比田



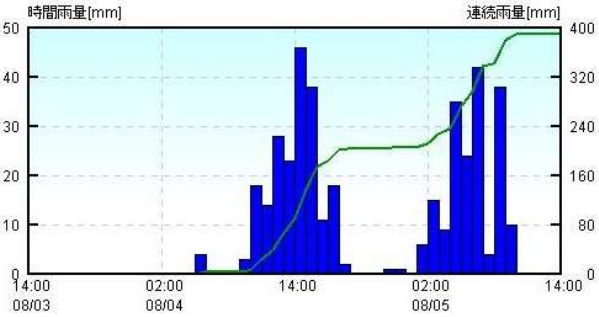
南越前町荒井



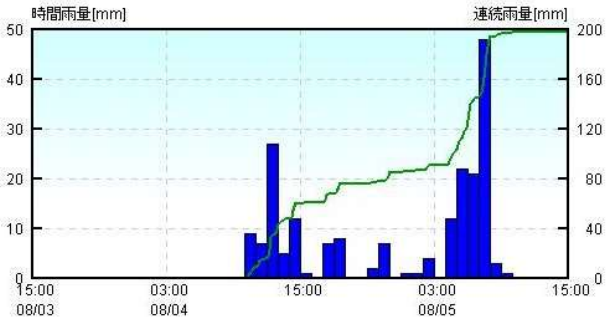
南越前町岩谷



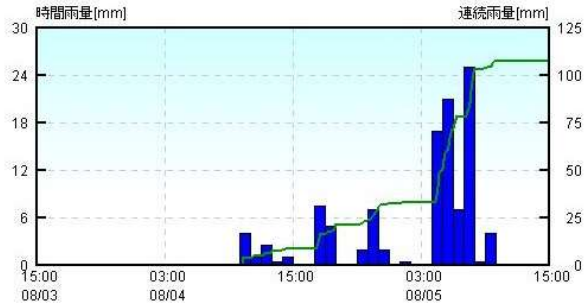
南越前町二ツ屋



南越前町広野（広野ダム）



敦賀市田尻（葉原）



敦賀市松栄町　敦賀-(気)

図-10　降雨量の時間的推移（福井県河川・砂防総合情報）

1.2.3 災害警戒情報（福井地方気象台）

土砂災害警戒情報の発令状況を図-11 に、洪水警報の発令状況を図-12 に、浸水害警報の発令状況を図-13 に示す。

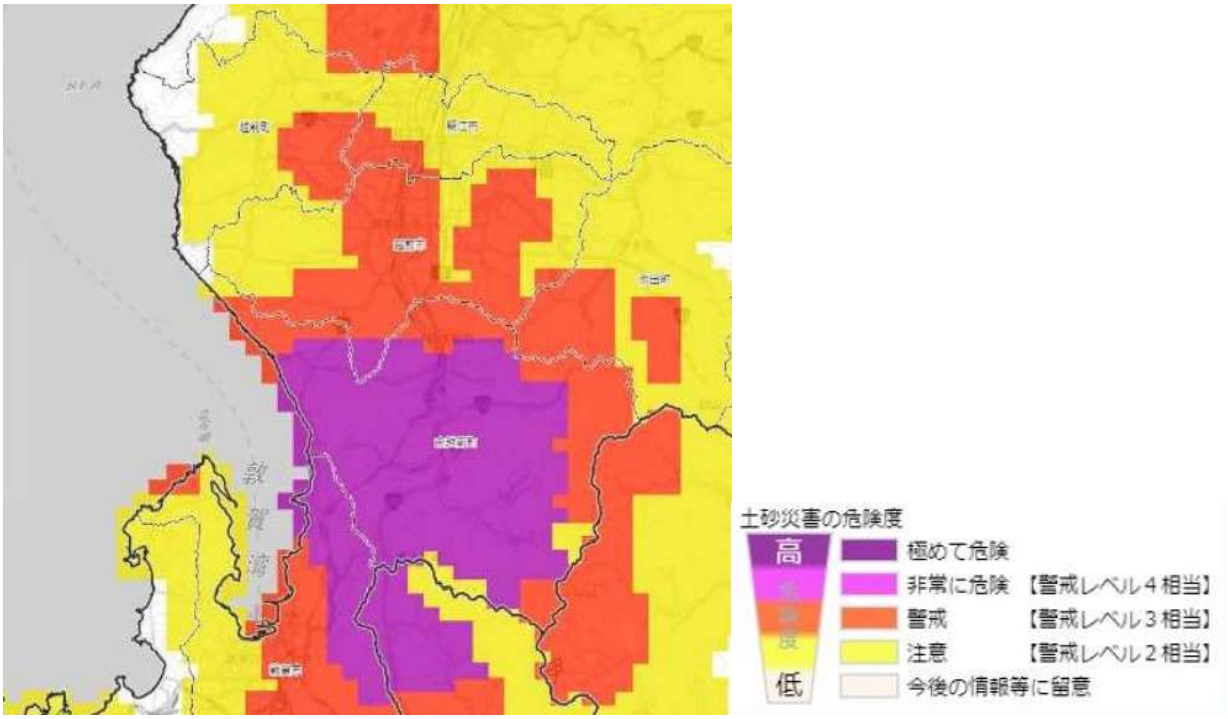


図-11　土砂災害警戒情報の発令状況：8月5日10時

（「福井地方気象台：令和4年8月4日から5日の大雨に関する 福井県気象速報」より引用）

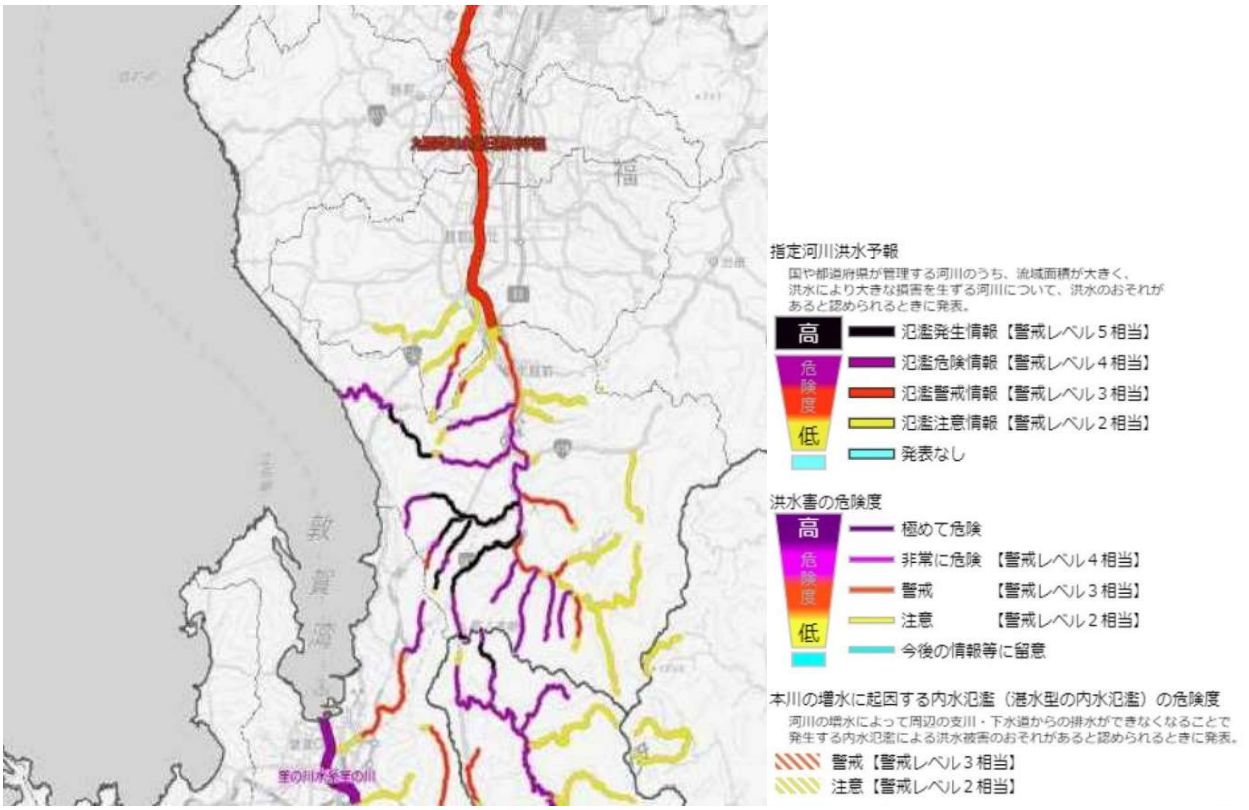


図-12　洪水警報の発令状況：8 月 5 日 10 時

（「福井地方気象台：令和4年8月4日から5日の大雨に関する 福井県気象速報」より引用）

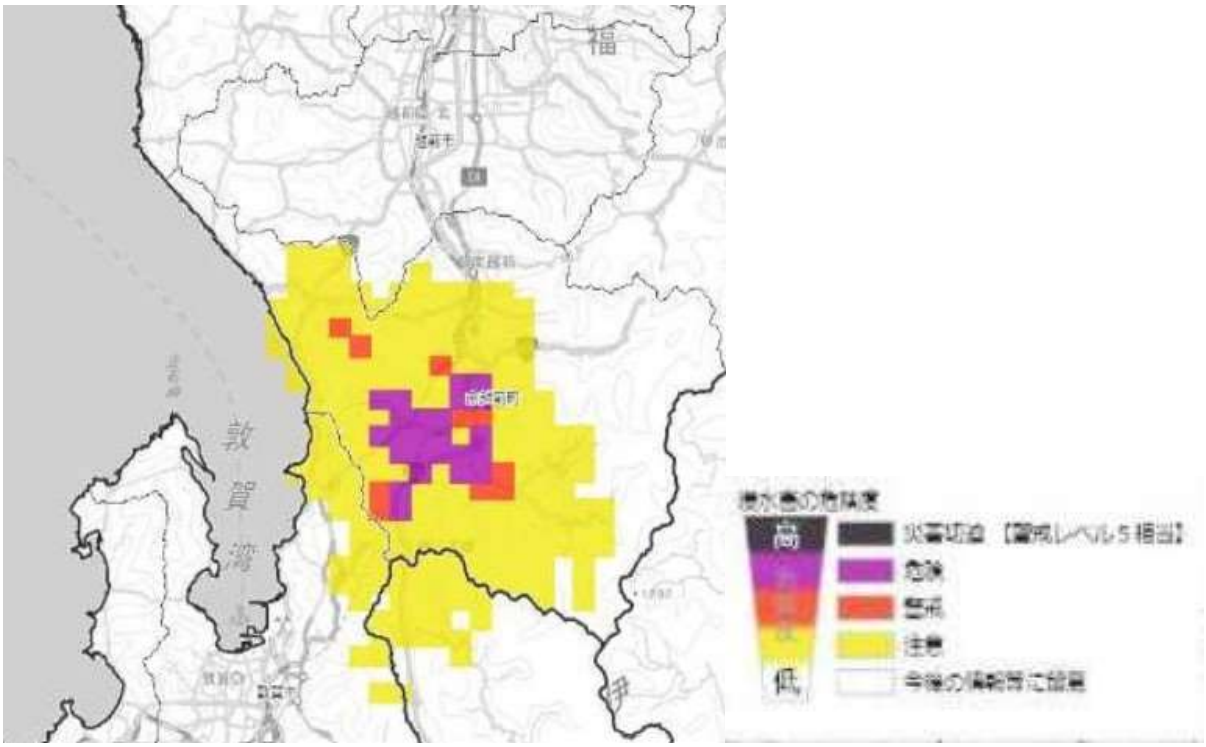


図-13　浸水害警報の発令状況：8 月 5 日 10 時

（「福井地方気象台：令和4年8月4日から5日の大雨に関する 福井県気象速報」より引用）

第 2 章　鹿蒜川

2.1 現地踏査の範囲

図-1 に示す鹿蒜川 1～10 の被災箇所で現地踏査を行った。越流による護岸崩壊と河岸天端崩壊が多数の箇所で顕著に見られた。護岸は河岸の天端までは設置されていなかった箇所が多く、越流による護岸背面浸食により崩壊したと推定される。道路が河岸にある箇所では、越流浸食による路肩損壊も多数見られた。越流による水田などの浸水域にある狭い盛土道路の法面崩壊が見られた。橋梁が 2 か所で崩壊していた。河岸での大規模な土石流と流出土砂による河川閉塞や河川水位上昇が推定された。河川からの大量の土砂を除去して積み上げた箇所があった。道路部分が流失した箇所があった。越流した土砂が大量に堆積している箇所があった。道路斜面が崩壊した箇所があった。

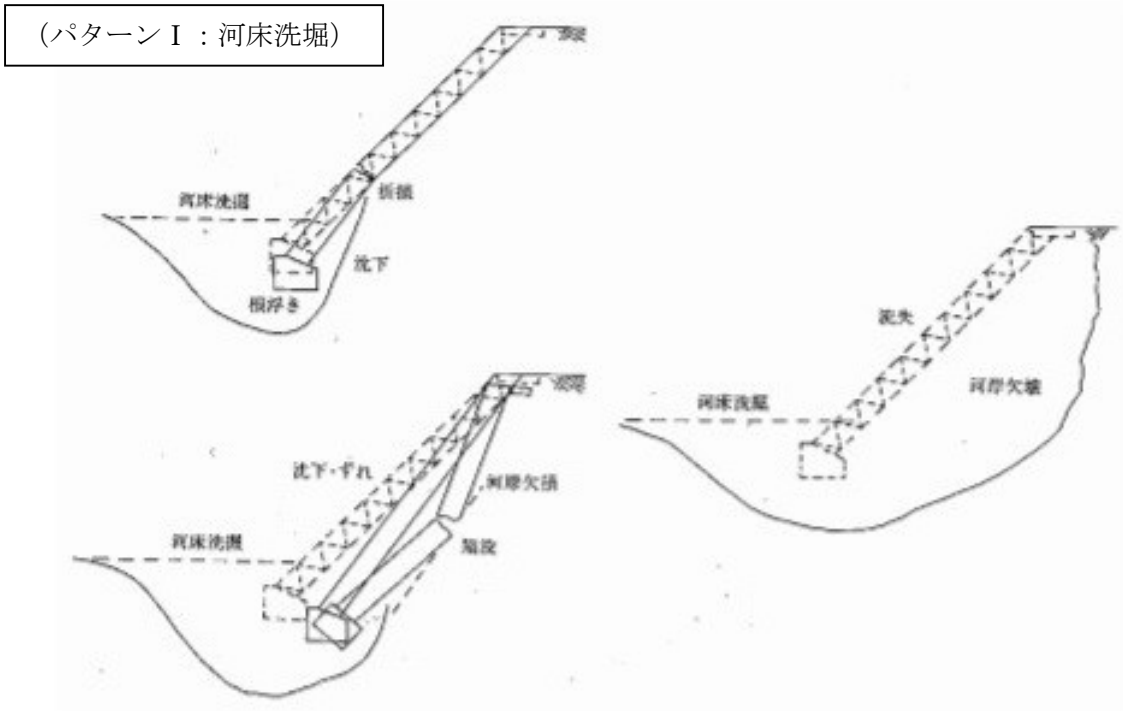


図-1 現地踏査位置（国土地理院）

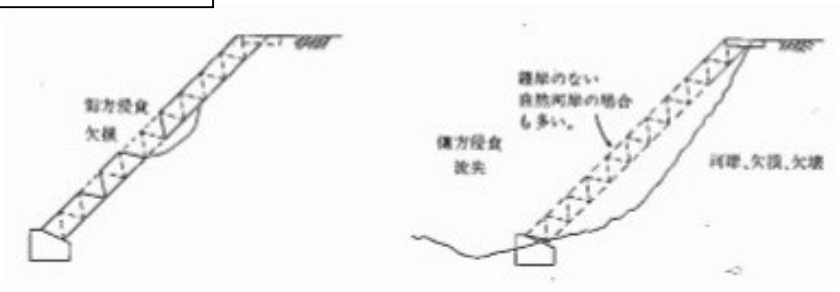


写真-1 現地踏査位置の空中写真（国土地理院）

護岸の被災が多数あったので、護岸被災の模式図を「(社) 日本河川協会：解説・河川管理施設等構造令、山海堂、1977」から引用して図-2 に示す。



（パターンⅡ：側方浸食）



（パターンⅢ：裏込め浸

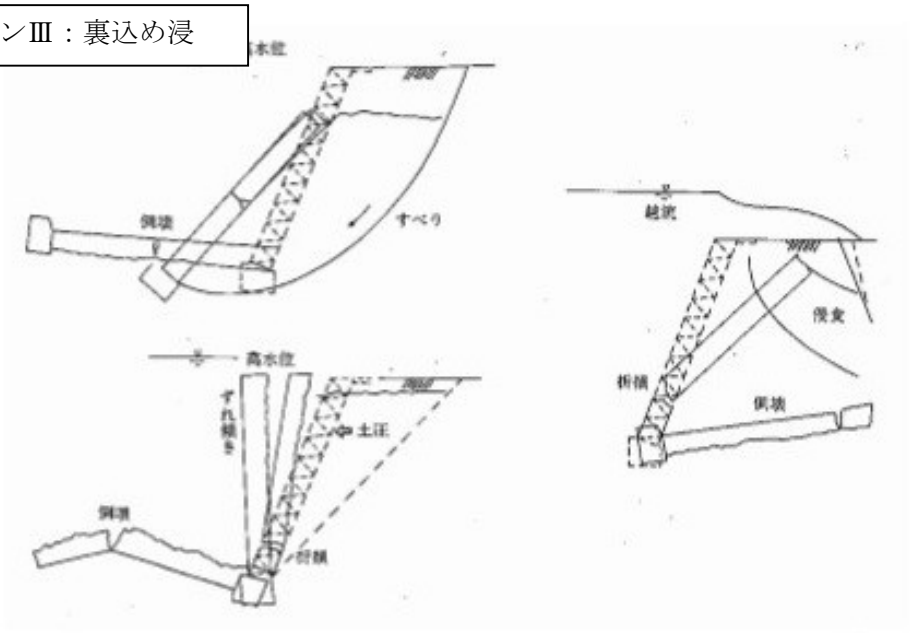


図-2　各パターンによる護岸被災の模式図

2.2 各箇所の被災状況

2.2.1　鹿蒜川 1：越流

鹿蒜川の日野川への合流部に近く、バックウォータ現象が発生したと推定され、大規模な越流と浸水が生じた場所である。写真-2、3 に越流直後の状況と位置関係を示す（地元集落の集会所建物が位置の目印となる）。鹿蒜川と平行して分布する低地に氾濫した状況である。落差工（写真-11）付近の護岸上部の河岸に陥没があった（写真-8～10）。この陥没は、氾濫水が河川に戻る際に法面を浸食した可能性がある。教訓：河積確保、遊水地計画などの越流対策が必要である。氾濫を前提とするならば、落差工下流など氾濫水が戻る位置で法面保護も考えられる。対策工：河岸上端までのブロック張り、大型ブロック積み護岸など。

