

河川堤防における地震対策の検討 とりまとめ

平成 23 年 9 月

関東地方河川堤防復旧技術等検討会

河川堤防における地震対策の検討とりまとめ

関東地方河川堤防復旧技術等検討会

平成 23 年 3 月 11 日に発生した「東北地方太平洋沖地震」等により、関東地方の堤防等河川管理施設は茨城県及び千葉県を中心に多くの被害を受けた。これまで、関東地方の堤防等河川管理施設は洪水による被害は経験しているものの、地震によりこれほどまでに大規模かつ広範囲にわたる被害を受けたことはなかった。また被害箇所が多数におよぶこと、出水期までに十分な期間がなかったことから関東地方整備局では出来る限りの対策を実施したものの、本出水期においては水防団待機水位等基準水位の引き下げや平常時を含めた河川巡視体制の強化等により対応している。

このような状況において、関東地方整備局では、出水期に向けた確実な対応及び今後の震災対策を円滑に行うため、堤防等河川管理施設の被災状況の検証を行い、被災状況に応じた復旧工法の選定、出水期に向けた河川管理及び効果的な水防のあり方等について、学識経験者等による「関東地方河川堤防復旧技術等検討会（座長：東畑郁生東京大学教授）」を直ちに設置し議論を行った。

本とりまとめは、本検討会の 3 回にわたる議論を踏まえ、堤防の被災状況調査、復旧工事に向けたメカニズム検討、出水期における種々の対応での知見及び今後の河川堤防等の地震対策に向けた知見等についてとりまとめたものである。

1. 地震及び被災の状況

(1) 地震の特徴

今回の地震は、茨城県、栃木県で震度 6 強を観測する等地震の規模が非常に大きく、既往地震に比べて地震動の継続時間が極めて長いという特徴があった。

また、地震により広範囲にわたり地盤の水平移動や沈降（地殻変動による沈下）が生じている。

さらに、震度 4 を超える余震が頻繁に発生している。

(2) 堤防等河川管理施設の被災状況

3 月 11 日発生地震とその後の余震により、939 箇所（9 月 13 日現在）の堤防等河川管理施設の被災が確認されており、そのうち亀裂や陥没が明らかに H.W.L 以深に達する損傷や堤防全体に及ぶ損傷を受けた大規模な被災箇所が 55 箇所、H.W.L 以深に達しない損傷や部分的に H.W.L 程度に達する損傷を受けた中規模な被災箇所が 149 箇所、さらに比較的軽微な損傷だった小規模な被災箇所が 735 箇所となっている。

これらの被災は茨城県、千葉県、埼玉県、東京都と広範囲におよび、特に震源に近い茨城県を流れる河川での被災が多かった。また、度重なる余震により、被災箇所数が増加するとともに亀裂の拡大等の増破が発生している。

被災状況は、堤防に亀裂が発生したものが被災箇所全数の約 4 割と最も多く、堤防沈下と護岸被災がそれぞれ約 2 割、それ以外では、堤防法崩れ、樋門・樋管等構造物等の損傷となっている。

構造物周辺の対応としては、構造物周りに空洞が存在する可能性がある 621 施設について調査が行われ、126 箇所についてグラウトなどの復旧補修が実施された。

今回の地震は継続時間が非常に長く、関東地方の広い範囲で液状化による被害が発生しており、河川堤防においても液状化による堤防崩壊等の大規模な被災が生じている。

(3) 得られた知見

今回の地震による被災箇所と治水地形分類等との関係の分析、被災箇所における地質調査結果の分析等により、次の事が判った。

1) 被災要因等の分析から得られた知見

- ・ 「旧河道・旧落掘」「干拓地」で被災が発生した割合が相対的に高い傾向が見られた。
- ・ 基礎地盤の液状化層上層の非液状化層厚が厚いと、被災規模が抑えられる傾向が見られた。
- ・ 堤体が液状化した場合は、閉封飽和域_※が厚いと堤防沈下量が大きくなる傾向が見られた。

※閉封飽和域：基礎地盤が軟弱な場合、築堤による圧密沈下等で基礎地盤上面が凹状になるが、基礎地盤が粘性土で築堤材料が砂質土の場合に、凹部に降雨等の浸透水が滞留し飽和した領域。

2) 被災メカニズムの分析から得られた知見

大規模被災箇所 55 箇所のうち、非液状化による被災 3 箇所と護岸の被災 1 箇所を除く 51 箇所で地質調査が実施された。

上記地質調査に加え、治水地形分類、築堤履歴、堤防被災の程度及び噴砂等の情報から各箇所の被災メカニズムが分析された。

今回の地震による被災要因は、液状化による被災箇所 51 箇所のうち、基礎地盤の液状化によると推定される被災箇所が約 7 割、堤体の液状化による被災と推定される箇所が約 1 割、基礎地盤・堤体の複合液状化による被災と推定される箇所が約 2 割であることが確認された。

なお、堤体の液状化による被災箇所において液状化した土は全て閉封飽和域内の土であったと推定される。

このほか、今回の地震では、既存の対策工等に関して次のような効果があることが確認された。

- ・ 基盤の液状化に対する既設漏水対策矢板及び既設耐震対策矢板の側方流動抑制効果
- ・ 基盤の液状化に対する大規模（大断面）堤防における新設鋼矢板工の側方流動防止効果
- ・ 堤体液状化に対するドレーン工の効果

2. 復旧工事について

被災した堤防等河川管理施設の復旧は、出水期迄の限られた期間で出水期に備えた最低限の堤防機能を確保することが河川管理上必要不可欠であるため、その最低限必要な堤防機能を回復する暫定対策（堤防の亀裂除去及び復旧盛土、構造物周辺に発生した空洞の応急充填等）を行い、出水期後に本復旧が行われる。

本復旧の基本方針は、大規模被災箇所について、災害復旧事業としての再度災害防止の観点より「同等の地震を受けたとしても中規模被災以下に止まる」ことを目的に液状化対策を行うものとしている。

本復旧の工法選定においては、次に示す要因に留意し、効果的な対策工法を選定する必要がある。

- ・ 地質調査を実施したうえで、被災メカニズムを十分検証する。
- ・ 暫定対策等で行われた切返し（掘削・盛土）を活かす。
- ・ 堤防天端や小段の道路利用、堤防に近接する家屋等、周辺環境に与える影響に配慮する。
- ・ 今回の地震で効果が確認された既存対策工を極力活かす。
- ・ 経済性に十分配慮する。

上記を踏まえ対策工法を被災要因別に検討した結果、堤体の液状化対策は、ドレーン工を基本対策工とするが、液状化層の位置・範囲、地下水位（堤体内水位）、経済性等に考慮し、ドレーン工以外に地盤改良工の適用も検討する。

また、基盤の液状化及び堤体・基盤の複合型の液状化対策は、鋼矢板工をそれぞれ基本対策工としているが、基盤の地質状況や堤防の切返しの有無、経済性等に考慮し、地盤改良工の適用も検討する。

構造物周辺の液状化対策は、基礎地盤の状況や経済性等に配慮し、鋼矢板工及び地盤改良工を比較し選定する。

これら復旧の実施にあたっては、再度災害防止の観点から効果的な復旧に向けて更に検討を加え、適切に実施する必要がある。

3. 出水期の対応について

被災から出水期までの期間が限られていたことから、暫定対策、本復旧という段階的な復旧作業となっていることから、被災した河川堤防の暫定対策状況等を踏まえた危機管理が重要である。

また、地震による見えない亀裂・ゆるみも考えられ、そこから浸透による堤防決壊の恐れもあることから、巡視等により堤防の異変を早期に発見し、水防工法など適切かつ臨機の対策を速やかに実施することが極めて重要である。さらに、上流域で土砂崩壊が起きやすい状況になっているため、土砂などの流下にも注視が必要である。