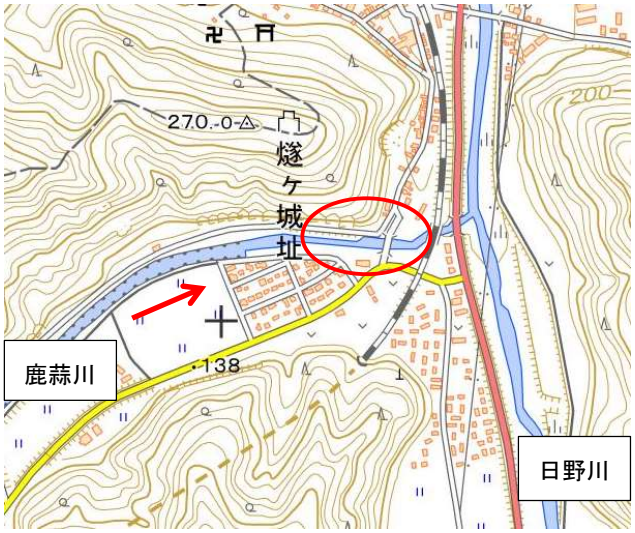


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2　マスコミ資料

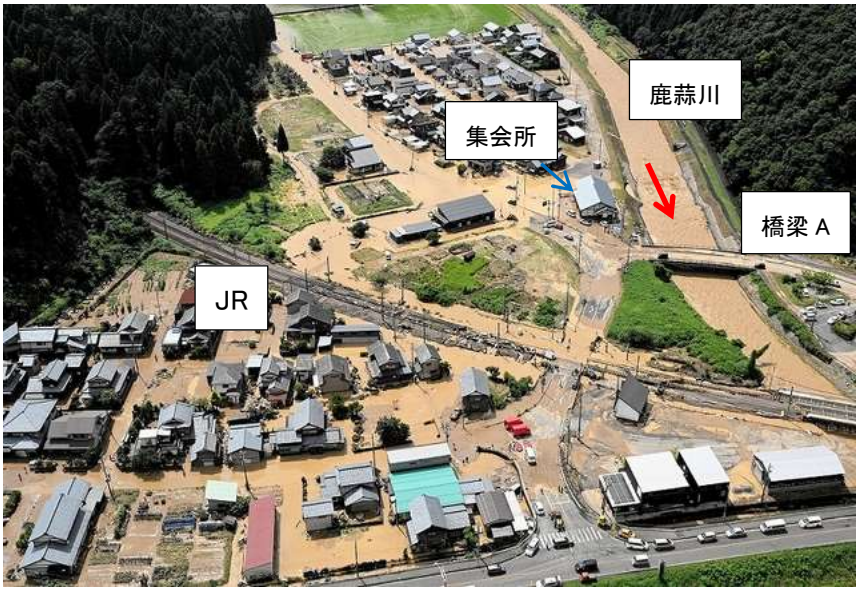


写真-3　福井新聞社ヘリ撮影（8/5 13:45 頃）



写真-4　災害直後　橋梁 A の上流側



写真-5　災害直後　橋梁 A の下流側



写真-6　橋梁 A の下流側



写真-7　橋梁 A の上流側（左端に陥没箇所）



写真-8　集会所（右端に陥没箇所）



写真-9　陥没箇所



写真-10　陥没箇所.（上部から）



写真-11　陥没箇所.上流部の落差工



写真-12　橋梁 A 上の土砂痕跡



写真-13 集会所の越流痕（高さ約 1m）

2.2.2　鹿蒜川 2：越流・護岸損壊（2.2.1 上流部）

護岸損壊や越流による被害痕が見られた。護岸損壊は水衝部側の河床洗堀、基礎洗掘によると考えられる。教訓：水衝部での護岸基礎の対策強化が必要。対策工：護岸の根入れ確保または根固工設置。

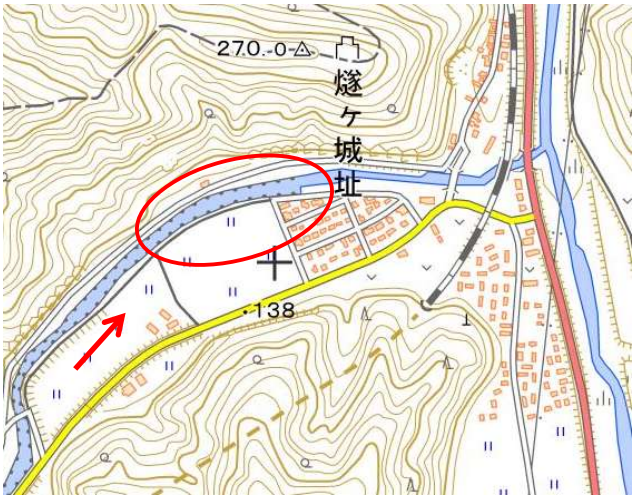


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2　護岸損壊



写真-3　右岸側越流区域　あぜ道の法面崩落



写真-4 右岸側越流区域　越流堆積物

2.2.3　鹿蒜川 3：越流・護岸損壊

図-1 に示す橋梁 B の上下流部で多数の越流痕が見られた。橋梁 B でせき止めが生じて河川水位をさらに上昇させた可能性もある。左岸は護岸高が低く、越流による護岸背後の洗堀と護岸損壊が生じている。右岸は護岸高（道路高）がやや高く、長い区間に渡って河床洗堀に伴う護岸損壊が生じている。教訓：河積確保、遊水池計画などの越流対策、護岸基礎強化が必要。対策工：越流部は護岸の嵩上げまたは遊水池整備。洗堀部は護岸の根入れ確保または根固工設置。

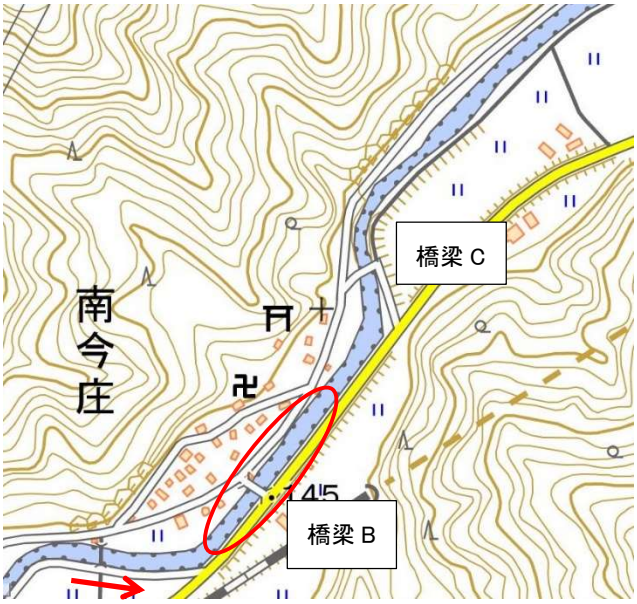


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2　災害直後の橋梁 B



写真-3　災害直後の橋梁 B



写真-4　災害直後の橋梁 B



写真 5　-災害直後の橋梁 B 上流部



写真-6　橋梁 B から下流部



写真-7　橋梁 B から上流部



写真-8　橋梁 B から上流部の越流痕



写真-9　橋梁 B から上流部の越流痕



写真-10　橋梁 B から下流部



写真-11　橋梁 B から下流部



写真-12　橋梁 B から下流部



写真-13　橋梁 B から下流部



写真-14　橋梁 B から下流部



写真-15　橋梁 B から下流部 越流土砂と越流痕



写真-16　橋梁 B から下流部



写真-17　橋梁 B から下流部

2.2.4　鹿蒜川 4：橋梁損壊（2.2.3 下流部）

図-1 に示す橋梁 C の右岸橋台の背後が浸食され、橋台が移動して橋梁が損壊している。水衝部側の河床洗堀または越流による護岸損壊と、これに伴う橋台背面および基礎地盤の洗堀が生じたと推定される。湾曲部で生じる遠心力によって、外岸（水衝部側）の水位が上昇し越水したことで橋台背面の侵食が進

んだ可能性もある。橋台基礎地盤が表層と同じ砂礫で、洗掘を受けて橋台背面に水が回ったと推定される。教訓：水衝部の対策強化、橋台基礎の根入れ確保が必要。表層付近は N 値が大きくても洗掘を受ける可能性を考慮する必要がある（基礎は支持層に根入れすることが望ましい）。対策工：護岸の根入れ確保または根固工設置。護岸の嵩上げまたは遊水池整備。橋台再設置と上部工架け替え。地質調査のうえで適切な橋台基礎とする。橋台の後方が洗掘を受けない構造とする。湾曲部で生じる遠心力による水位上昇を考慮する。

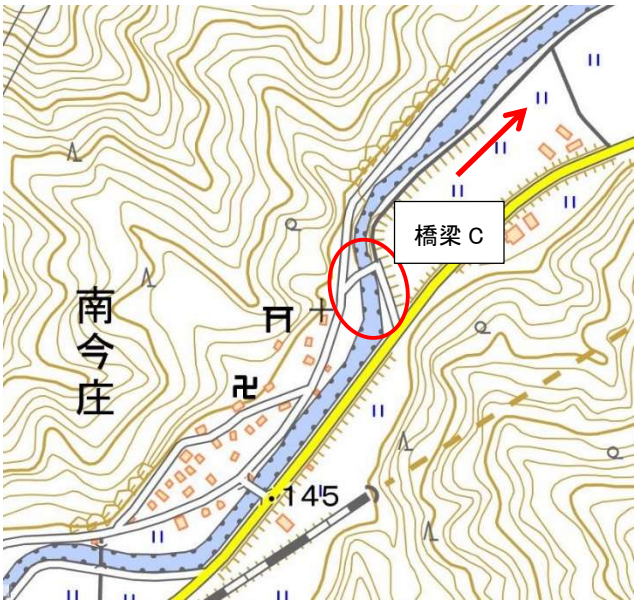


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 災害直後



写真-3 災害直後



写真-4 上流側からみた損壊橋梁



写真-5 上流側からみた損壊橋梁



写真-6 損壊橋梁の直上流部



写真-7 損壊橋梁　右岸側の橋台側部



写真-8 損壊橋梁　右岸側の橋台側部



写真-9 損壊橋梁の下流部



写真-10 損壊橋梁　下流部



写真-11 損壊橋梁　下流部



写真-12 下流側からみた損壊橋梁

2.2.5　鹿蒜川 5：土石流（2.2.4 下流部）

沢からの土石流による護岸損壊と大量の堆積物が見られた。道路保護路肩～法面部（コンクリートなどで保護されていない）の浸食により護岸崩壊に至った。土石流による土砂が河川水位をさらに上昇させた可能性もある。教訓：小規模渓流の土石流対策には限界があり、支渓合流部の護岸の保護が有効である。対策工：支渓には土石流対策えん堤。河川部は護岸復旧および護岸上部法面の保護。

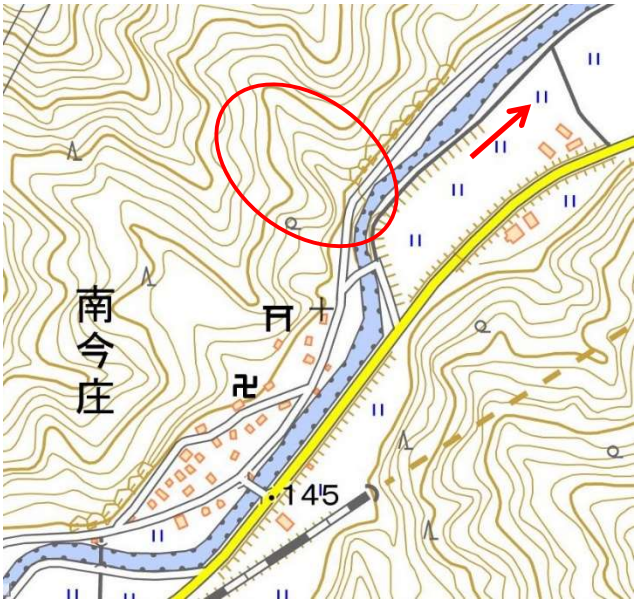


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2　土石流発生の沢（左岸側）



写真-3　土石流堆積物



写真-4　土石流堆積物

2.2.6　鹿蒜川 6：道路流失＋大量土砂集積

右岸側に膨大な量の撤去土砂が集積されていた（写真-3）。土砂集積箇所下流部では左岸の道路が流失していた（写真-6～9）。左岸水衝部での河床洗堀、または河道屈曲による流下能力低下部で越流に伴う護岸損壊が生じて道路部分が浸食されたと推定される。浸食された土砂が河川に流入し、その下流の落差工で水や土砂がせき止められたようである。写真-4、5 の崩壊斜面は今回ではなく過去に生じたものである（写真-1）。写真-9 に示す下流部の沢からの土石流が河川を閉塞し、越流を助長した可能性もある。教訓：周辺の耕作地が越流により遊水池として機能した状況は、下流域の集落の安全に対しては有効だった。対策工：護岸の根入れ確保または根固工設置。遊水池整備。写真-10 に示す落差工が砂防堰堤のように機能した可能性もあるので、袖部の撤去も検討する。

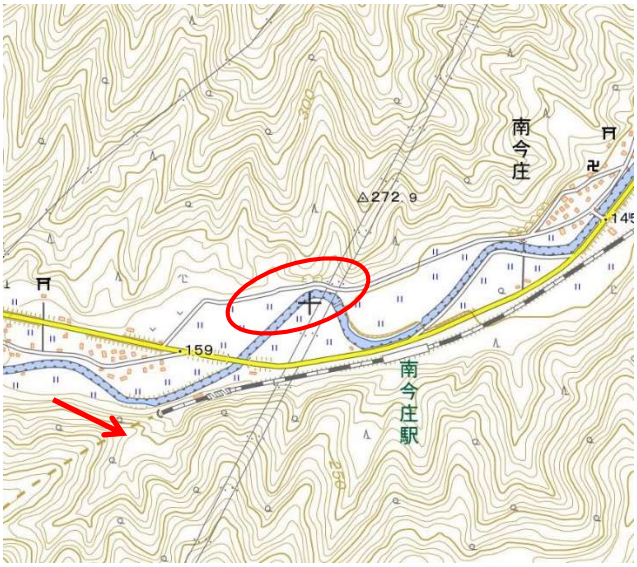


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂集積箇所の下流部



写真-3 奥に見えるのが大量の土砂集積



写真-4 土砂集積箇所下流部の過去の崩壊斜面



写真-5 土砂集積箇所下流部の過去の崩壊斜面



写真-6 土砂集積箇所下流部の崩壊斜面と道路部流失



写真-7 土砂集積箇所下流部の道路部流失



写真-8 道路部流失と下流部の沢



写真-9 道路部流失と下流部の沢



写真-10 道路部流失下流部の土砂堆積

2.2.7　鹿蒜川 7：大量の越流土砂堆積

右岸側に越流による膨大な量の土砂が堆積していた（写真-5～11）。左岸は護岸高（道路高）が高く、水衝部の河床洗堀に伴う護岸と水門損壊があった。右岸は護岸高（道路高）が低いため、越流による大量の土砂が堆積した。右岸で舗装の損傷も見られた（写真-12、13）。越流による護岸損壊もあった（写真-14）。河川屈曲部をバイパスするように、護岸損傷部から越流水が圃場内を直線的に流下したようである。堆積土砂の礫径が大きいので（最大径 1m 超）、土石流のように流下したとみられる。教訓：周辺は耕作地であるため、越流により遊水池として機能した状況は、下流域の集落の安全には有効だった。対策工：護岸の根入れ確保または根固工設置。遊水池整備。

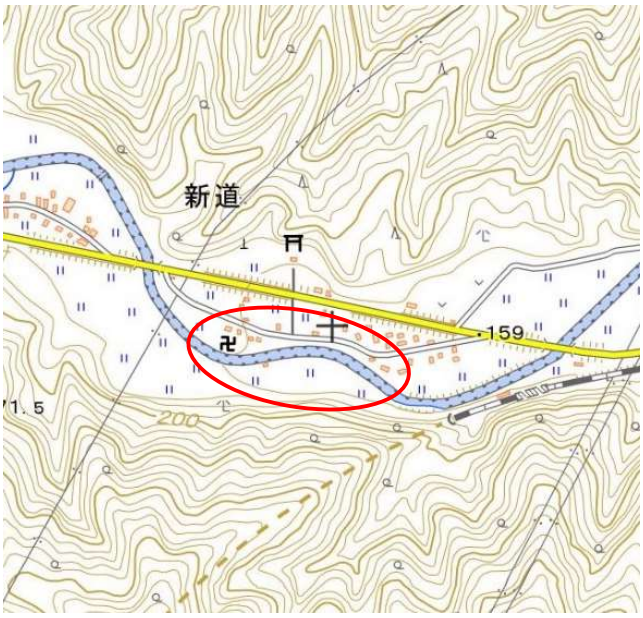


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂堆積箇所の下流部（集落）



写真-3 土砂堆積箇所の下流部（集落）



写真-4 大量の土砂堆積箇所の直下流部



写真-5 土砂堆積箇所



写真-6 土砂堆積箇所



写真-7 土砂堆積箇所



写真-8 土砂堆積箇所



写真-9 土砂堆積箇所



写真-10 土砂堆積箇所



写真-11 土砂堆積箇所　奥に沢からの土砂流出



写真-12 土砂堆積箇所　舗装損傷



写真-13 土砂堆積箇所　舗装損傷



写真-14 土砂堆積箇所　護岸損傷

2.2.8　鹿蒜川 8：越流・護岸損壊

越流と、越流による護岸損壊があった。橋梁（2 ヶ所）での流下断面減少も影響した可能性がある。支川の合流部であり、支川で土石流が発生した可能性もある。これらの要因により両岸で越流し、護岸の破損・倒壊や、圃場の浸水が生じた。教訓：氾濫は民家にまで及んでいるため越流対策が必要である（河積確保、遊水池計画など）。対策工：護岸の嵩上げまたは遊水池整備。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 建物の越流痕（右岸側、深さ 1m 以上）



写真-3 越流堆積物（左岸側）



写真-4 越流浸食痕



写真-5 護岸損壊（左岸側）



写真-6 落差工と上流からの損壊物の体積



写真-7 護岸損壊



写真-8 護岸損壊



写真-9 橋梁上の堆積



写真-10 越流痕



写真-11 右岸側からの支川合流部



写真-12 右岸側からの支川合流部



写真-13 護岸損壊（左岸側）



写真-14 越流痕



写真-15 越流痕

2.2.9 鹿蒜川 9：斜面崩壊

道路斜面で崩壊が生じた。応急対策のブルーシートの右側に急勾配の草地があり、過去の崩壊跡地が拡大したものと見られる。砂岩頁岩互層が分布し、表層の頁岩がスレーキングによって、弱部を形成したことが素因と考えられる（写真-6、7）。空中写真では道路が尾根まで続いているため、路面排水が影響した可能性もある。付近の河川部では、橋梁前後の河床洗堀に伴う護岸損壊がある。橋台の下部まで洗堀されて橋台は浮いた状態にある（写真-9、10）。教訓：道路斜面では崩壊跡周辺の法面対策と道路排水対策が必要である。河川部では橋台基礎の根入れ確保が必要。対策工：道路斜面では鉄筋挿入工またはアンカー工。河川部では護岸の根入れ確保または根固工設置。写真-9、10 に示すように橋台下部が洗堀されているので、橋台再設置と上部工架け替えが必要な可能性もある。

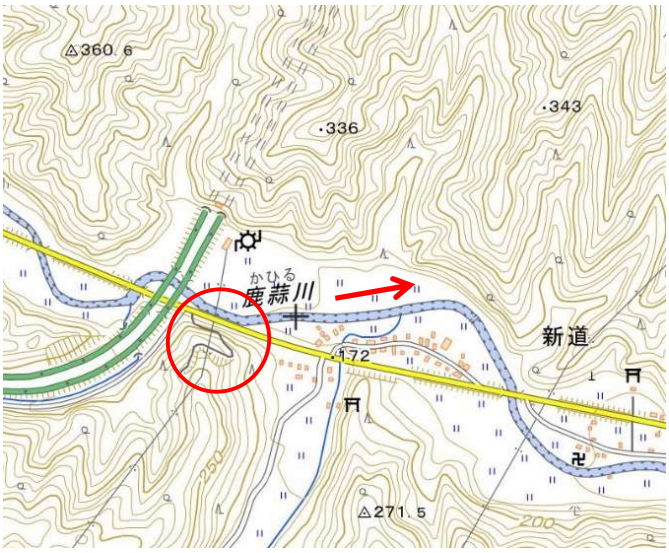


図-1　地形（国土地理院）

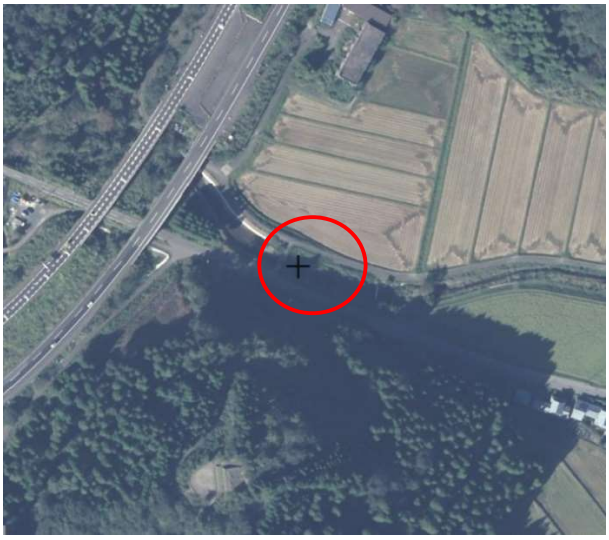


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 斜面崩壊箇所



写真-3 斜面崩壊箇所下部



写真-4 斜面崩壊土砂



写真-5 斜面崩壊箇所下部　土のう背後



写真-6 斜面崩壊土砂(岩片が硬質な砂岩)