このため、関東地方整備局では例年行っている出水期の対応に加えて、水防団待機水位等の基準水位や重要水防箇所の見直しによる水防団等の早期出動対応や河川巡視の強化、堤防被災と暫定対策状況を踏まえた水防工法の想定及び必要な資機材の配置を行うとともに、現地への看板設置や自治体の公報等を通じた住民への情報提供及び情報収集体制の強化を行っている。

過去に例がない状況で出来る限りの対応をとってきているが、今後の出水状況や監視の結果を踏まえ、必要に応じた対応を臨機に実施していくべきである。また、被災箇所の監視状況や対応の状況については広く情報を共有化することが必要である。

また、本年度見直しした水防団待機水位等の基準水位や重要水防箇所については、今後の復旧工事の実施状況及び出水時における水位や被災の状況ならびに地質調査の結果等を踏まえ、解除の検討を行う必要がある。

4. 今後の地震対策に向けて

3月11日の地震発生以降、関東地方整備局では、資材や燃料等の調達が困難な状況下で、出水期までに暫定対策を概成させるとともに、水防団待機水位等の基準水位の見直しや巡視の強化を行うなど、最大限の対応がとられてきた。また、出水期明けの本復旧に向け、被災箇所調査や被災メカニズムの分析など様々な検討が加えられている。

本検討会では、堤防等河川管理施設の被災状況の検証を行い、被災状況に応じた復旧工法及び出水期に向けた河川管理及び効果的な水防のあり方等について検討を行ってきたが、首都直下地震等大規模地震の発生が危惧されている中、下記の通り対策の実施及び課題の検討を行う必要がある。

1) 当面実施すべき対策

- ・ 出水期後の本復旧にあたっては、本検討における被災メカニズムの分析等を踏まえた適切な対策工法の迅速かつ確実な実施
- ・ 堤防の耐震性の照査が未実施の区間について、早急な照査の実施及び対策が必要な区間において本検討を踏まえた適切な耐震対策の実施

2) 今後検討すべき課題

- ・ 早期復旧を行うため、備蓄箇所の整備も含めた平時からの資機材備蓄計画の検討
- ・ 迅速な復旧及び本復旧までの間の河川巡視のマニュアル作成等を含めた体制の検討
- ・ 被災メカニズム等を踏まえた周辺市街地への影響や広範な地域における被災及び出水期直前の被災を想定した被害規模抑制対策の検討
- ・ 被災メカニズムを踏まえ、新たな堤防整備等において必要な液状化対策等の検討

本検討会での検討や今回の地震後の対応等は、大規模地震に備えた知見として非常に参考となるものである。また、今後実施する予定である復旧工事や調査等も同様であり、これらの対応内容及び検討結果はとりまとめのうえ広く共有することが重要である。

最後に、今後の調査等により新たな知見が得られれば、適宜検討し地震による被害防止対策の更なる充実が図られることを望むものである。

関東地方河川堤防復旧技術等検討会

委員名簿

委 員

学識者	京藤 敏達	(筑波大学教授)
学識者	高橋 章浩	(東京工業大学准教授)
学識者	◎東畑 郁生	(東京大学教授)
学識者	安田 進	(東京電機大学教授)
国土技術政策総合研究所	服部 敦	(河川研究部 河川研究室長)
独立行政法人土木研究所	佐々木哲也	(地質・地盤研究グループ 土質・振動チーム 上席研究員)
国土交通省	宮本 健也	(水管理・国土保全局 治水課 企画専門官)
国土交通省	山田 邦博	(関東地方整備局 河川部長)

事務局

関東地方整備局 河川部 河川計画課

◎:座長
(敬称略、五十音順)

参 考 資 料

河川堤防における地震対策の検討とりまとめ

関東地方河川堤防復旧技術等検討会

「関東地方河川堤防復旧技術等検討会（座長：東畑郁生東京大学教授）」により、堤防等河川管理施設の被災状況の調査、復旧工事に向けたメカニズム検討及び、出水期における種々の対応での知見及び今後の河川堤防等の地震対策に向けた知見等についてとりまとめた。