写真-7 斜面崩壊土砂(亀裂が多く軟質な頁岩)



写真-8 斜面崩壊箇所　遠景



写真-9 橋台下部浸食と護岸損壊 橋梁下流部



写真-10 橋台下部浸食と護岸損壊 橋梁上流部



写真-11 斜面崩壊箇所の下流部（河岸浸食）

2.2.10　鹿蒜川 10：橋梁損壊

左岸橋台が損壊して橋梁が落下した（写真-2～6）。左岸橋台背面は大きく浸食されている（写真-5,6）。護岸の一部が流失した（写真-7～9）。橋梁損壊箇所下流部では越流が生じたようで、越流による下部洗掘で道路斜面が崩壊している（写真-3）。水衝部側（左岸）の河床洗堀または越流による護岸損壊と、こ

れに伴う橋台背面および基礎地盤の洗堀により橋台が倒壊した。右岸の橋台も下流部で洗掘を受けており、増水が続けば転倒していた可能性がある。教訓：主要路線の橋梁に近接する護岸（高さや根入れ）は特に重要。表層付近は N 値が大きくても洗掘を受ける可能性を考慮する必要がある（基礎は支持層に根入れすることが望ましい）。対策工：護岸の根入れ確保または根固工設置。護岸の嵩上げまたは遊水池整備。橋台再設置と上部工架け替え。地質調査のうえで適切な橋台基礎とする。橋台基礎が洗掘を受けない構造とする。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 マスコミ資料



写真-3 橋梁損壊箇所下流での斜面崩落（下部洗掘）



写真-4 下流からみた橋梁損壊箇所



写真-5 下流からみた橋梁損壊箇所



写真-6 下流からみた橋梁損壊箇所



写真-7 左岸側護岸の流失



写真-8 左岸側護岸の流失



写真-9 左岸側護岸の流失

2.3　まとめ

1）越流

今回の被災の主な原因は越流である。越流の基本的な要因は①河川の増水であるが、②河岸沢部などからの土石流による流出土砂、③河岸の浸食による流出土砂、④橋梁部でのせき止め、が河川水位を上昇させて越流をさらに増加させた可能性がある。膨大な量の越流土砂が見られた（2.6、2.7、2.8）。

2）護岸

護岸の多くは従来のブロック積み護岸であり、河岸天端までは設置されていない。このため、2.1 図-2 に示す模式図のように、越流による背面浸食や水圧で倒壊したとみられる護岸が多数あった。これに伴って、河岸天端崩壊が多数生じている。道路が河川に隣接する場合は、越流による路肩損壊が生じた。

3）橋梁損壊

3 個所（2.4、2.9、2.10）で橋梁損壊があったが、主要な原因は越流による橋台背面の浸食に伴う橋台の移動・倒壊と推定される。2.9 で見られたように、橋台基礎部の浸食の可能性もある。橋台上下流部の護岸を大型ブロック積み護岸などとして、橋台背面や基礎部が浸食されにくい構造とする必要がある。湾曲部の橋梁ではで遠心力による水位上昇を考慮する必要もある。

4）土石流

現地踏査を河川周辺のみとしたため、土石流は 2 個所（2.5、2.6）のみ確認したが、鹿蒜川南側の山地では多数の土石流の発生がしている（2.7）。

5）斜面崩壊

現地踏査を道路と河川周辺のみとしたため、斜面崩壊は 1 個所（2.9）のみ確認したが、山地部での状況は不明である。

第3章　今庄杉津線

3.1 現地踏査の範囲

図-1 に示す今庄杉津線 1～13 の被災箇所で現地踏査を行った。今庄杉津線は山岳地帯を通る道路であり、沢部などからの土石流流出による路肩崩壊が顕著に見られた。道路横断排水施設の閉塞と土石流の道路上流下による路肩崩壊が生じている。道路縦断傾斜が急な箇所での上部からの土石流の影響や、水路越流による橋梁下部斜面や路肩崩壊、渓流部土石流による土砂堆積、渓流部損壊、橋梁部閉塞による道路上の土砂堆積があった。



図-1　現地踏査位置（国土地理院）



写真-1　現地踏査範囲の空中写真：今庄杉津線 1～9（国土地理院）

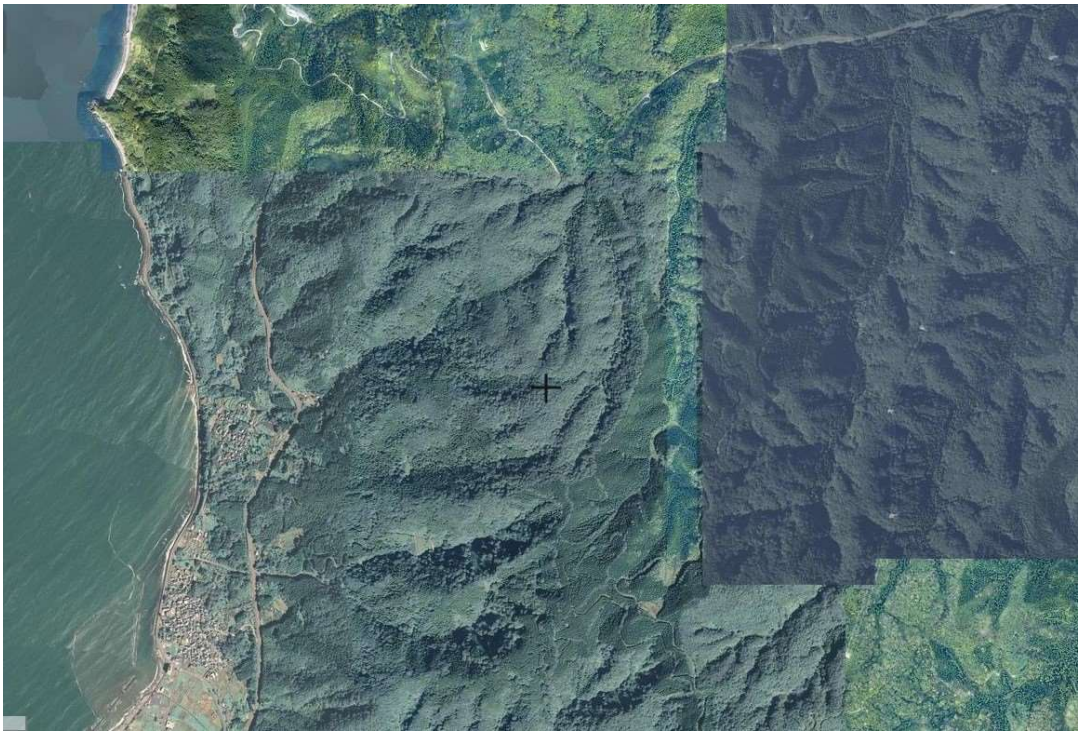


写真-2　現地踏査範囲の空中写真：今庄杉津線 10～13（国土地理院）

3.2 各箇所の被災状況

3.2.1　今庄杉津線 1：路肩崩壊（今庄からみて道路左側）

道路山側の沢からの土石流や流水が道路上を流れて谷側に流下し、表層崩壊を生じた路肩崩壊である。教訓：道路横断暗渠は詰まることを前提に考えて断面を大きくとる必要がある。対策工：路肩の越流対

策（コンクリートやカゴなどによる保護）を考慮することも有効。路側擁壁。暗渠断面の拡大。水路工。

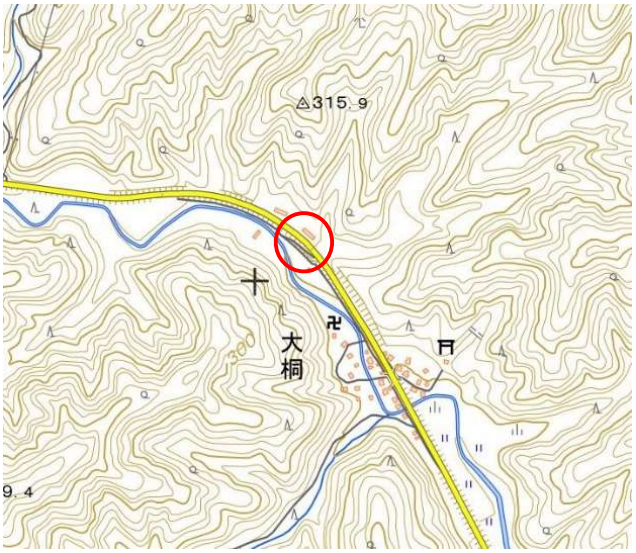


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 路肩崩壊箇所



写真-3 路肩崩壊箇所



写真-4 道路右側の沢



写真-5 道路右側の沢（拡大）

3.2.2　今庄杉津線 2：路肩崩壊（今庄からみて道路左側）

基本的に 3.2.1 と同じような被災である。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 路肩崩壊箇所



写真-3 路肩崩壊箇所中段



写真-4 路肩崩壊箇所下段　下に別工事用仮設道路

3.2.3　今庄杉津線 3：路肩崩壊（今庄からみて道路左側）

基本的に 3.2.1 と同じような被災である。道路横断暗渠が沢からの土砂で閉塞したとみられる。谷を横切る盛土は大口径の暗渠が不可欠である。

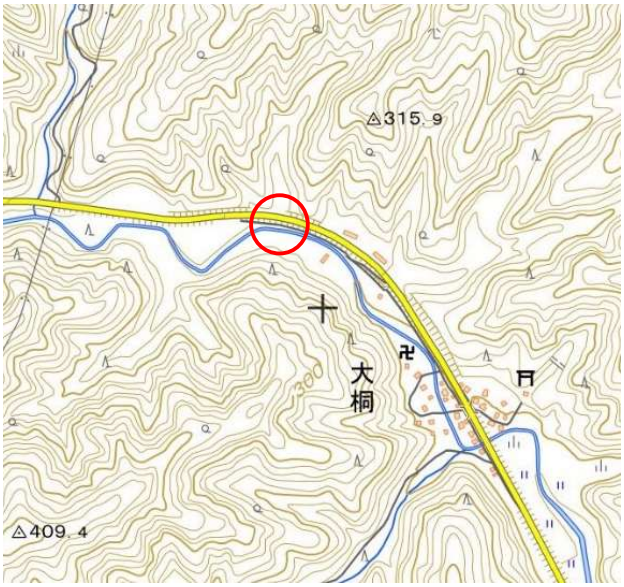


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 路肩崩壊箇所（掘削ズリで盛土）



写真-3 道路右側　谷部の湛水（排水管閉塞？）



写真 4 -路肩崩壊箇所（掘削ズリで盛土）とズリ仮置場



写真-5 路肩崩壊箇所とズリ仮置場



写真-5 複数の路肩崩壊箇所の遠景

3.2.4　今庄杉津線 4：路肩崩壊（今庄からみて道路左側）

基本的に 3.2.1 と同じような被災である。山側に谷からの流出土砂が残っていた（写真-3）。

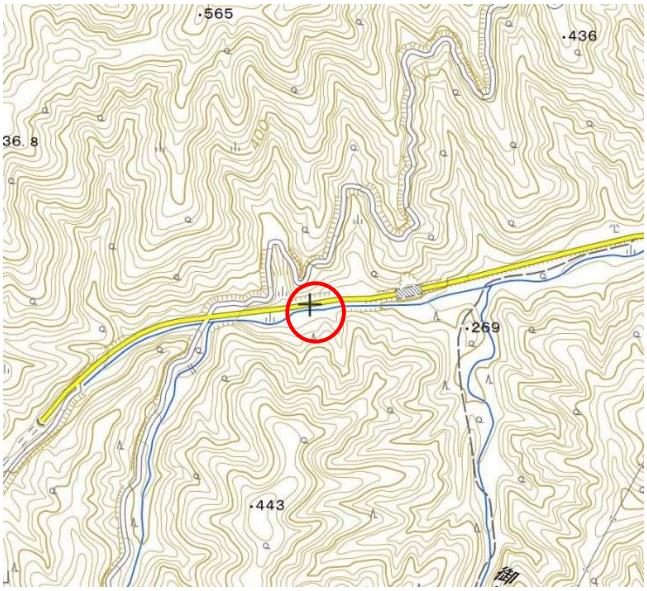


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 路肩崩壊箇所



写真-3 道路右側の沢と流出土砂

3.2.5　今庄杉津線 5：路肩崩壊（今庄からみて道路左側）

基本的に 3.2.1 と同じような被災である。

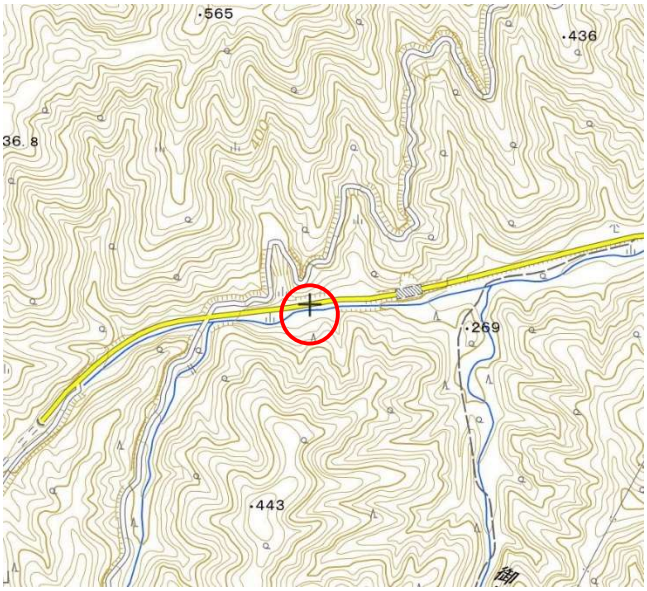


図-1　地形（国土地理院）

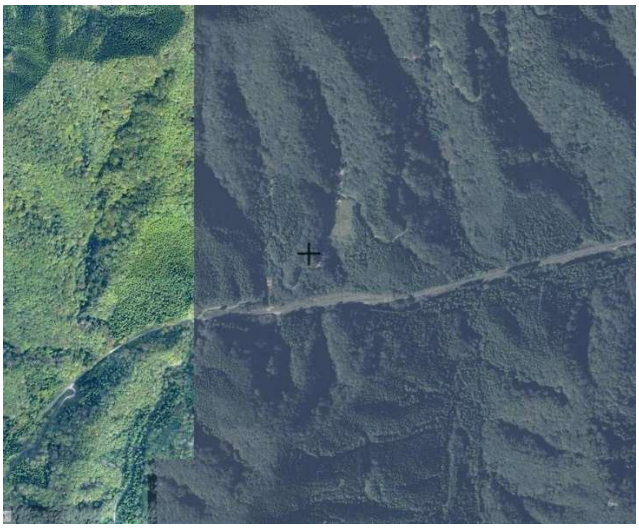


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 路肩崩壊箇所



写真-3 道路右側の沢

3.2.6　今庄杉津線 6：路肩崩壊（今庄からみて道路左側）＋土砂流出（道路右側）

基本的に 3.2.1 と同じような被災である。山側に谷からの流出土砂が残っていた（写真-3）。

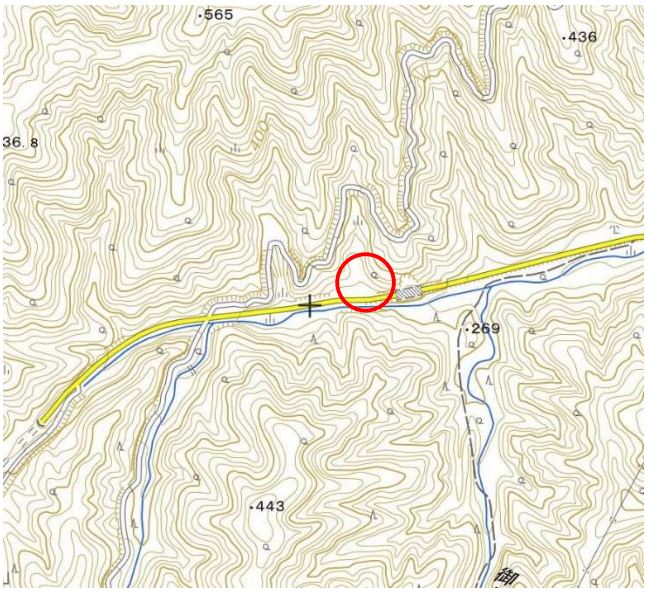


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 路肩崩壊箇所



写真-3 道路右側の谷と流出土砂

3.2.7　今庄杉津線 7：路肩崩壊（今庄からみて道路左側）＋斜面崩壊（道路右側）

基本的に 3.2.1 と同じような被災であるが、道路右側（山側）に旧北陸本線の遺構の盛土部がある（写真-3、4）。山側の沢（写真-7）からの流水が遺構盛土上を流れて法肩で斜面崩壊を発生させ（写真-4～6）、さらに道路上を流れて谷側に流下して路肩崩壊が生じた（写真-2、3）。教訓：2 段の盛土になっているため、遺構盛土上での排水対策と道路での排水対策が必要である。対策工：路側擁壁。水路工。災害再発の防止と文化財としての遺構保存の両立が必要である。

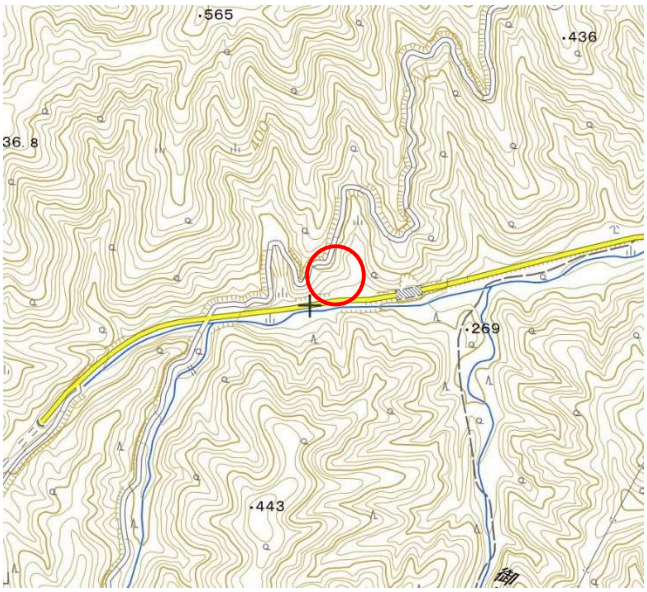


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 道路左側の路肩崩壊箇所



写真-3 道路右側の斜面崩壊と左側の路肩崩壊



写真-4 道路右側の斜面崩壊



写真-5 道路右側の斜面崩壊



写真-6 道路右側の斜面崩壊



写真-7 道路右側の斜面崩壊部付近の沢

3.2.8　今庄杉津線 8：斜面崩壊（今庄からみて道路右側）

基本的に 3.2.7 と同じような被災であるが、ここでは谷側の路肩崩壊は生じていない。教訓・対策工は 3.2.7 と同じである。

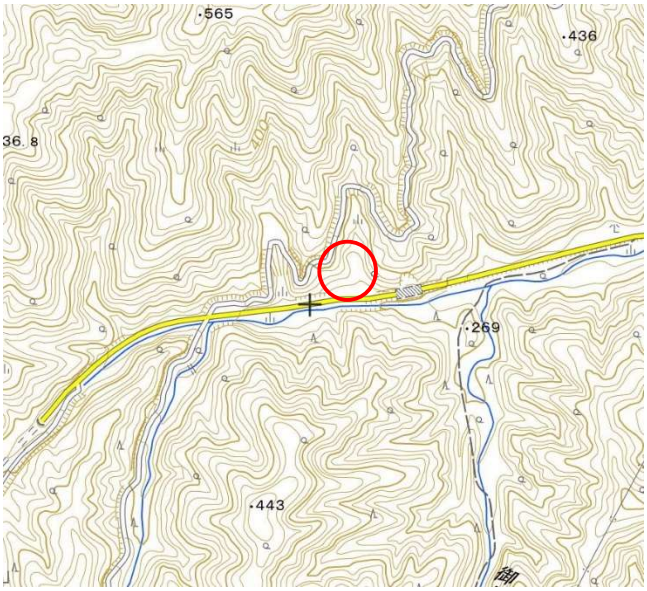


図-1　地形（国土地理院）

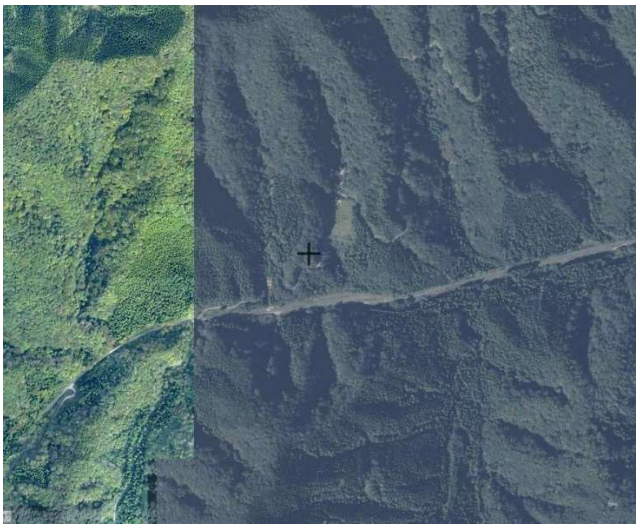


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 道路右側の斜面崩壊



写真-3 道路右側の斜面崩壊



写真-4 道路右側の斜面崩壊

3.2.9　今庄杉津線 9：土石流（今庄からみて道路右側）

道路山側の沢の源頭部（0 次谷）で斜面崩壊が生じて土石流となっている。土石流の規模は小さいが、源頭部が道路に近いため、道路まで土砂が流出した。崩壊地内に目立った流水・湧水は見られなかった。教訓：土石流の恐れのある谷出口にポケットを設ける、または落石防護柵などの構造物を連続配置する必要がある。対策工：土石流対策堰堤または谷止工。

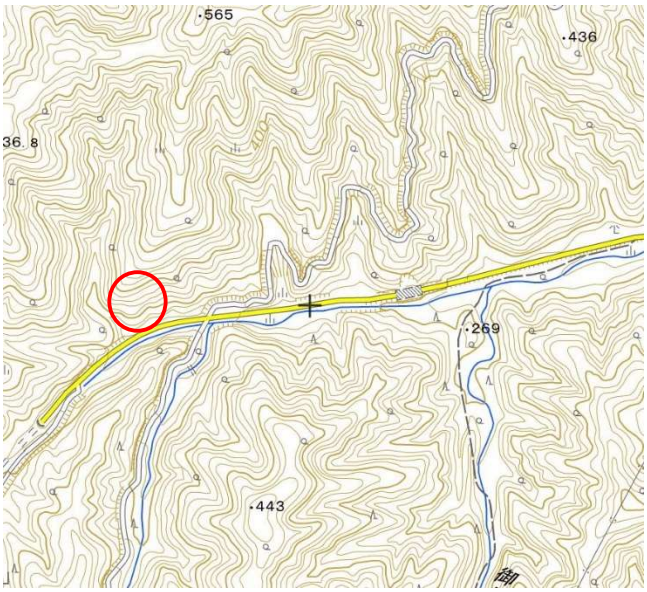


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 道路右側の土石流痕と源頭部の斜面崩壊



写真-3 道路右側の土石流痕



写真-4 道路右側の土石流



写真-4 道路右側の土石流と道路への流出

3.2.10　今庄杉津線 10：土石流（今庄からみて道路左側））＋路肩崩壊（道路右側）

1）路肩崩壊箇所の道路左側（山側）の土石流（写真-4、5）、2）上流部の山中トンネル坑口付近の沢からの土石流（写真-10～13）の土砂と水の流下、3）山中トンネルの湧水と谷水が道路面を流下、の 3 つの要因が重なって、盛土部の大規模な路肩崩壊が生じたようである（写真-6～9）。教訓：本路線は一定の縦断勾配で敦賀方向に傾斜していることから、所々で横断排水（門型側溝など）を設け、トンネル排水などの路面表流水を安全な場所で域外に分散排水させる必要がある。対策工：盛土部の路側擁壁。側溝・横断排水。土石流対策堰堤または谷止工。

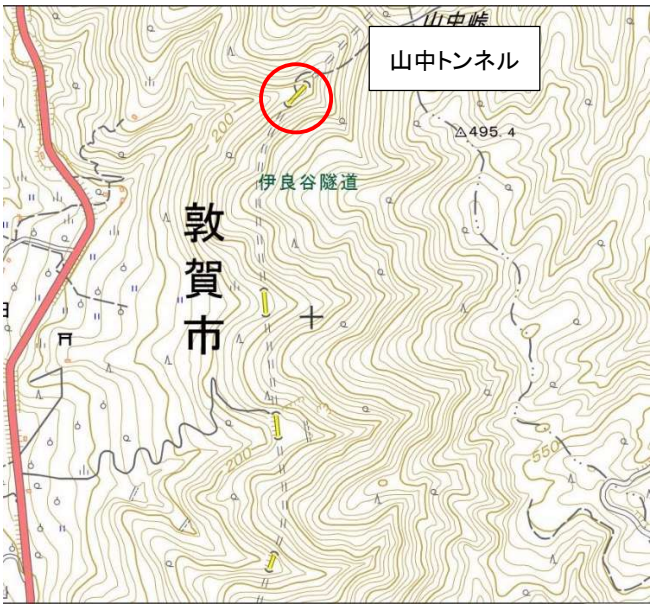


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 道路右側の路肩崩壊全景（福井県提供）



写真-3 道路右側の路肩崩壊全景（福井県提供）



写真-4 路肩崩壊箇所の道路左側の土石流痕



写真-5 路肩崩壊箇所の道路左側の土石流痕



写真-6 道路右側の路肩崩壊



写真-7 道路右側の路肩崩壊



写真-8 道路右側の路肩崩壊下部



写真-9 道路右側の路肩崩壊



写真-10 上流部（崩壊地より今庄側）での土石流

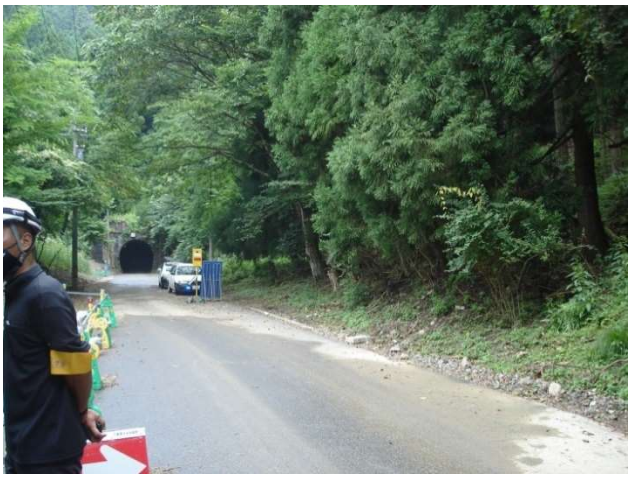


写真-11 上流部での土石流の流下痕



写真-12 上流部での土石流



写真-13 上流部での土砂堆積

3.2.11　今庄杉津線 11：路肩崩壊（今庄からみて道路右側）

路肩崩壊箇所（道路右側）の道路左側（山側）に土石流の痕跡は見られない（写真-2）。伊良谷トンネル内を流下した流水が集中して盛土部の路肩を崩壊させたと推定される。伊良谷トンネル内にレンガの新しい損傷が見られるので、大径の礫がトンネル内を流下した可能性がある。教訓：本路線は一定の縦断勾配で敦賀方向に傾斜していることから、所々で横断排水（門型側溝など）を設け、路面排水を安全な場所で域外に分散排水させることが望ましい。対策工：路肩崩壊箇所の路側擁壁。側溝・横断排水。



図-1　地形（国土地理院）

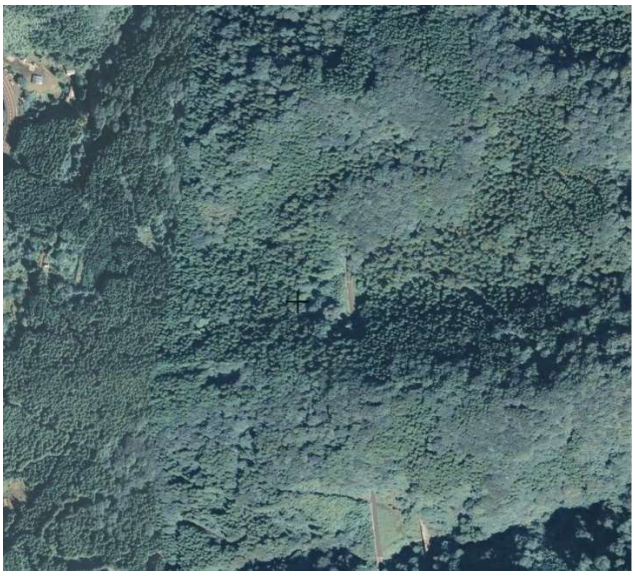


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 道路右側の路肩崩壊全景（福井県提供）



写真-3 道路右側の路肩崩壊全景（福井県提供）



写真-4 道路左側に土石流痕なし



写真-5 道路右側の路肩崩壊



写真-6 道路右側の路肩崩壊



写真-7 道路右側の路肩崩壊



写真-8 道路右側の路肩崩壊



写真-9 道路右側の路肩崩壊下部

3.2.12　今庄杉津線 12：土石流（今庄からみて道路左側）＋路肩崩壊（道路右側）

道路左側（山側）の土石流とトンネル内を流下した流水が集中して、大規模な路肩崩壊が生じたとみられる。道路左側の土石流は崩壊箇所の直上に位置する（写真-4～7 の土石流痕は、現地でまだ湧水していた）。別の位置（少し下流部）でも土石流痕があった（写真-8,9）。教訓：本路線は一定の縦断勾配で敦賀方向に傾斜していることから、所々で横断排水（門型側溝など）を設け、路面排水を安全な場所で域外に分散排水させる必要がある。対策工：路肩崩壊に路側擁壁。側溝・横断排水。道路左側斜面に枠工。

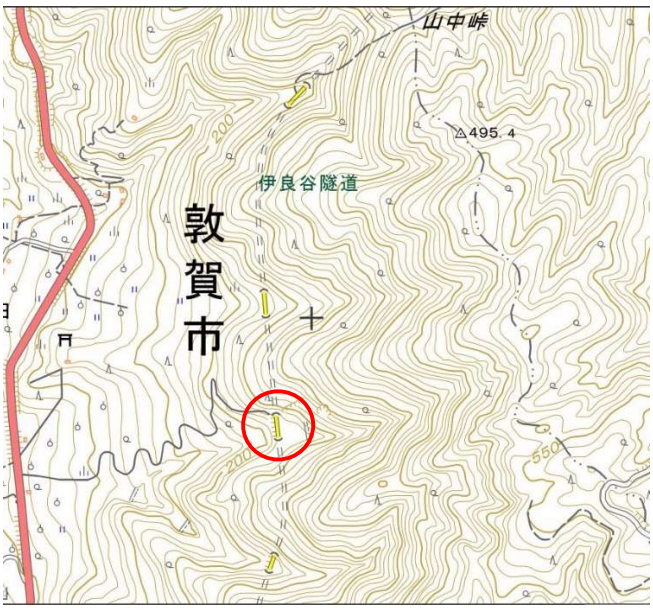


図-1　地形（国土地理院）

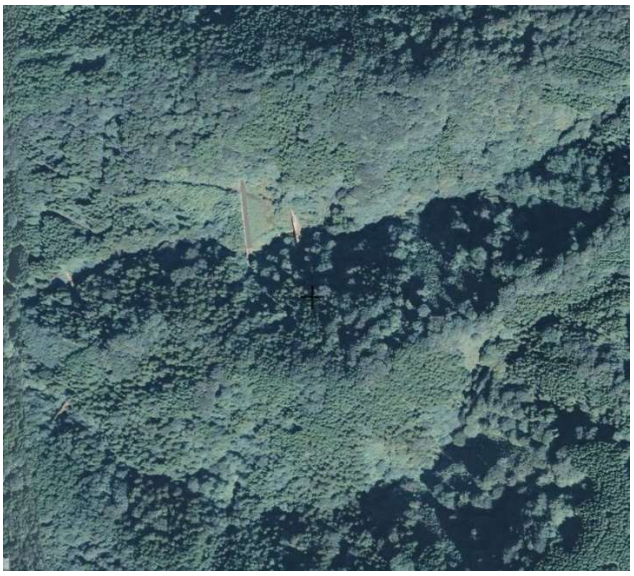


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 道路右側の路肩崩壊全景（福井県提供）



写真-3 道路右側の路肩崩壊全景（福井県提供）

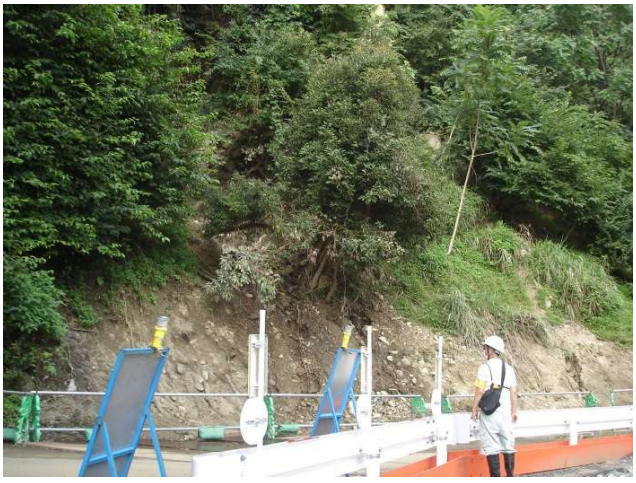


写真-4 道路左側の土石流痕



写真-5 道路左側の土石流痕



写真-6 道路左側の土石流痕（写真-4､5 の近接）



写真-7 道路左側の土石流痕（写真-4､5 の近接）



写真-8 道路左側の土石流痕（写真-4､5 と別の位置）



写真-9 道路左側の土石流痕（写真-4､5 と別の位置）



写真-10 道路右側の路肩崩壊



写真-11 道路右側の路肩崩壊



写真-12 道路右側の路肩崩壊



写真-13 道路右側の路肩崩壊（中段）



写真-14 道路右側の路肩崩壊（下段）



写真-15 道路右側の路肩崩壊



写真-16 道路右側の路肩崩壊



写真-17 道路右側の路肩崩壊（中段）



写真-18 道路右側の路肩崩壊（下段）

3.2.13　今庄杉津線 13：土石流（今庄からみて道路左側渓流部）＋渓流部損壊（道路右側）

渓流部の土石流による渓流の橋梁下部の土砂閉塞に伴う、道路上への土砂流出と上下流側の渓流損壊が生じた。花崗岩系岩盤が風化したまさ土があった。教訓：渓流部の不安定土砂量が多いようで土石流対策堰堤の必要性が高い。橋梁の桁下断面が小さいため、できるだけ大きくとる必要がある。対策工：土石流対策堰堤。渓流護岸復旧。

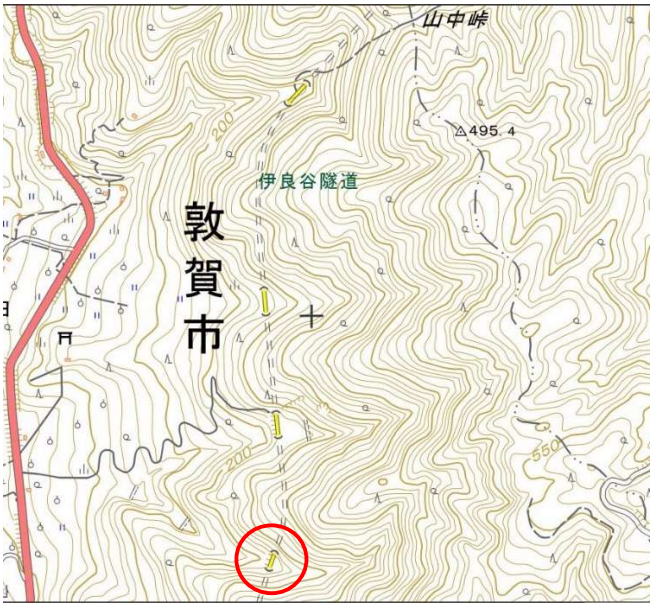


図-1　地形（国土地理院）

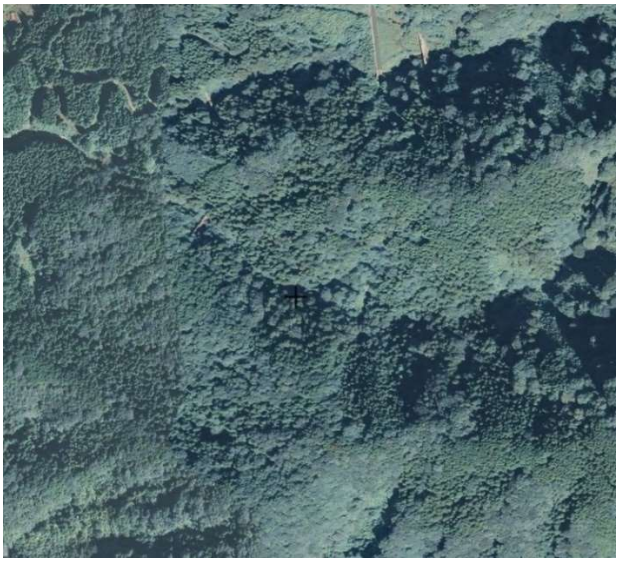


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 被災箇所全景（福井県提供）



写真-3 被災箇所全景（福井県提供）



写真-2 道路左側（上流側）渓流部の土石流堆積物



写真-3 道路左側渓流部の護岸損壊と埋まり



写真-4 道路右側（下流側）の渓流部損壊



写真-5 道路右側の渓流部損壊



写真-6 道路上の土石流堆積物



写真-7 道路上の土石流堆積物



写真-8 道路上の土石流堆積物



写真-9 道路左側（山側）斜面に土砂流痕なし

3.3 まとめ

1）沢部土石流

沢部からの土石流や流水が道路上を横断して谷側に流れて路肩崩壊を発生させたケースが多かった（3.2.1～3.2.7、3.2.10、3.2.12）。土石流の土砂が道路横断排水管を閉塞し、道路上を流れる土砂や水の量をさらに増大させたケースもある。沢部の土石流対策や道路横断排水管の閉塞防止対策が必要である。

2）道路表流水

旧 JR 北陸本線の跡を利用している区間では、道路としての排水施設が不十分な箇所も見られる。道路縦断傾斜が急な区間で、トンネルの湧水や道路表流水が道路上を流下して、路肩法面に集中して流れて路肩を崩壊させたケースが多数見られた（3.2.10～3.2.12）。上流部で発生した土石流の土砂や水が道路上を流下して路肩崩壊を発生させたケースもある（3.2.10）。当該箇所での 1）の沢部土石流と道路表流水が重なって、路肩崩壊を大規模化したケースもある（3.2.12）。道路表流水の分散排水が必要である。

3）渓流部土石流

渓流部で発生した土石流が渓流部を損壊させたり、橋梁下部を閉塞して橋梁上（道路上）を流下して道路上に土砂を堆積させたケースがあった（3.2.13）。砂防堰堤などの土石流対策や、橋梁下部の閉塞防止対策が必要である。

第4章　国道 365 号（孫谷−板取）

4.1 現地踏査の範囲

図-1 に示す 365 号（孫谷-板取）1〜9 の被災箇所で現地踏査を行った。河川水位上昇による護岸崩壊と、河川に隣接する道路の路肩崩壊が多数見られた。鹿蒜川と異なり、河岸天端は高いが、護岸は河岸天端まで設置されていない箇所がほとんどで、護岸は越水により崩壊したと推定される。護岸崩壊箇所は道路横断排水施設が合流している箇所が多く、土石流の影響を考慮する必要がある。土石流による道路への土砂流出があった。河岸浸食箇所も多数あった。合流する道路上部での斜面崩壊土砂が土石流となって 365 号に流出した箇所もあった。