1. 地震及び被災の状況

(1) 地震の特徴

- ・地震の規模が大きく、既往地震に比べて地震動の継続時間が極めて長い
- ・地震により広範囲にわたり地盤の水平移動や沈降（地殻変動による沈下）が発生
- ・震度4を超える余震が頻繁に発生

(2) 堤防等河川管理施設の被災状況

- ・関東地整管内で939箇所（9月13日現在）の堤防等河川管理施設の被災が確認
- ・大規模な被災が55箇所、中規模な被災が149箇所、小規模な被災735箇所
- ・余震の発生等により被災箇所が増加
- ・地震動の継続時間が非常に長く、広い範囲で液状化による被害が発生

(3) 被災状況調査等から得られた知見

- ・「旧河道・旧落堀」「干拓地」で被災が発生した割合が相対的に高い傾向有り
- ・基礎地盤の液状化層上層の非液状化層厚が厚いと、被災規模が抑えられる傾向有り
- ・堤体の液状化では、閉封飽和域が厚いと堤防沈下量が大きくなる傾向有り
- ・大規模被災の要因は、主に基礎地盤の液状化、堤体の液状化、基礎地盤・堤体の複合液状化
- ・基盤の液状化に対する矢板側方流動抑制効果を確認
- ・堤体液状化に対するドレーン工の効果を確認

2. 復旧工事

- ・対策期間が限られていたことから、出水期までに最低限必要な堤防機能を回復する暫定対策を実施
- ・本復旧は「同等の地震を受けたとしても中規模被災以下に止まる」ことを目的に液状化対策を実施
- ・被災要因以外の要因にも配慮し、効果的な対策工法を選定
- ・堤体の液状化対策はドレーン工、基盤又は堤体・基盤の複合型の液状化対策は鋼矢板工をそれぞれ基本対策工としているが、その他要因を踏まえ地盤改良工も選定
- ・構造物の液状化対策は、鋼矢板工及び地盤改良工を比較し選定

3. 出水期の対応

- ・被災した河川堤防の緊急復旧状況等を踏まえた危機管理が重要
- ・巡視等による堤防異変の早期発見及び水防工法などの対策を速やかに実施することが極めて重要
- ・例年行っている出水期の対応に加えて、水防団待機水位等の基準水位や重要水防箇所の見直しによる水防団等の早期出動対応や河川巡視の強化
- ・堤防被災と復旧状況を踏まえた水防工法の想定及び必要な資機材の配置を行うとともに、現地への看板設置や自治体の公報等を通じて住民への情報提供及び情報収集体制の強化を実施
- ・被災箇所の監視状況や対応の状況については、広く情報を共有化することが必要
- ・水防団待機水位等の基準水位や重要水防箇所の解除は、復旧工事の実施状況及び出水時における水位や被災の状況ならびに地質調査の結果等を踏まえることが必要

4. 今後の地震対策に向けて

「当面実施すべき対策」と「今後検討すべき課題」に分けて必要な項目を提示

＜当面実施すべき対策＞

- ・被災メカニズムの分析等を踏まえた適切な復旧対策工法の迅速かつ確実な実施が必要
- ・耐震性照査未実施区間の早急な照査実施及び対策必要区間にける適切な耐震対策の実施