図-1　現地踏査位置（国土地理院）

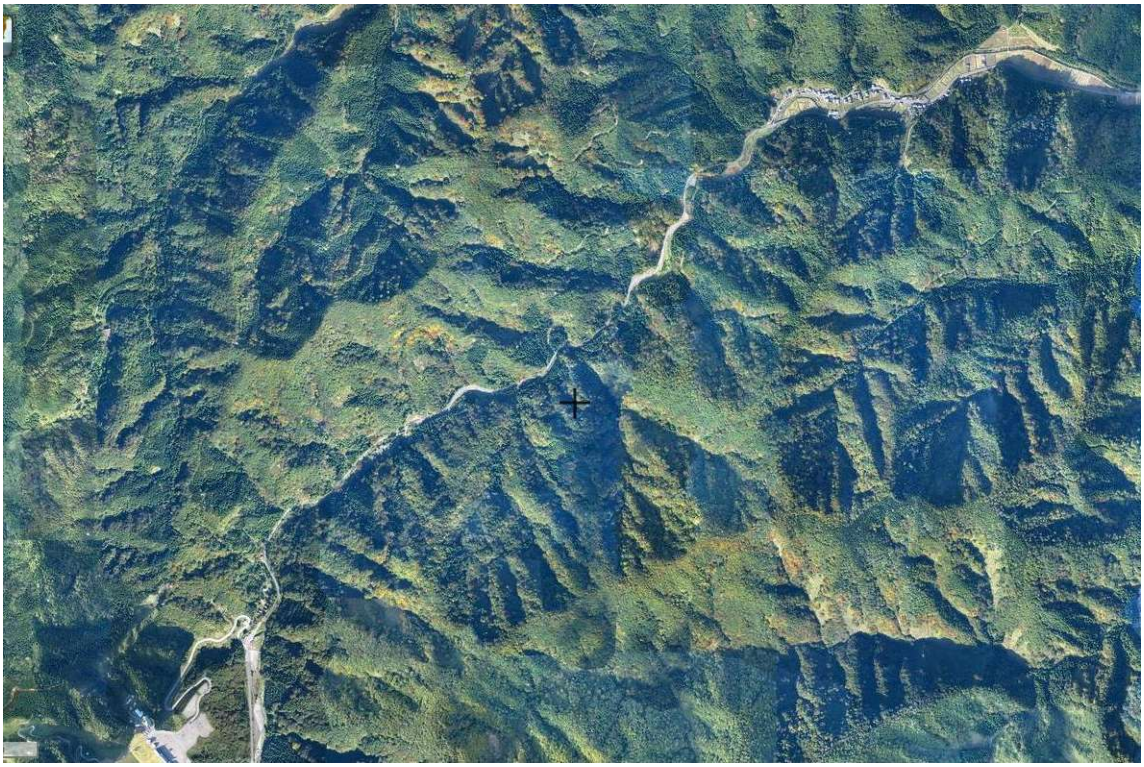


写真-1　現地踏査範囲の空中写真（国土地理院）

4.2 各箇所の被災状況

4.2.1　365 号（孫谷-板取）1：護岸新設工事個所

護岸新設工事箇所で施工中の大型護岸は被災していない。土砂仮置き場として利用されていた。右岸側での斜面崩壊があった（写真-2)。

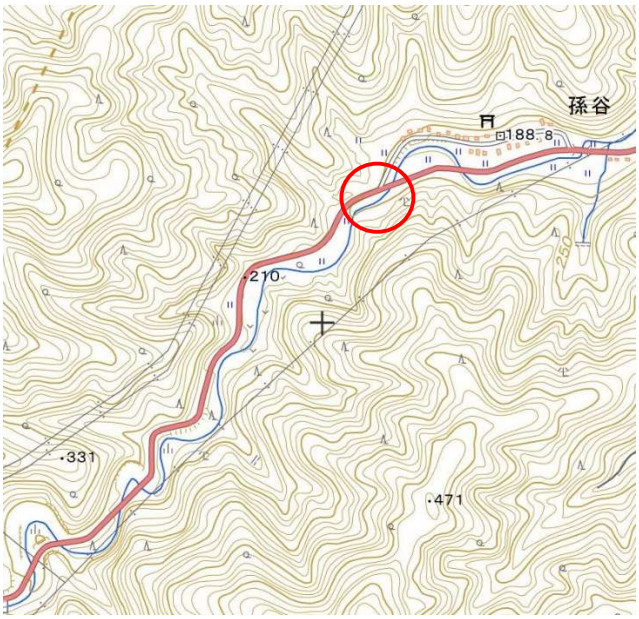


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 表層崩壊



写真-3 施工中の堰、護岸など



写真-4 施工中の堰、護岸など



写真-5 施工中の堰、護岸など（災害直後）

4.2.2　365 号（孫谷-板取）2：土砂流出

道路山側の沢から表土が土石流となって流出した。教訓：道路計画時には谷出口にポケットを設ける、または落石防護柵などの構造物を連続配置しておく。微弱な谷部でも近年のゲリラ豪雨によって表層の緩い土層が表流水とともに流出する可能性がある。対策工：土石流対策堰堤または谷止工。

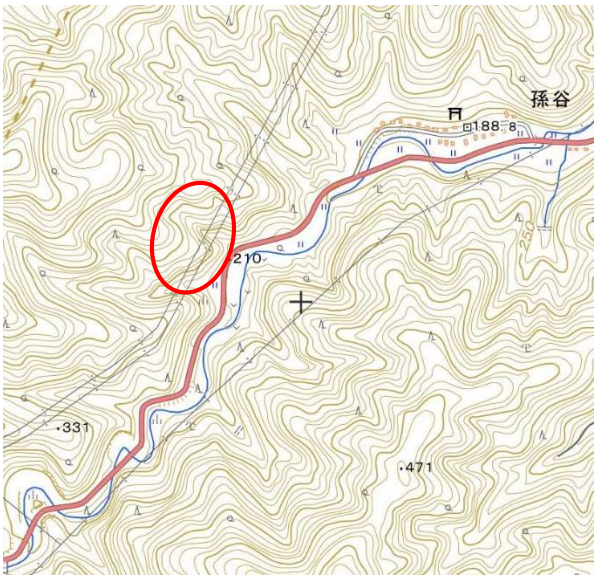


図-1　地形（国土地理院）

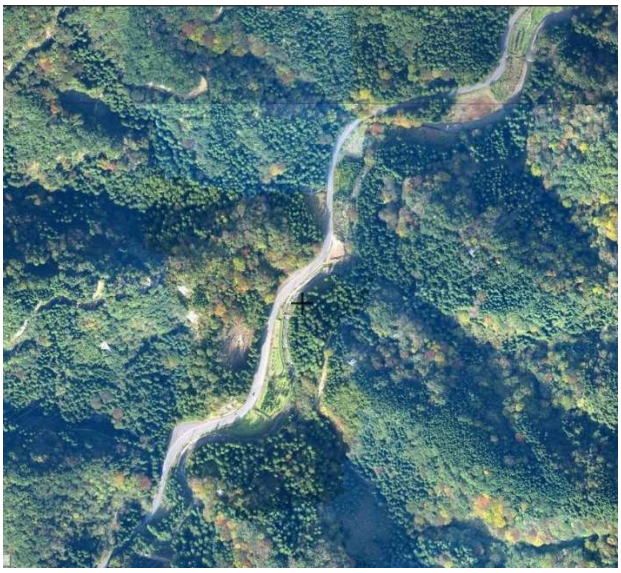


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂流出（災害直後）



写真-3 土砂流出

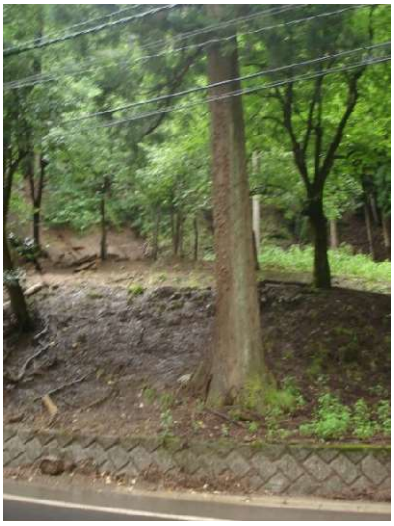


写真-4 土砂流出



写真-5 土砂流出



写真-6 流出土砂の撤去作業中

4.2.3　365 号（孫谷-板取）3：護岸損壊＋路肩崩壊

4.2.2 と近接している。1）4.2.2 の土石流による護岸の損壊、2）水衝部にあたり、河床洗堀による護岸の崩壊、3）護岸が河岸天端まで設置されていないため、護岸天端の越水による崩壊、の 3 つの可能性が考えられる。教訓：道路横断暗渠は詰まることを前提に考えて断面を大きくとる必要がある。路肩の越流対策（コンクリートまたはカゴなどによる保護）を考慮しておく。水衝部付近では護岸損壊防止の対策工が必要。対策工：土石流対策堰堤または谷止工。護岸の根固め工。大型ブロック積み護岸。



図-1　地形（国土地理院）

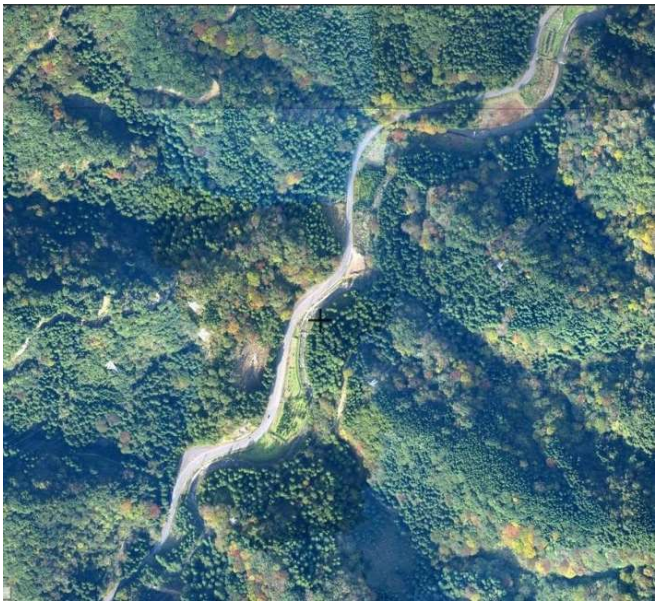


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 護岸損壊



写真-3 護岸損壊

4.2.4　365 号（孫谷-板取）4：護岸損壊＋路肩崩壊

1）被災箇所直下流に沢合流部があり、土石流が道路横断暗渠を閉塞した形跡があるため、その越流土砂・水の影響（写真-2、3）、2）水衝部にあたり、河床洗堀による護岸の崩壊、3）護岸が河岸天端まで設置されていないため、護岸天端の越水による崩壊、の 3 つの可能性が考えられる。教訓・対策工は 4.2.3 と同じ。

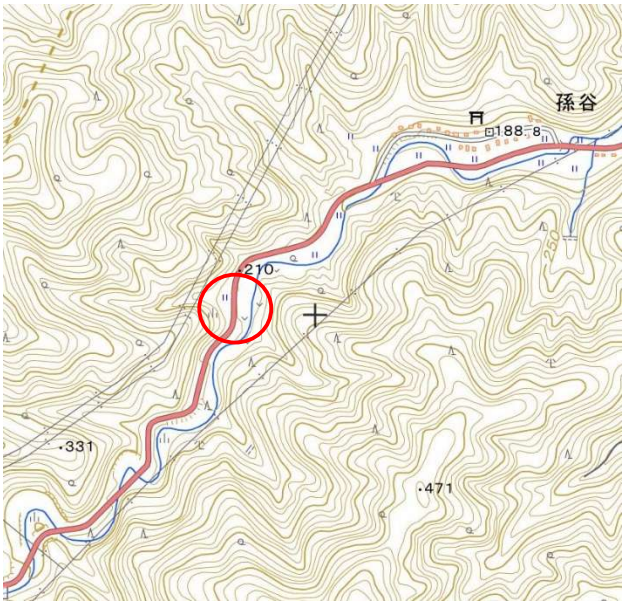


図-1　地形（国土地理院）

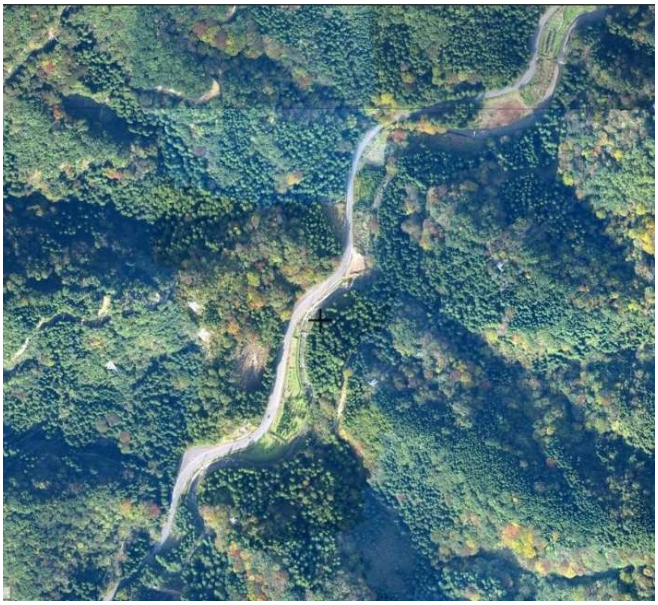


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-1 護岸損壊



写真-2 護岸損壊 下流部に流失排水管



写真-3 護岸損壊 左岸からの排水工



写真-4 上流部に倒木

4.2.5 365 号（孫谷-板取）5：護岸損壊＋路肩崩壊

水衝部側の河床洗堀または越水による護岸損壊。被災範囲の最下流に流出した人道橋の形跡があり、橋台に流木が引っかかっていることから、河積断面阻害の影響を受けた可能性がある。教訓：水衝部の対策強化が必要。対策工：護岸復旧、法面保護工。

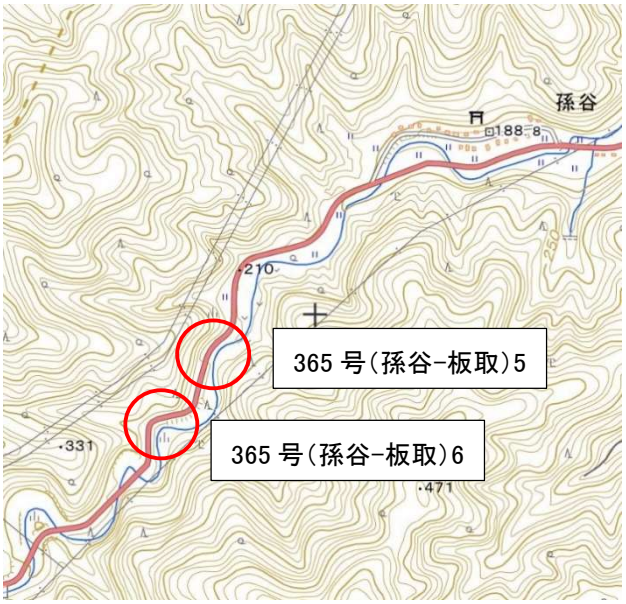


図-1　地形（国土地理院）

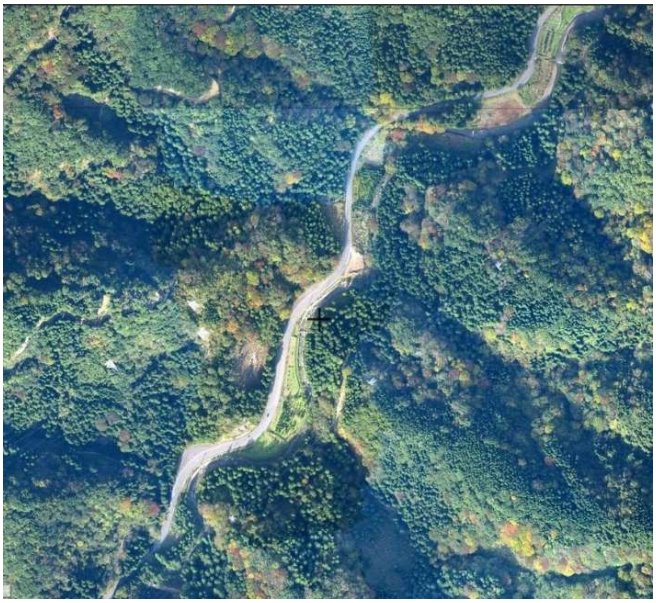


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 護岸損壊（福井県提供）



写真-3 護岸損壊（福井県提供）



写真-4 護岸損壊

4.2.6 365 号（孫谷-板取）6：護岸損壊＋路肩崩壊

1）被災箇所に沢合流部があり、横断暗渠を閉塞した形跡があるため、その越流土砂・水の影響（写真-7)、2）水衝部にあたり、河床洗堀による護岸の崩壊、3）護岸が河岸天端まで設置されていないため、護岸天端の越水による崩壊、の 3 つの可能性が考えられる。被災範囲の直上流対岸側に土石流堆積の形跡があるため、天然ダムのような状況を経て路側の斜面が被災した可能性がある。教訓：水衝部の対策強化が必要。自然渓流の土石流を全て止めることは難しいため、道路側の対策として護岸を高くするか法面部の表面保護などの対策を実施する。対策工：大型ブロック積み護岸、法面保護工。

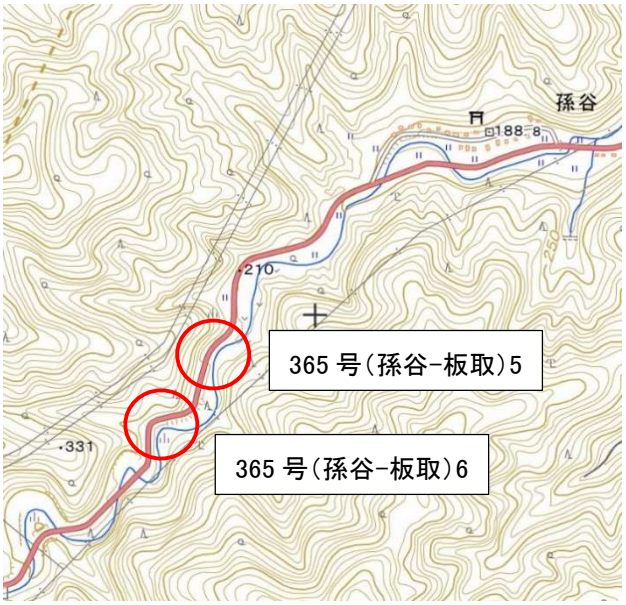


図-1　地形（国土地理院）

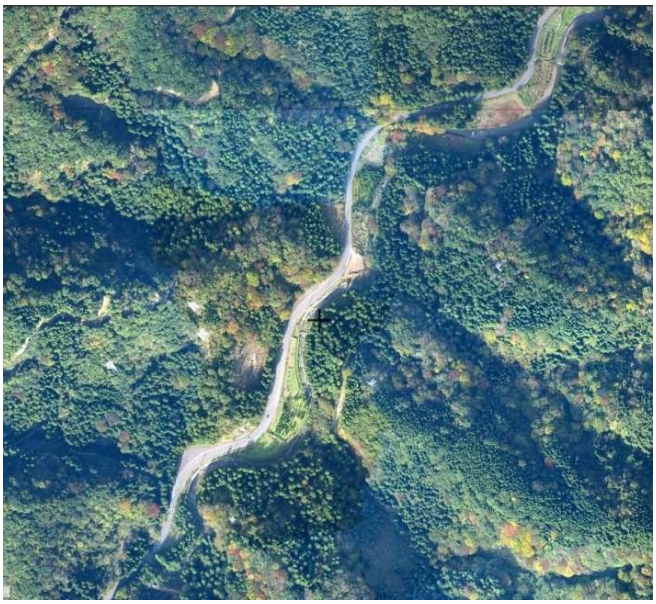


写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 護岸損壊（福井県提供）



写真-3 護岸損壊（福井県提供）



写真-4 上部が（孫谷-板取）6
手前が（孫谷-板取）5



写真-5 上部が（孫谷-板取）6 護岸の流失（写真左中段）
手前が（孫谷-板取）5



写真 6 流失した護岸

4.2.7 365 号（孫谷-板取）7：護岸損壊＋路肩崩壊

1）被災箇所に沢合流部があり、横断暗渠を閉塞した形跡があるため、その越流水の影響（写真-7)、2）水衝部にあたり、河床洗堀による護岸の崩壊、3）護岸が河岸天端まで設置されていないため、護岸天端の越水による崩壊、の 3 つの可能性が考えられる。左岸側の支川の合流部であり、水位の上昇によって河床洗堀及び護岸背面への浸透によって護岸が崩壊したと推定される。教訓・対策工は 4.2.6 と同じ。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 護岸損壊（福井県提供）



写真-3 護岸損壊（福井県提供）



写真-4 護岸損壊



写真-5 護岸損壊



写真-6 上流側　左岸側からの排水施設

4.2.8　365 号（孫谷-板取）8：河岸浸食

4.2.7 上流部で多数の河岸浸食があった。河川水位の上昇によって法尻部の土砂が流出し、河岸が浸食されたと推定される。水衝部側の河床洗堀による護岸基礎部の吸出しが生じた箇所もあった。教訓：今後も小規模な浸食は発生する可能性が高い。水衝部の対策強化が必要。対策工：根継工、根固工設置。