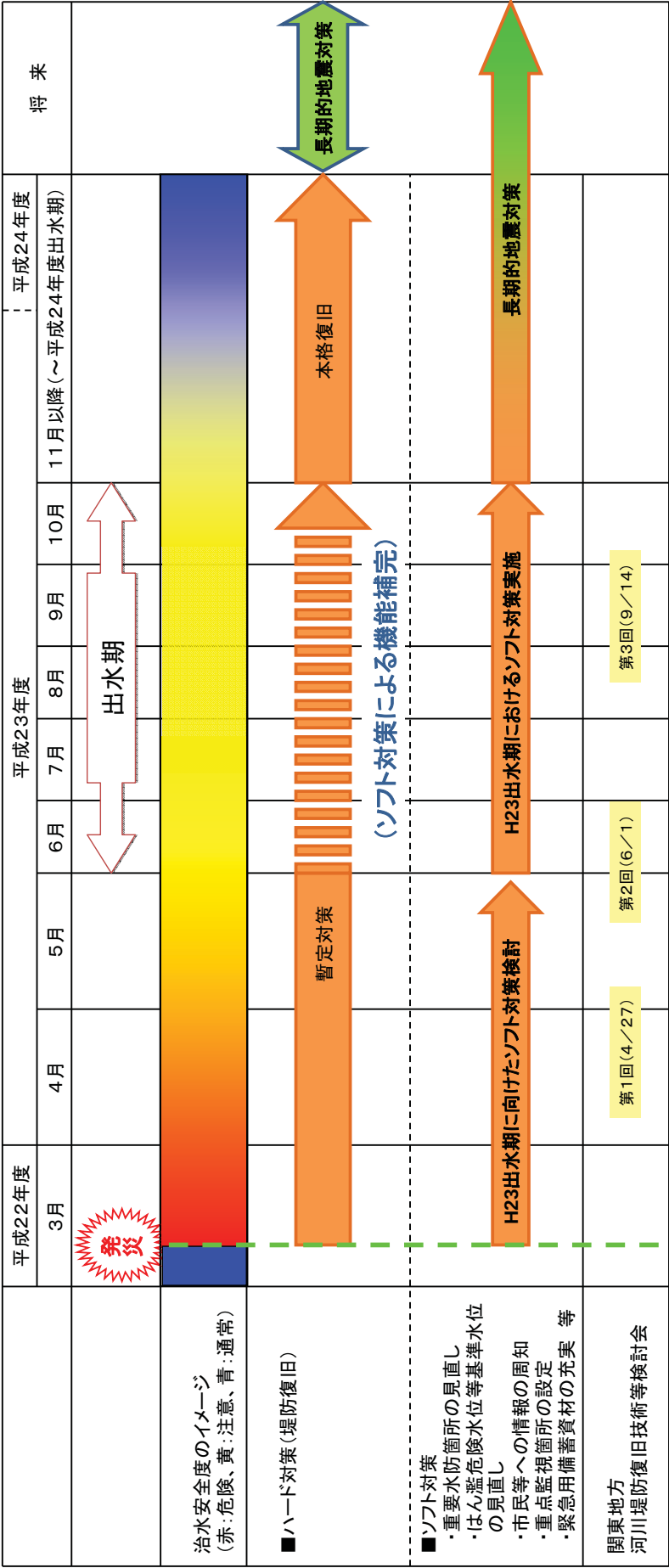
＜今後検討すべき課題＞

- ・早期復旧を行うため、備蓄箇所の整備も含めた平時からの資機材備蓄計画の検討
- ・迅速な復旧及び本復旧までの間の河川巡視 マニュアル作成等を含めた体制の検討
- ・周辺市街地への影響や広範な地域における被災及び出水期直前の被災を想定した被害規模抑制対策の検討
- ・被災メカニズムを踏まえ、新たな堤防整備等において液状化対策等の検討

関東地方河川堤防復旧技術等検討会 検討内容

東北地方大平洋沖地震等による4水系10河川における939カ所(※)に及ぶ堤防の沈下、亀裂、液状化等の被災を踏まえ、以下の3点の検討を行った。
①6月から始まる出水期までの対策が暫定対策にとどまる事を踏まえ、一定程度のリスクを含む施設を前提とした平成23年度出水期の対応(ハード・ソフト)
②平成24年度出水期までの対応(ハード・ソフト)
③今後の地震対策に資する知見

※9月13日現在の数値:今後、余震の発生や現地調査等により数字が変わる可能性があります。



堤防の暫定対策イメージ(H23出水期)

被災!

沈下、多数の亀裂が生じている!

沈下には、盛土や土のうで周辺堤防と同じ高さを確保します。

雨には、シートで浸透を防ぎます。(土のうで押さえる)

亀裂箇所を確認して、掘削盛土を行います。

堤防

第1回委員会(4月27日)

- 平成23年度出水期に向けたハード・ソフト対策の妥当性について(特に暫定対策の内容、はん濫危険水位等基準水位の見直し方針)
- 平成24年度出水期に向けたハード対策の妥当性について(特に本格復旧の工法決定)

第2回委員会(6月1日)

- 平成23年度出水期に向けたハード・ソフト対策の実施状況を踏まえた出水期の留意点
- 今後の地震対策に資する知見とよりまとめた留意点

第3回委員会(9月14日)

- 平成24年度出水期に向けたハード・ソフト対策における留意点
- 今後の地震対策に資する知見とよりまとめた(案)

(1)地震の特徴

1. 地震及び被災の状況

- ・地震規模が大きく、既往地震に比べて地震動の継続時間が極めて長い
→平成23年3月11日に発生した「東北太平洋沖地震」は宮城県、福島県、茨城県、栃木県の広い範囲で震度6強を観測

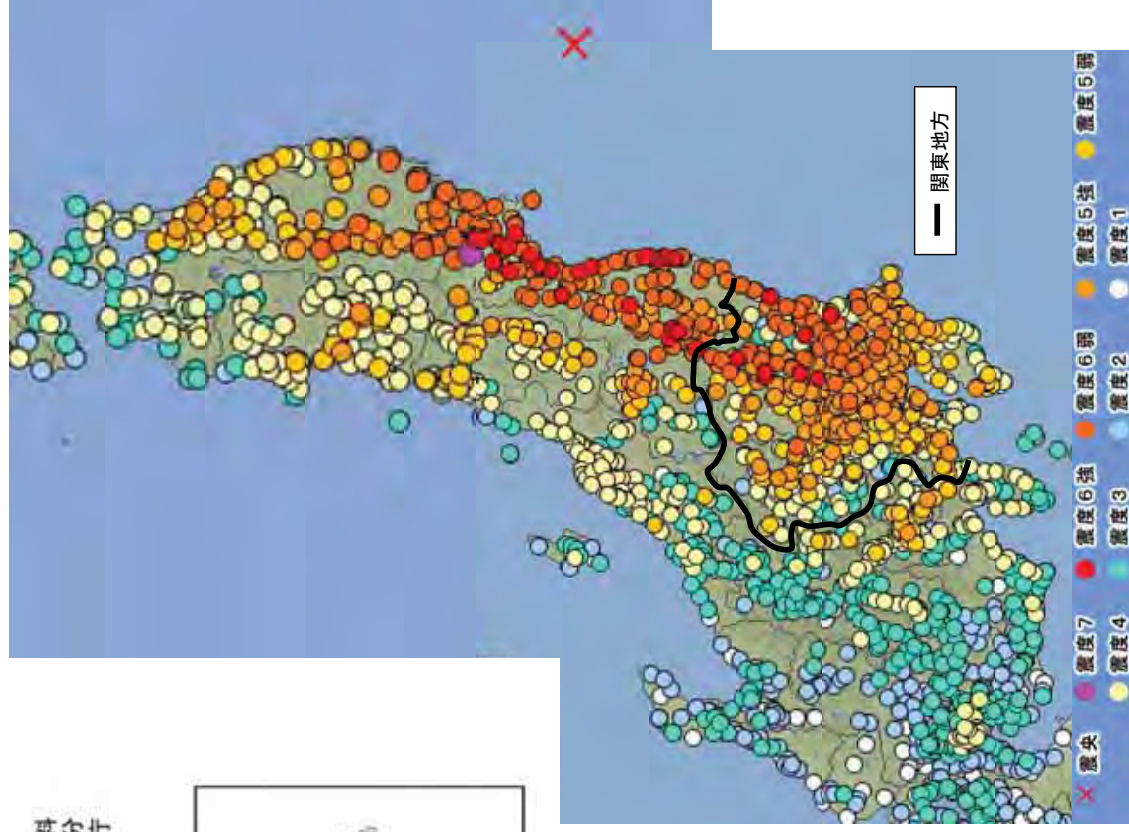
報道発表資料
平成23年3月13日18時30分
気象庁

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について(第16報)