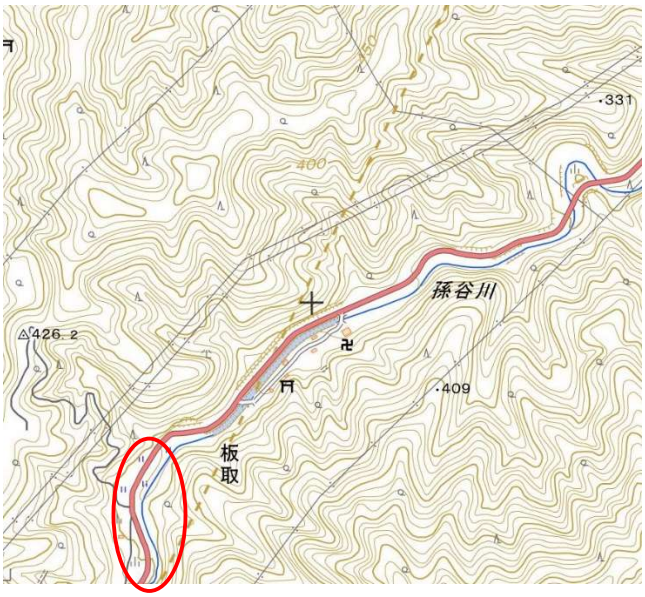


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 右岸での河岸浸食



写真-3 右岸での河岸浸食



写真-4 右岸での河岸浸食



写真-5 右岸での河岸浸食



写真-6 右岸での河岸浸食



写真-7 左岸での護岸損傷

4.2.9　365 号（孫谷-板取）9：土砂流出

スキー場連絡道路の数か所で発生した表層崩壊土砂が 365 号に流出した（写真-2～5）。写真-6～9 は連絡道路途中の発生源であり、さらに上部で土石流が発生して道路上を流下した。スキー場の駐車場から土砂と水が道路上を長距離にわたり移動し、周辺の小規模崩壊の土砂などを集積しながら流下した原因

として、路面水が斜面側へ流出しないように路面横断勾配などが工夫されていた可能性も考えられる。教訓：豪雨で路肩の小規模な崩壊が発生する可能性が高く、注意が必要である。対策工：擁壁工、法面保護工など。可能であれば路面を流下する水や土砂を安全な方向に逃がすようなスペースの確保。

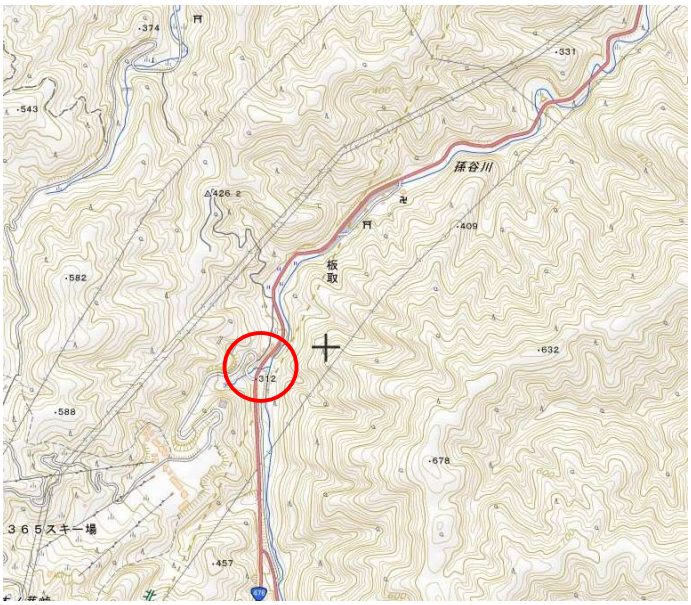


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂流出（災害直後）



写真-3 土砂流出（災害直後）



写真-4 土砂流出（災害直後）



写真-5 土砂流出痕



写真-6 表層崩壊位置



写真-7 写真-6 の表層崩壊①



写真-8 写真-6 の表層崩壊②

4.3 まとめ

1）護岸崩壊、路肩崩壊

この区間の 365 号は孫谷川の河岸沿いに設置されているため、護岸崩壊はそのまま路肩崩壊につながる箇所が多い。護岸崩壊の原因として、①道路反対側の山側からの土石流が道路上を流れて河岸を流下することによる路肩や護岸の損壊、②河川の水衝部にあたり、河床洗堀による護岸の崩壊、③護岸が河岸天端まで設置されていないため、護岸天端の越水による崩壊、の 3 つの可能性が挙げられる。ほとんどの護岸・路肩崩壊箇所では、道路反対側の斜面で土石流が発生しているか、あるいは、沢や支流からの道路横断排水施設が合流している。道路横断排水施設が合流している箇所では、土石流により排水施設が閉塞し、土石流が道路上を流れて河岸を流下した可能性がある。護岸崩壊の原因を特定することは困難であるが、上記の①～③の要因が重なった可能性もある。今後の対策としては、ⅰ）道路反対側の山側の土石流防止、ⅱ）道路横断排水施設の土石流による閉塞防止、ⅲ）護岸基礎部の強化、ⅳ）護岸を大型ブロックなどとして河岸天端まで設置する、などを検討する必要がある。

2）河岸浸食

水衝部や護岸が設置されていない箇所では多数の河床洗掘があった。河川の延長が長いため困難な課題ではあるが、護岸や根固めなどの対処を行っていく必要がある。

3）土砂流出

山側の集水地形個所や沢部の多くで土石流が発生したようである。4.2.9 の事例のように、合流する道路の高所で斜面崩壊が生じ、土石流化して 365 号に流出したケースもある。沢や渓流の数が多いため困難な課題ではあるが、砂防堰堤や防護柵などの土石流対策を進める必要がある。

第5章　国道 365 号（板取−県境）

5.1 現地踏査の範囲

図-1 に示す 365 号（板取－県境）1～8 の被災箇所で現地踏査を行った。被災箇所 365 号（板取－県境）1～5 の区間は平行する河川河床から道路面までの高さは数 m である。道路山側（東側）の斜面の沢や水路からの土石流により、河川側の路肩崩壊や護岸崩壊が多数発生した。被災箇所 365 号（板取－県境）7，8 は標高が高い位置にあり、道路山側（東側）の斜面の沢からやや大規模な土石流が発生して道路上を流れ、大規模な斜面崩壊を発生させた箇所もある。



図-1　現地踏査位置（国土地理院）

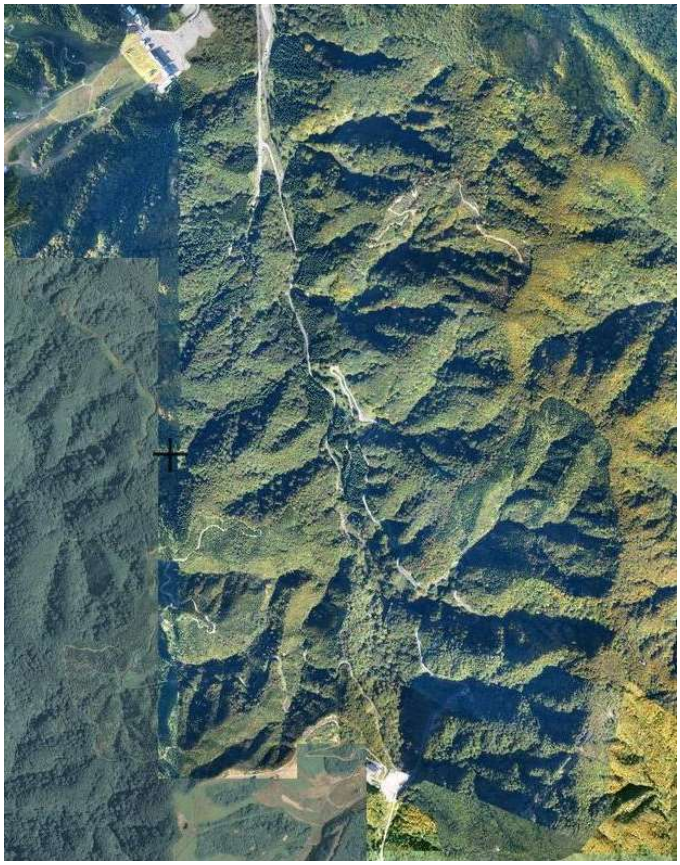


写真-1　現地踏査範囲の空中写真（国土地理院）

5.2 各箇所の被災状況

5.2.1　365 号（板取-県境）1：河床洗堀

左岸山側の沢からの土砂流出があるが（写真-2、3）、新設中や既設の大型ブロック積み護岸に損傷は見られない（写真-9）。取付け部の既設大型護岸には、水衝部側の河床洗堀による護岸基礎部の吸出しが見られた（写真-8）。左岸で河床洗堀が見られた（写真-6、7）。教訓：道路改良計画において改良区間で強固な対策が行われることが多いため、既設取付け部が相対的な弱部になりやすい。小規模な谷部でも土石流が発生する可能性がある。対策工：大型ブロック積み護岸による復旧。護岸の根入れ確保または根固工設置。土石流対策として砂防堰堤、谷止め工など。

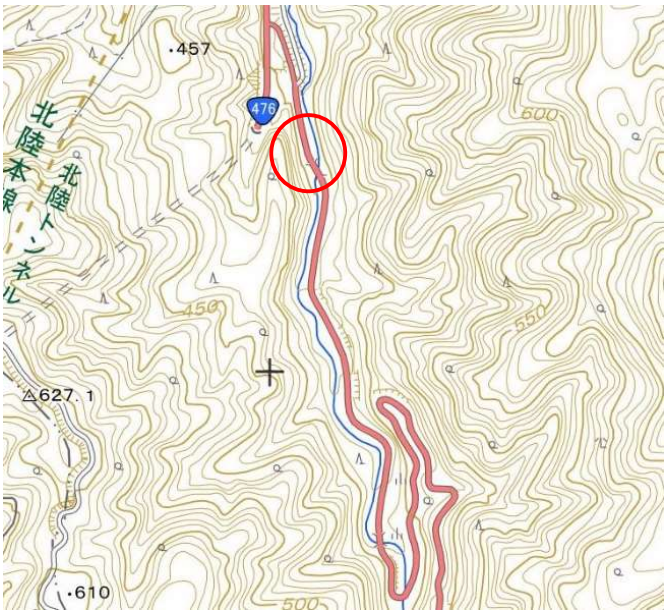


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 沢からの土砂流出



写真-3 沢からの土砂流出



写真-4 土砂堆積



写真-5 付近での表層崩壊



写真-6 左岸洗堀



写真-7 左岸洗堀



写真-8 既設大型ブロック積み護岸の基礎部洗堀調査



写真-9 既設大型ブロック積み護岸（損傷なし）

5.2.2 365 号（板取-県境）2：道路損壊

道路山側（右岸）の沢と水路からの土砂流出に伴う道路損壊である。流出土砂により道路横断排水路

は閉塞しており（写真-12)、流出土砂が道路上を横断して流れたようである。河川の水衝部であるため河床洗堀の影響も考えられる。沢部からの流出土砂が河道を埋塞した可能性もある。河川の増水と土石流の合流で河川水位が上昇して越流・滞水し、地盤を緩めて路肩を損壊させた可能性も考えられる。教訓：道路横断暗渠の断面を大きくとる必要がある。暗渠は詰まることを前提に考え、路肩の越流対策（コンクリートまたはカゴなどによる保護）を考慮しておく。水衝部には根固め工及び護岸の設置が望ましい。対策工：路側擁壁（兼用護岸)、根固め工。谷止工。

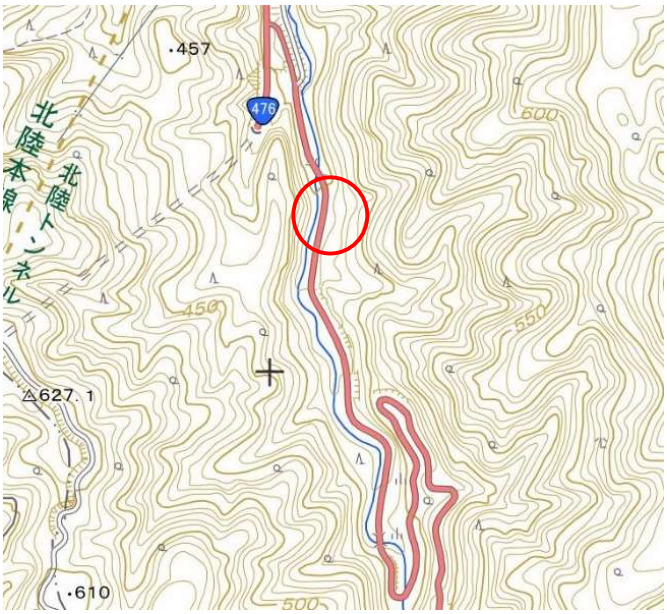


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 道路損壊（福井県提供）



写真-3 道路損壊（福井県提供）



写真-4 右岸沢からの土砂流出



写真-5 右岸水路からの土砂流出



写真-6 水路に隣接する沢部からの流出なし



写真-7 沢、水路からの流出土砂



写真-8 道路損壊



写真-9 道路損壊



写真-10 道路損壊



写真-11 道路損壊



写真-12 道路横断排水路の閉塞

5.2.3 365 号（板取-県境）3：護岸崩壊

水衝部における空石積み護岸の損壊。背面吸出しまたは河床洗堀によると推察される。教訓：道路の兼用護岸部で空石積み護岸となっている箇所は要対策と考えられる。対策工：ブロック積みまたは練石積み護岸による復旧。護岸の根入れ確保または根固工設置。

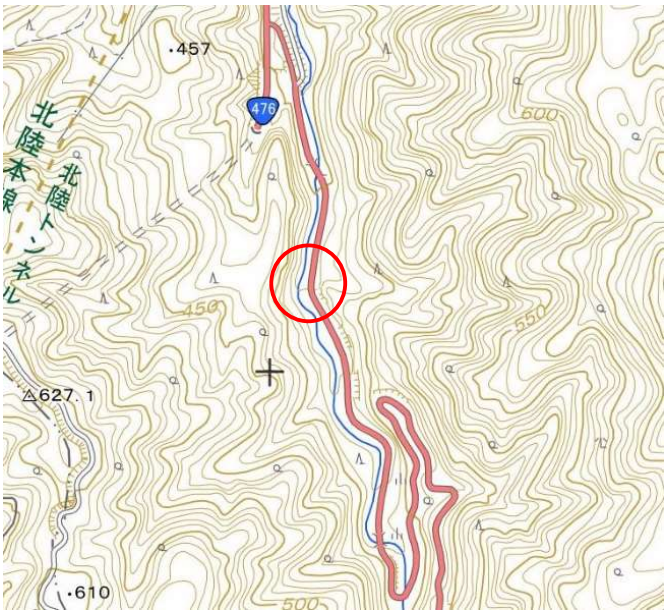


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 護岸崩壊（福井県提供）



写真-3 護岸崩壊



写真-4 護岸崩壊



写真-5 付近の表層崩壊（擁壁損傷なし）



写真-6 付近の表層崩壊（擁壁損傷なし）

5.2.4　365 号（板取-県境）4：道路損壊

道路右岸山側の沢からの流水と河川水衝部の洗堀の影響による道路損壊と推定される。河床の土砂堆積が顕著であるため、支渓からの土石流発生が原因になった可能性もある。河川の増水と土石流の合流で河川水位が上昇して越流・滞水し、地盤を緩めて路肩を損壊させた可能性も考えられる。教訓は 5.2.2 と同じ。対策工：路側擁壁（兼用護岸）や谷止工などの整備。河川の土砂流出が多いので、砂防堰堤などの抜本対策が求められる。

この付近で、右岸の別の沢からの流出土砂や表層崩壊土砂があった（写真-9～11）。

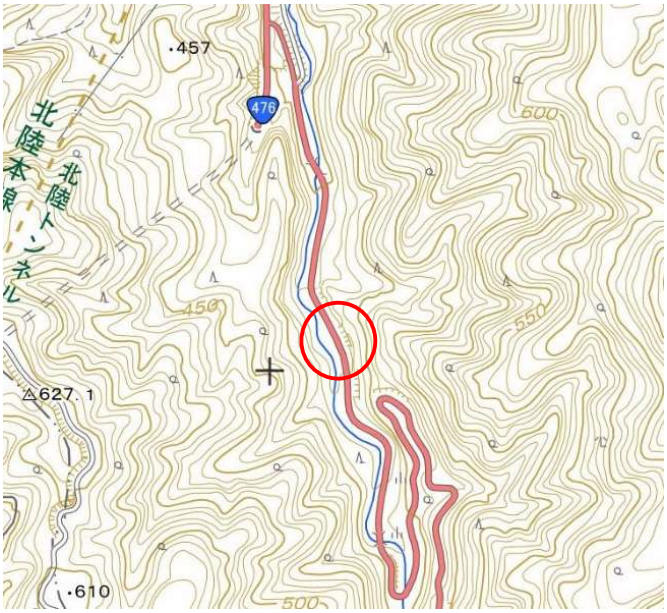


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-1 道路損壊（福井県提供）



写真-2 道路損壊（福井県提供）



写真-3 沢部の状況



写真-4 沢部の状況と道路損壊



写真-5 沢部の状況



写真-6 沢部の状況



写真-7 道路損壊



写真-8 道路損壊



写真-9 付近での表層崩壊



写真-10 写真-9 による堆積土砂



写真-11 付近の沢からの土砂流出

5.2.5 365 号（板取-県境）5：護岸崩壊

河川水位上昇による水衝部の河床洗堀と路面排水の影響による護岸損壊である。教訓：カーブの外側など路面排水の流出が懸念される場所にはアスカーブの設置が求められる。対策工：路側擁壁（兼用護

岸)。アスカーブ。

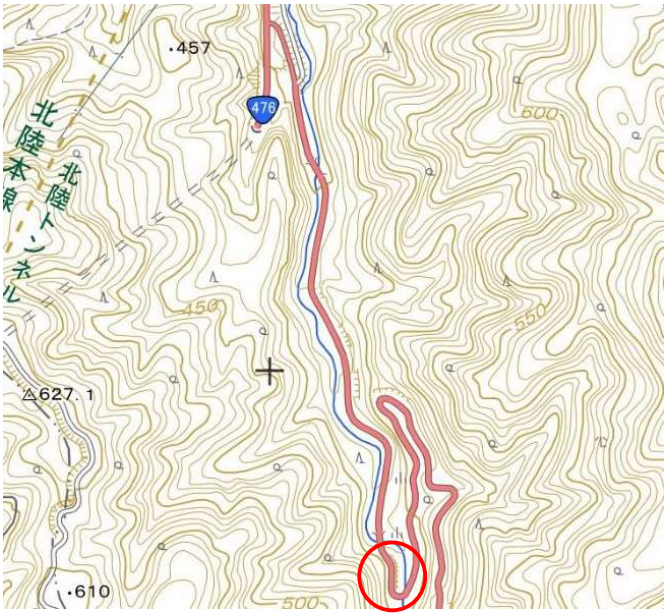


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 護岸崩壊（福井県提供）



写真-3 護岸崩壊（福井県提供）



写真-4 護岸崩壊



写真-5 護岸崩壊



写真-6 護岸崩壊



写真-7 護岸崩壊

5.2.6　365 号（板取-県境）6：5.2.5～5.2.7 の間の状況

沢からの土砂流出や小規模な土石流が多数見られる。場所によって擁壁基礎部の土砂が流出している。教訓：この区間は今回の豪雨でこの程度の被害であれば、問題は小さいと考えられる。対策工：谷止工、大型の集水桝など。