地震の概要と津波警報等の発表状況

発生日時：3月11日14時46分
マグニチュード：9.0(暫定値)
場所および深さ：三陸沖(牡鹿半島の東南東、約130km付近)、深さ約24km(暫定値)
震源機構等：西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型(CMT解)
震度：【最大震度7】宮城県栗原市(クリハラシ)で震度7、宮城県の涌谷町(ワクヤチヨウ)、登米市(トマシ)、大崎市(オオサキシ)、名取市(ナトリシ)など、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の4県28市町村で震度6強を観測したほか、東北地方を中心に、北海道から九州地方にかけて震度6弱～1を観測しました。

津波注意報：発表していた津波注意報は17時58分にすべて解除しました。

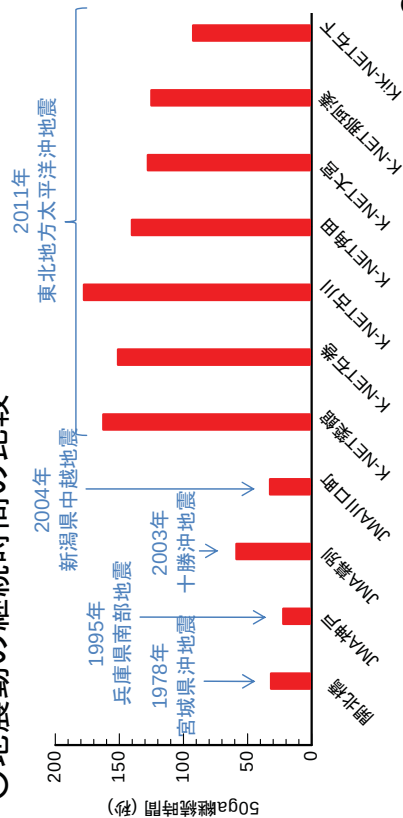
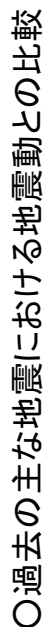