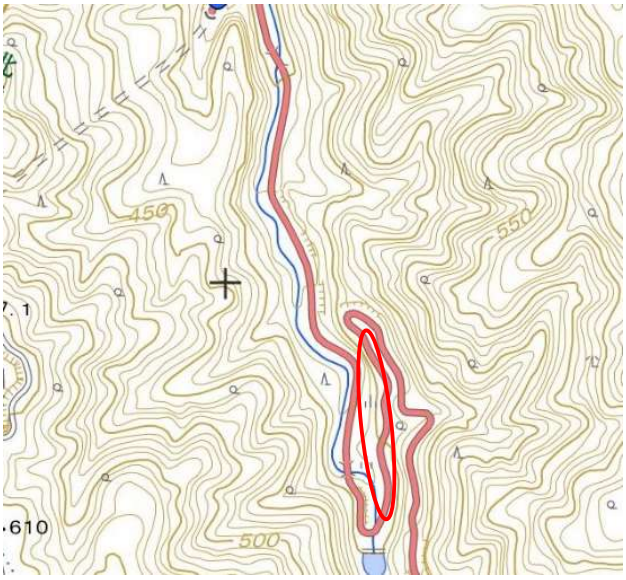


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 沢部



写真-3 沢からの土砂流出



写真-4 沢からの土砂流出



写真-5 沢からの土砂流出



写真-6 沢からの土砂流出



写真-7 沢からの土砂流出



写真-8 沢からの土砂流出



写真-9 沢からの土砂流出



写真-10 沢からの土砂流出



写真-11 沢からの土砂流出

5.2.7　365 号（板取-県境）7：土砂流出

沢からのやや大規模な土砂流出があるが、谷側のブロック積み擁壁は崩壊していない（写真-4､5)。道路横断暗渠排水管が埋塞し、表流水と土砂が道路上に流出している。教訓：流出土砂量が多いのに大規模な被災に至っていないのは、路側のブロック積み擁壁（岩着と見られる）があり、盛土法面などの土羽斜面がないためと考えられる（越流しても浸食されにくい構造であった)。暗渠排水があっても処理能力を超過した場合や埋塞した場合は土石流となって流出する可能性がある。対策工：谷止工。

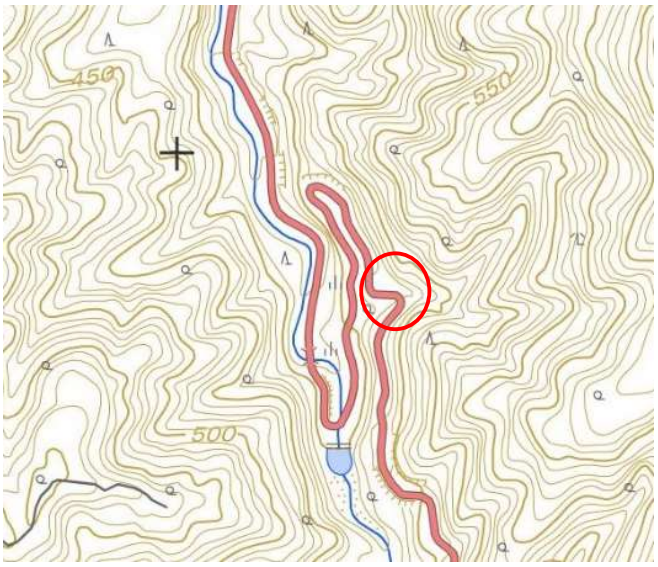


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂流出発生の沢



写真-3 土砂流出発生箇所付近



写真-4 土砂流出発生箇所付近



写真-5 流出土砂の堆積（排水路閉塞？）



写真-6 土砂流出箇所から下流への土砂の流れ



写真-7 下流での土砂堆積

5.2.8　365 号（板取-県境）8：道路損壊

沢からのやや大規模な土砂流出により道路谷側のかご枠工が崩壊し、大規模な斜面崩壊が発生した。表流水と土砂が道路上を流下し、かご枠工の基礎部底面の土砂を流出させて不安定化させたと推定される（写真-7､8）。道路横断排水管（写真-14）は土石流により閉塞したとみられる。教訓：かご枠工上部に盛土の土羽斜面があり、かご枠工の基礎地盤も土砂からなるように見られる。このような場所で越流すると被災しやすい。対策工：法枠工などによる路側擁壁の復旧。谷止工。道路横断排水管断面の拡大。

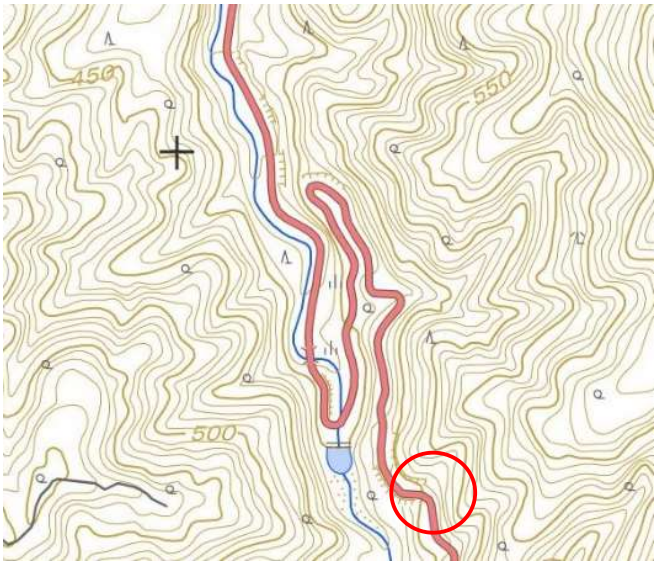


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 道路損壊直後（福井県提供）



写真-3 沢からの土砂流出



写真-4 沢からの土砂流出



写真-5 沢からの土砂流出（排水管閉塞）



写真-6 沢からの土砂流出



写真-7 崩壊斜面右側上部（カゴ枠工）



写真-8 崩壊斜面右側上部（カゴ枠工）



写真-9 崩壊斜面右側中段



写真-10 崩壊斜面右側下段



写真-11 崩壊斜面左側上段



写真-12 崩壊斜面左側中段



写真-13 崩壊斜面の底部



写真-14 崩壊斜面と排水管

5.3 まとめ

1）路肩崩壊

①被災箇所 365 号（板取－県境）1～5 の区間

平行する河川河床から道路面までの高さは数 m である。路肩崩壊が発生した場所のほとんどで、道路山側（東側）の斜面の沢や水路からの土石流が見られた。流出土砂により道路横断排水施設は閉塞しており、流出土砂が道路上を横断して流れて、河川側の路肩崩壊や護岸崩壊が多数発生した。路肩崩壊が発生した場所のほとんどは河川の水衝部であるため河床洗堀の影響も考えられる。沢部からの流出土砂が河道を埋塞して、河川水位をさらに上昇させて越流が生じた可能性もある。河川の増水と土石流の合流で河川水位が上昇して越流・滞水し、地盤を緩めて路肩を損壊させた可能性も考えられる。

②被災箇所 365 号（板取－県境）7，8

標高が高い位置にあり、道路山側（東側）の斜面の沢からやや大規模な土石流が発生して道路上を流れている。道路横断排水施設は流出土砂により閉塞している。道路谷側に擁壁がある箇所では崩壊がおきていないが、土砂の流下に弱い法面構造物の箇所では、大規模な斜面崩壊が発生した。

①、②ともに、豪雨により土石流の恐れがある箇所では、道路横断排水施設の閉塞防止対策、道路谷側の護岸や法面構造物を土砂流下に強い構造とする必要がある。

2）護岸

河川水位上昇による水衝部の河床洗堀と路面排水の影響による護岸損壊が生じた箇所があった。水衝部での護岸基礎の強化と路面排水処理施設が必要である。

3）小規模土石流

大規模な被災には至らなくても、小さい沢部などから土砂が流出した箇所が多数見られた。降雨表流水の処理や、道路への土砂流出防止施設を検討する必要がある。この区間で擁壁構造物が多数あったが、被災した箇所は見られなかった。

第6章 しおかぜライン

6.1 現地踏査の範囲

図-1 に示すしおかぜライン 1～8 の被災箇所で現地踏査を行った。しおかぜラインは急峻な斜面下を海岸に沿って設置された道路である。被災形態は、1）沢や水路からの土石流の道路流出、2）斜面の表層崩壊土砂が道路に流出、の 2 つに分けられる。



図-1　現地踏査位置（国土地理院）



写真-1　現地踏査範囲の空中写真（国土地理院）

6.2 各箇所の被災状況

6.2.1　しおかぜライン 1：土砂流出

東西方向に延びる谷筋に多量の表流水が集中し、土石流となって流出したと推定される。被災個所上部に道路があり（写真-2､4)、降雨表流水が谷筋に集中した可能性がある。教訓：集水地形と排水経路に注意が必要である。土砂流出による道路の被災を防止するためには、砂防堰堤や谷止工の整備が必要である。橋梁や大断面 BOX 等で道路に影響しない対策も考えられる。被災履歴に関わらず、全ての沢・谷部で土石流が発生する可能性がある。対策工：砂防堰堤、谷止工、橋梁、大断面 BOX。

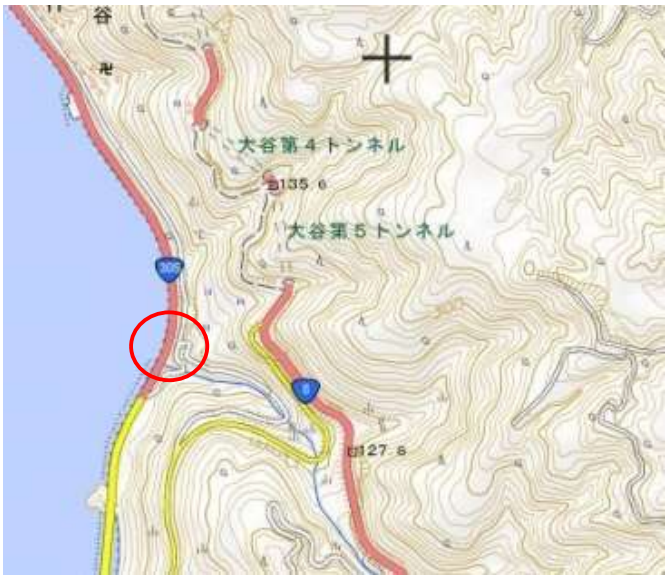


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 被災直後（福井県提供）



写真-3 被災直後（福井県提供）



写真-4 排水路（上部に道路）



写真-5 排水路



写真-6 排水路



写真-7 海岸の流出土砂

6.2.2　しおかぜライン２：土砂流出

東西方向の小規模河川（排水路）が多量の雨水流入により許容量を超過し、表層の土を巻き込んで土石流となった推定される（民家と道路が被災）。教訓：土砂流出による民家等の被災を防止するためには、砂防堰堤または谷止工の整備が必要。対策工：砂防堰堤、谷止め工。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 災害直後（福井県提供）



写真-3 災害直後（福井県提供）



写真-4 朝日放送テレビヘリ撮影（8/5 10:28）



写真-5 排水路



写真-6 排水路



写真-7 海岸の流出土砂

6.2.3 しおかぜライン 3：土砂流出

急斜面上に堆積する崖錐堆積物が多量の雨水によって流出・表層崩壊したと推定される。教訓：土砂流出による道路の被災を防止するためには、砂防堰堤または谷止工の整備が必要である。渓流が道路よ

り高いため土石流覆工なども考えられる。しおかぜラインに隣接する法面は全線において崖錐堆積物が緩く堆積しており、今後も同様の災害が発生する可能性が高い。対策工：砂防堰堤、谷止工。土石流覆工など。のり面保護工、待ち受け式の擁壁など。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 災害直後（福井県提供）



写真-3 災害直後（福井県提供）



写真-4 排水路



写真-5 排水路



写真-6 排水路

6.2.4　しおかぜライン 4：表層崩壊と土砂流出

6.2.3 の隣接斜面である。急斜面上に堆積する崖錐堆積物が多量の雨水によって流出・表層崩壊したと推定される。教訓：当該箇所と別位置の写真-5 にも示すように、しおかぜラインに隣接する法面は全線において崖錐堆積物が緩く堆積しており、今後も同様の災害が発生する可能性が高い。対策工：法面保護工、待ち受け式の擁壁。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 災害直後（福井県提供）



写真-3 災害直後（福井県提供）



写真-4 災害直後（福井県提供）



写真-5 別の箇所の状況（福井県提供）



写真-6 表層崩壊



写真-7 表層崩壊



写真-8 表層崩壊



写真-9 表層崩壊



写真-10 表層崩壊



写真-11 表層崩壊

6.2.5　しおかぜライン 5：土砂流出（国道 8 号の斜面崩落の下部）

北東－南西方向の谷筋の流末に砂防堰堤（コーケンブロック積み堰堤）が設置されていたが、土石流がそれを乗り越えて道路へ到達した。堰堤を乗り越えた土砂と水路周辺の土砂が道路に流出した。国道 8 号で発生した法面崩壊の土砂が谷筋を流下した箇所である（第 7 章 7.2.1 参照）。砂防堰堤自体の変状は見られず、布製型枠による堰堤下流側の保護も効果的であり、一定の土砂捕捉効果はあった。教訓：対策施設が存在する場合でも、許容量を超える場合には被災が生じる可能性があり、適切な管理と対策工の追加が必要となる。対策工：砂防堰堤、谷止工。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）

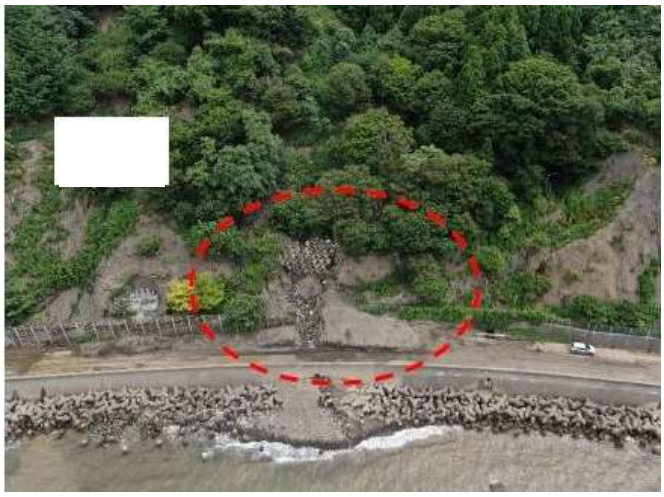


写真-2 災害直後（福井県提供）



写真-3 災害直後（福井県提供）



写真-4 土砂流出



写真-5 土砂流出



写真-6 水路周辺の土砂流出

6.2.6　しおかぜライン 6：表層崩壊と土砂流出

急斜面上に堆積する崖錐堆積物が多量の雨水によって流出・表層崩壊したと推定される。被災直後の土砂堆積状況を見ると大部分は斜面上方からもたらされたように見受けられる（写真-2,3)。教訓：しおかぜラインに隣接する法面は全線において崖錐堆積物が緩く堆積しており、今後も同様の災害が発生する可能性が高い。対策工：法面保護工、待ち受け式の擁壁、土石流覆工など。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 災害直後（福井県提供）



写真-3 災害直後（福井県提供）



写真-4 斜面崩壊



写真-5 斜面崩壊



写真-6 斜面崩壊



写真-7 斜面崩壊

6.2.7　しおかぜライン 7：表層崩壊と土砂流出

6.2.6 とほぼ同じ被災である。既設落石防護柵の効果は、ある程度見られる。対策工：土石流覆工、崩壊土砂防護擁壁・柵など。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 災害直後（福井県提供）



写真-3 災害直後（福井県提供）



写真-4 斜面崩壊



写真-5 斜面崩壊



写真-6 斜面崩壊



写真-7 斜面崩壊



写真-8 斜面崩壊

6.2.8　しおかぜライン 8：表層崩壊と土砂流出

吹付上部の自然斜面に存在する微弱な谷部に表流水が集中し、土石流が吹付面上部を流下したと推定される。6.2.6 とほぼ同様の被災形態である。既設落石防護柵の一定の効果はあったと見られる。教訓：被災履歴に関わらず、全ての沢部・谷部で土石流が発生する可能性がある。対策工：土石流覆工、崩壊土砂防護擁壁・柵、谷止めなど。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 災害直後（福井県提供）



写真-3 災害直後（福井県提供）



写真-4 土砂流出



写真-5 土砂流出



写真-6 土砂流出



写真-7 土砂流出



写真-8 土砂流出



写真-9 隣接斜面崩壊



写真-10 隣接斜面崩壊

6.3 まとめ

1）沢・水路からの土石流

既設水路に多量の表流水が集中し、水路の容量を超えて水路上部の土砂を洗堀し、土石流となって道路に流出したケースが多い（6.2.1～6.2.3）。集水地形と排水経路に注意が必要である。土砂流出による

道路の被災を防止するためには、砂防堰堤や谷止工の整備が必要である。被災履歴に関わらず、全ての沢・谷部で土石流が発生する可能性がある。国道 8 号としおかぜラインは長い区間で上下に平行する位置関係にあり、それぞれの道路管理者の連携に基づく対策や管理が必要である。

2）表層崩壊

急斜面上に堆積する崖錐堆積物が多量の雨水によって流出・表層崩壊して道路に流出したケースが多い（6.2.4、6.2.6～6.2.8）。しおかぜラインに隣接する斜面には全線において崖錐堆積物が緩く堆積しており、今後も同様の災害が発生する可能性が高い。法面保護工、待ち受け式の擁壁、土石流覆工などの対策が必要である。

第 7 章　国道 8 号

7.1 概要

被災箇所を図-1 に示す。No.1 は海側の道路法肩の斜面崩落である。No.2～6 は沢や小河川で発生した土石流土砂の道路流出である。調査団メンバーの内の 2 名が近畿地方整備局道路防災ドクターとして、8 月 6 日に現地踏査を行い、一般通行開放などに関する助言を行った。



図-1　被災位置（国土地理院）



写真-1　被災位置の空中写真（国土地理院）

7.2 各箇所の被災状況

7.2.1　大谷第 1 トンネル敦賀側法面：路肩損壊

法面対策工が施工されていなかった海側の道路法肩部分に、道路表面を流下した降雨表流が集中して流れて斜面崩落が発生した。崩落土砂は沢部を流下して下部のしおかぜラインまで到達した。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 全景：福井河川国道 Twitter（8/6）



写真-3 福井側崩落面：福井河川国道 Twitter（8/6）



写真-4 福井側崩落面の拡大：福井河川国道



写真-5 敦賀側崩落面：福井河川国道 Twitter（8/12）

7.2.2　大谷第 2 トンネル北側：土砂流出

図-1 に示す凹地形（集水地形）から表層崩壊による土石流が発生し、一部の土砂は既設防護柵の背後に堆積したが、一部の土砂が防護柵を超えて道路に流出した。防護柵に大きな損傷は見られない。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂流出：福井河川国道



写真-3 土砂流出：福井河川国道

7.2.3　大谷第 2 トンネル福井側坑口：土砂流出

図-1 に示す沢部で土石流が発生し、防護柵がなかった個所から土砂が道路に流出した。取水施設設置のために、この個所は防護柵が設置されていなかった（写真-3）。周辺の防護柵や擁壁に損傷はほとんどなかった。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂流出：福井河川国道



写真-3 土砂流出：福井河川国道



写真-4 土砂流出箇所：福井河川国道 Twitter（8/7）

7.2.4　大谷第 2 トンネル敦賀側坑口：土砂流出

図-1 に示す 2 つの沢からの土石流による大量の土砂が道路に流出した。この箇所にはガードレールがあったが、防護柵はなかった。



図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂流出（テレ朝 news 8/5、視聴者 8：30 頃）



写真-3 土砂流出（福井テレビ 8/5、視聴者）



写真-4 土砂流出：福井河川国道



写真-5 土砂流出：福井河川国道

7.2.5　大谷第 5 トンネル敦賀側坑口：土砂流出

図-1 に示す沢からの土石流による大量の土砂が道路に流出した。この箇所にはリングネットが設置されていたが、その背後が満砂状態になり、溢れた土砂が道路に流出した。防護柵はなかった。

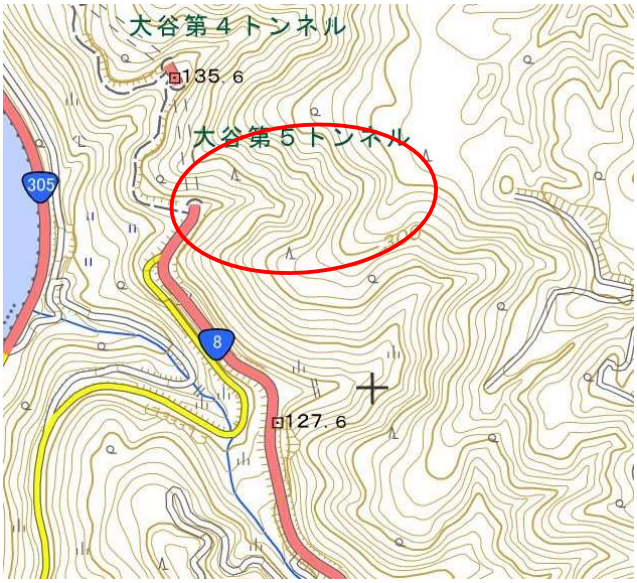


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂流出：テレ朝 news 8/5



写真-3 土砂流出：ABEMA NEWS 視聴者(8/5 8:30 頃)



写真-4 土砂流出：福井河川国道



写真-5 土砂流出：福井河川国道

7.2.6　敦賀トンネル福井側坑口：土砂流出

図-1 に示す小河川（既設砂防ダム 4 基）で発生した土石流による土砂が道路に流出した。被災箇所は小河川の橋梁部となっており、土石流土砂で橋梁下部が閉塞し、極めて大量の土砂が橋梁上や橋梁の上下流部に堆積した。橋梁部のため、防護柵などはなかった。橋梁の損傷はなかった。

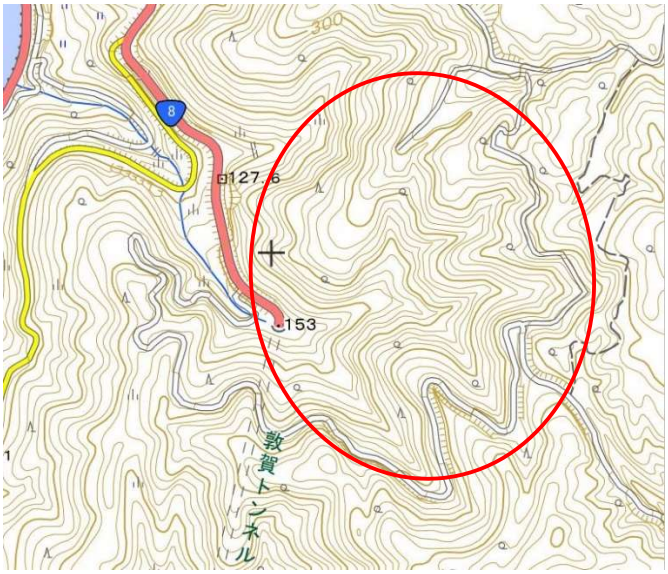


図-1　地形（国土地理院）



写真-1　空中写真（国土地理院）



写真-2 土砂流出：マスコミ資料



写真-3 土砂流出：テレ朝 news　8/5



写真-4 土砂流出：福井河川国道



写真-5 土砂流出：福井河川国道



写真-6 土砂撤去作業 福井河川国道 Twitter 8/5



写真-7 土砂撤去作業 福井河川国道 Twitter 8/5



写真-8 土砂撤去作業後 福井河川国道 Twitter 8/5

7.3 まとめ

1） 斜面崩落

道路上の降雨表流水が路肩や法面に集中して流れないような対処が必要である。

2） 土砂流出

総雨量が 400mm を超す降雨で、多数の沢や小河川で土石流が発生した。沢などに堆積していた土砂が数 10 年か数 100 年間隔の豪雨で流出した可能性が高いようである。防護柵や土石流対策のリングネットなどは、ある程度の効果を発揮したが、想定以上の流出土砂量には対応できなかった。特に、トンネル坑口付近で、道路管理上の理由などで防護柵を設置できなかった無対策の箇所では、道路への流出土砂量が多くなった。用地の制約などで土石流の発生源対策の実施は困難なので、できるだけ切れ目のない堅固な防護柵などの土石流対策構造物の設置を検討する必要がある。道路が小河川を横断する箇所では特に十分な土石流対策が必要である。国道 8 号としおかぜラインは長い区間で上下に平行する位置関係にあり、それぞれの道路管理者の連携に基づく対策や管理が必要である。

7.4 北陸自動車道

北陸自動車道上り線と下り線の敦賀トンネル敦賀側坑口で大きな被害が発生した。安全上の理由で調査団の現地踏査の了解が得られなかったため、インターネットで公開されている写真のみを示す。

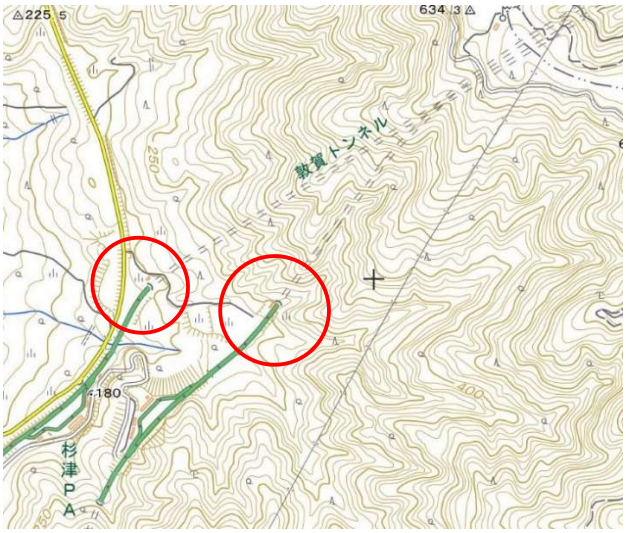


図-1 地形（国土地理院）

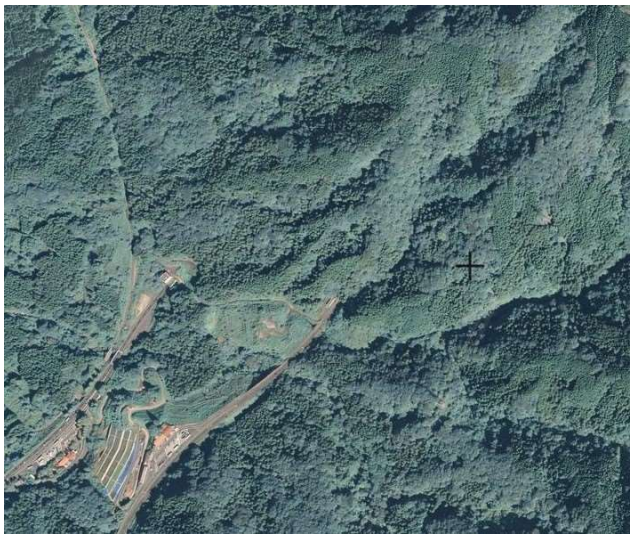


写真-1 空中写真（国土地理院）



写真-2 上り線 敦賀側坑口付近

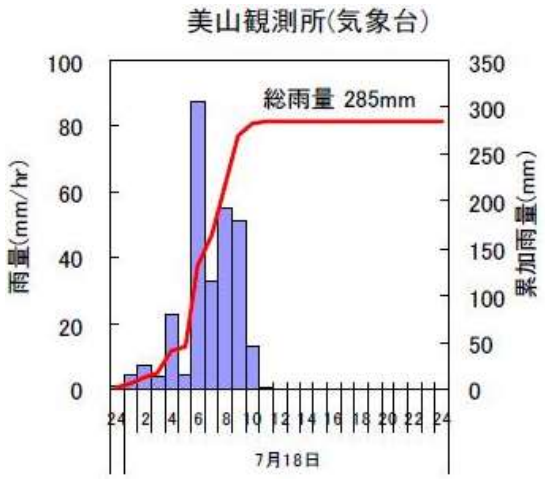


写真-3 下り線 敦賀側坑口付近

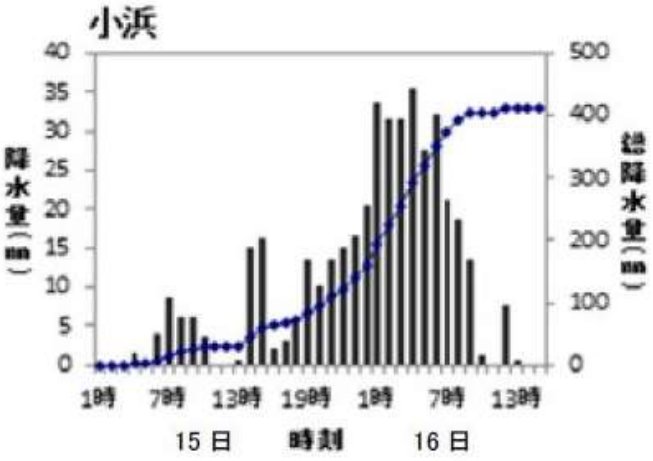
第 8 章　全体のまとめ

１．降雨特性と被災の特徴

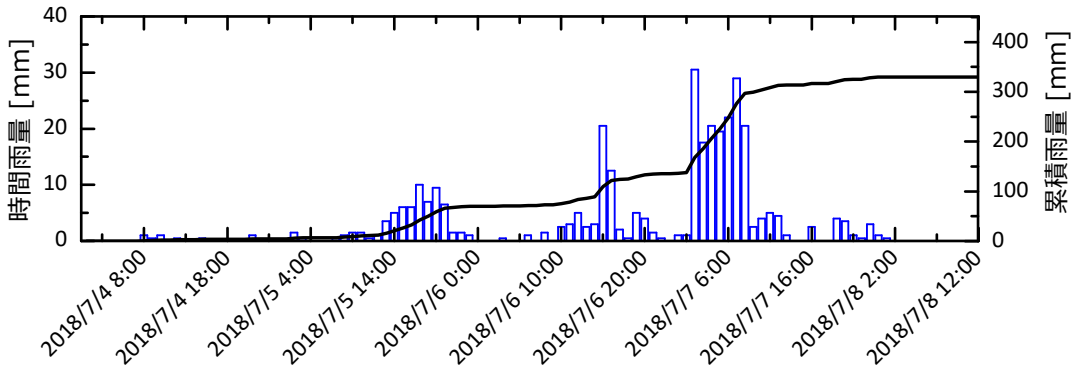
福井県で近年に発生した豪雨災害における代表的な地点の降雨記録を図-1 に、被災の特徴を表-1 に示す。今回の災害は、途中に数時間の無降雨状態があるものの総雨量は 30 時間で 400mm を超えた地点もあり、過去の豪雨災害の中では平成 25 年台風 18 号災害に近い。平成 25 年台風 18 号災害では沢部での多数の大規模な土石流発生が特徴の 1 つであったが、今回の災害でも沢部で極めて多数の土石流が発生している。平成 16 年福井豪雨でも多数の土石流が発生している。平成 25 年台風 18 号災害では切土斜面、自然斜面で多数の斜面崩壊が発生したが、今回の災害では平地部に近い場所での切土斜面、自然斜面の崩壊はあまり見られなかった（山地部の林道などでは多数の斜面崩壊が発生した可能性がある）。総降雨量の多さによるものであろうが、今回の災害では、河川の越流による被害が顕著であった。今回の災害では、道路山側からの土石流が谷側に流れた路肩崩壊、河川の越流や護岸損壊による道路路肩崩壊が顕著に見られた。被災地域の地形や河川形状などを考慮したうえで、降雨特性と被災の特徴について、今後検討していく必要がある。



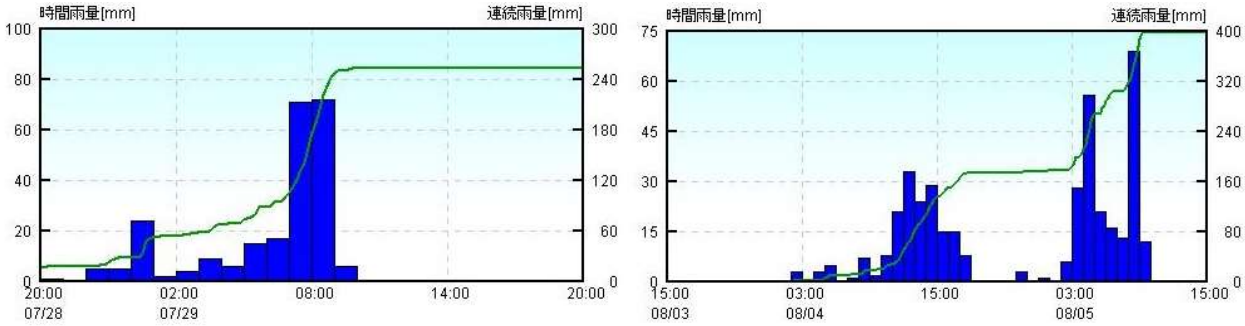
a）平成 16 年福井豪雨-嶺北



b）平成 25 年台風 18 号-嶺南



c）平成30年嶺北-西部（越廼）



d）令和3年嶺北-西部（上糸生）　　e）令和4年嶺北-南部（南越前町 今庄（気））

図-1　過去の豪雨災害の降雨記録

表-1　過去の災害の被災特性の比較

	斜面崩壊	土石流	河川被害
平成 16 年福井豪雨-嶺北	自然斜面・切土斜面で多数発生。路肩損壊	多数の沢部で発生	堤防決壊 越流・洗掘による護岸損壊
平成 25 年台風 18 号-嶺南	切土斜面・自然斜面で多数発生	多数の沢部で発生	洗掘による護岸損壊
平成 30 年嶺北-西部	切土斜面・自然斜面で多数発生		洗掘による護岸損壊
令和 3 年嶺北-西部	切土斜面・自然斜面で一部発生。路肩損壊		洗掘による護岸損壊
令和 4 年嶺北-南部	路肩損壊多数	多数の沢部で発生	越流・洗掘による護岸損壊。橋梁損壊

２．被災項目

重複する部分が多いが、被災種類別に各区域の特徴を以下にまとめる。

1）土石流

①鹿蒜川：河川周辺では 2 個所のみ確認したが、南側の山地では多数の土石流が発生している。

②今庄杉津線：沢部からの土石流や流水が道路上を横断して谷側に流れて路肩崩壊を発生させたケースが多かった。土石流が道路横断排水管を閉塞し、道路上を流れる土砂量を増大させたケースもある。渓流部で発生した土石流が橋梁下部を閉塞して道路上に土砂を堆積させたケースもがある。橋梁箇所では流木による河川の閉塞や水位上昇の可能性もある。

③365 号（孫谷-板取）：山側からの土石流が道路上を流れて河岸を流下し、路肩や護岸の損壊が生じた。道路横断排水施設が合流する箇所では土石流で排水施設が閉塞し、土石流が道路上を流れて河岸を流下した可能性がある。河川の狭小部や橋梁箇所では、流木により河川の閉塞や水位上昇が助長された可能性もある。

④365 号（板取-県境）：路肩崩壊が発生した場所のほとんどで、道路山側の沢や水路からの土石流が見られた。流出土砂により道路横断排水施設は閉塞しており、流出土砂が道路上を横断して流れて、河川側の路肩崩壊や護岸崩壊が多数発生した。流出土砂が河道を埋塞して、河川水位をさらに上昇させて越流が生じた可能性もある。道路谷側の土砂流下に弱い法面構造物の箇所では、大規模な斜面崩壊が発生した。

⑤しおかぜライン：既設水路に多量の表流水が集中して水路上部の土砂を洗堀し、土石流となって道路に流出したケースが多い。
⑥8 号：多数の沢や小河川で土石流が発生して道路に流出した。
対策：ⅰ）砂防堰堤や谷止工などの沢部の土石流対策、ⅱ）道路横断排水管の閉塞防止対策、ⅲ）土石流の恐れがある箇所では、道路谷側の護岸や法面構造物を土砂流下に強い構造とする、ⅳ）集水地形と排水経路に注意が必要、ⅴ）発生源対策が困難な場合は、できるだけ切れ目のない堅固な防護柵などの土石流対策構造物、などの対策を検討する必要がある。

2）河川越流
①鹿蒜川：ⅰ）河川の増水、ⅱ）沢部などからの土石流による流出土砂、ⅲ）河岸の浸食による流出土砂、ⅳ）橋梁部でのせき止め、が河川水位を上昇させて越流を増加させた可能性がある。
②365 号（板取-県境）：沢部からの土石流が河道を埋塞して河川水位をさらに上昇させて越流が生じ、護岸損壊・路肩損壊を助長した可能性がある。
対策：河積の増大が基本ではあるが、困難な場合は大型ブロック積み護岸などで河岸や路肩を越流に強い構造とする。可能であれば、遊水地として越流を利用する考え方もある。

3）河川護岸損壊
①鹿蒜川：護岸の多くは河岸天端まで設置されていないため、越流による背面浸食で倒壊した護岸が多数見られた。これに伴って、河岸天端崩壊や路肩損壊が生じた。
②365 号（孫谷-板取）：道路が河岸沿いにあるため、護岸崩壊が路肩崩壊につながった。護岸崩壊の原因として、ⅰ）山側からの土石流が道路上と河岸を流下して路肩・護岸を損壊、ⅱ）河川の水衝部での河床洗堀による護岸の崩壊、ⅲ）護岸が河岸天端まで設置されていないため、護岸天端の越水による崩壊、の可能性が挙げられる。道路横断排水施設が合流している箇所では、土石流により排水施設が閉塞し、土砂が道路上を流れて河岸を流下した可能性がある。
③365 号（板取-県境）：河川水位上昇による水衝部の河床洗堀と路面排水の影響による護岸損壊が生じた箇所があった。
対策：1）の土石流対策に加えて、ⅰ）護岸基礎部の強化、ⅱ）大型ブロック積み護岸などとして河岸天端まで設置する、などを検討する必要がある。

4）橋梁損壊
①鹿蒜川：3 個所で橋梁損壊があったが、主因は越流による橋台背面の浸食に伴う橋台の移動・倒壊と推定される。橋台基礎部の浸食の可能性もある。
対策：橋台上下流部の護岸を大型ブロック積み護岸などとして、橋台背面や基礎部が浸食されにくい構造とする。湾曲部の橋梁ではで遠心力による水位上昇を考慮する必要がある。

5）路肩損壊
①今庄杉津線：沢部からの土石流や流水が道路上を横断して谷側に流れて路肩崩壊を発生させたケースが多かった。道路表流水が流下して路肩法面に集中し、路肩を崩壊させたケースも多数見られた。

②365 号（孫谷-板取）：山側からの土石流が道路上と河岸を流下して路肩や護岸の損壊が生じた。道路横断排水施設が合流している箇所では、土石流により排水施設が閉塞し、土石流が道路上を流れた可能性がある。

③365 号（板取-県境）：路肩崩壊場所のほとんどで、山側の沢や水路からの土石流が見られた。流出土砂により道路横断排水施設は閉塞し、流出土砂が道路上を横断して流れて、河川側の路肩崩壊や護岸崩壊が多数発生した。路肩崩壊が発生した場所のほとんどは河川の水衝部であるため河床洗堀の影響も考えられる。土砂の流下に弱い法面構造物の箇所では大規模な斜面崩壊が発生した。

対策：1）の土石流対策に加えて、道路表流水の分散排水を検討する必要がある。

6）道路への土砂流出

①今庄杉津線：沢部や渓流で多数の土石流が発生して道路に流出した。

②365 号（孫谷-板取）：集水地形や沢部の多くで土石流が発生し、道路に流出した。合流する道路の高所で斜面崩壊が土石流化して流出したケースもある。

③365 号（板取-県境）：沢部や渓流で多数の土石流が発生して道路に流出した。

④しおかぜライン：既設水路に多量の表流水が集中して水路上部の土砂を洗堀し、土石流となって道路に流出したケースが多い。

⑤8 号：多数の沢や小河川で土石流が発生して道路に流出した。

対策：ほとんどが土石流による土砂流出である。沢や渓流の数が多いため困難な課題ではあるが、砂防堰堤や防護柵などの土石流対策を進める必要がある。1）の土石流対策を検討する必要がある。

7）斜面崩壊

①今庄杉津線：道路表流水が流下して路肩法面に集中し、路肩斜面を崩壊させたケースが多数見られた。

②しおかぜライン：急斜面上に堆積する崖錐堆積物が多量の雨水によって流出・表層崩壊して道路に流出したケースが多い。

③8 号：降雨表流水が路肩に集中して流れて斜面崩壊が生じた。

対策：しおかぜラインに隣接する斜面には崖錐堆積物が緩く堆積しており、今後も同様の災害が発生する可能性が高い。法面保護工、待ち受け式の擁壁、土石流覆工などの対策が必要である。道路上の降雨表流水が路肩や法面に集中して流れないような対処が必要である。

8）まとめ

2）～7）で述べたように、今回の災害の特徴は総雨量の多さに起因する土石流の多発と、河川での越流の多発である。総雨量がある限界を超えた場合に土石流が発生する恐れのある沢や支流は極めて多く、現実的な対応策を議論する必要がある。土石流が道路横断排水施設を閉塞して被害を助長したケースも多数見られ、閉塞防止対策を検討する必要がある。中小河川は掘り込み式が多く、越流対策として河積の増大は困難な場合が多い。大型ブロック積み護岸など越流に強い護岸構造物の採用や、流域治水の考え方で遊水地の利用などを検討する必要がある。