気象庁資料(平成23年3月11日15時01分発表)を加工

1. 地震及び被災の状況

- ## ○今回の地震における地震動

K-NET・KIK-NET³観測記録



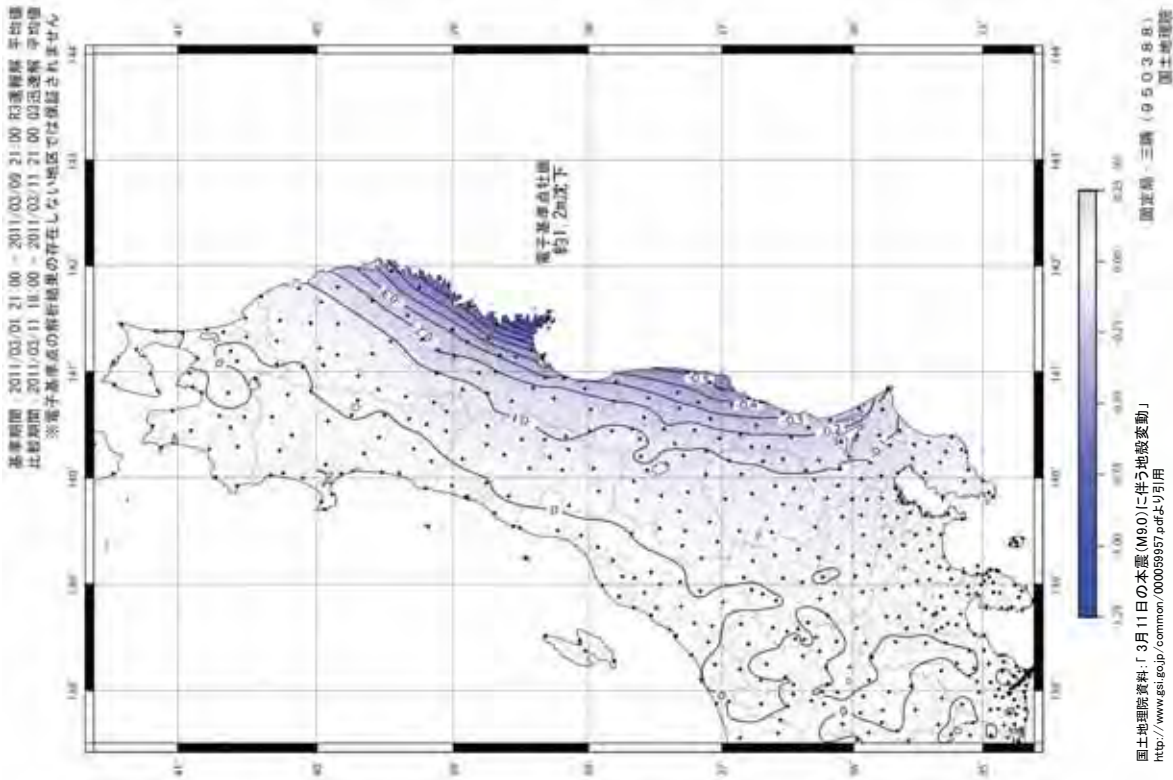
土木研究所資料より引用

(1)地震の特徴

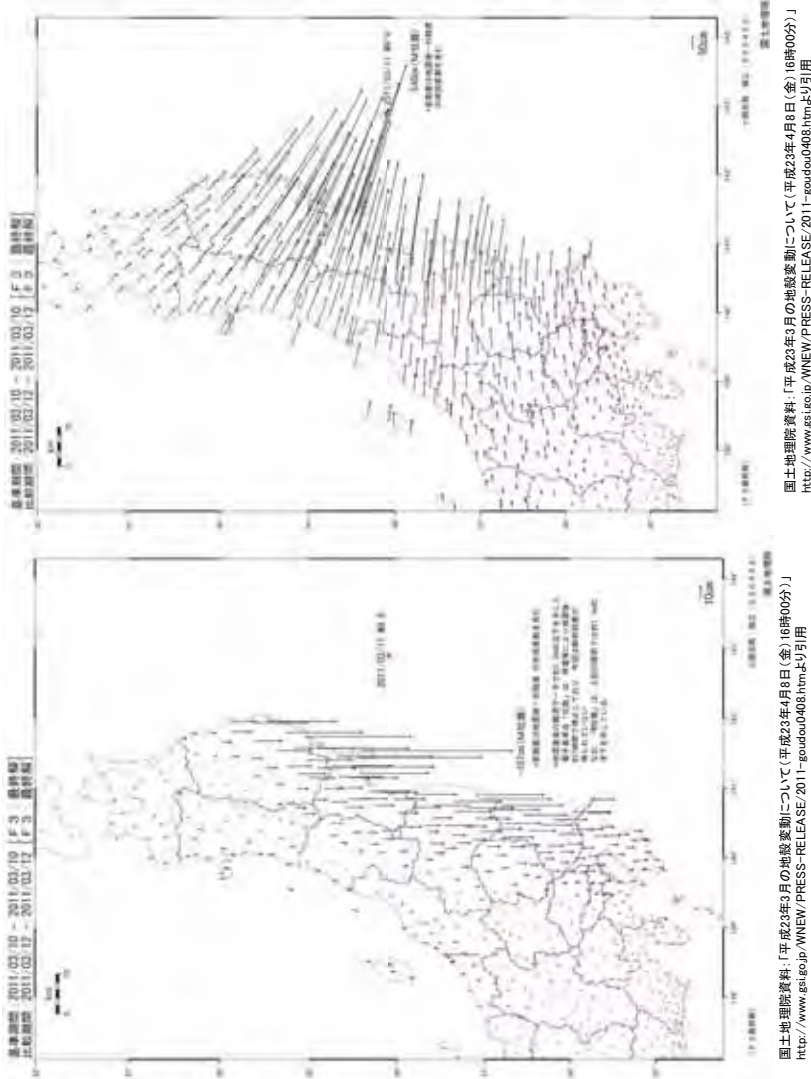
1. 地震及び被災の状況

・地震により広範囲にわたり地盤の水平移動や沈降(地殻変動による沈下)が発生

○地震による上下変動量



○地震による水平変動量



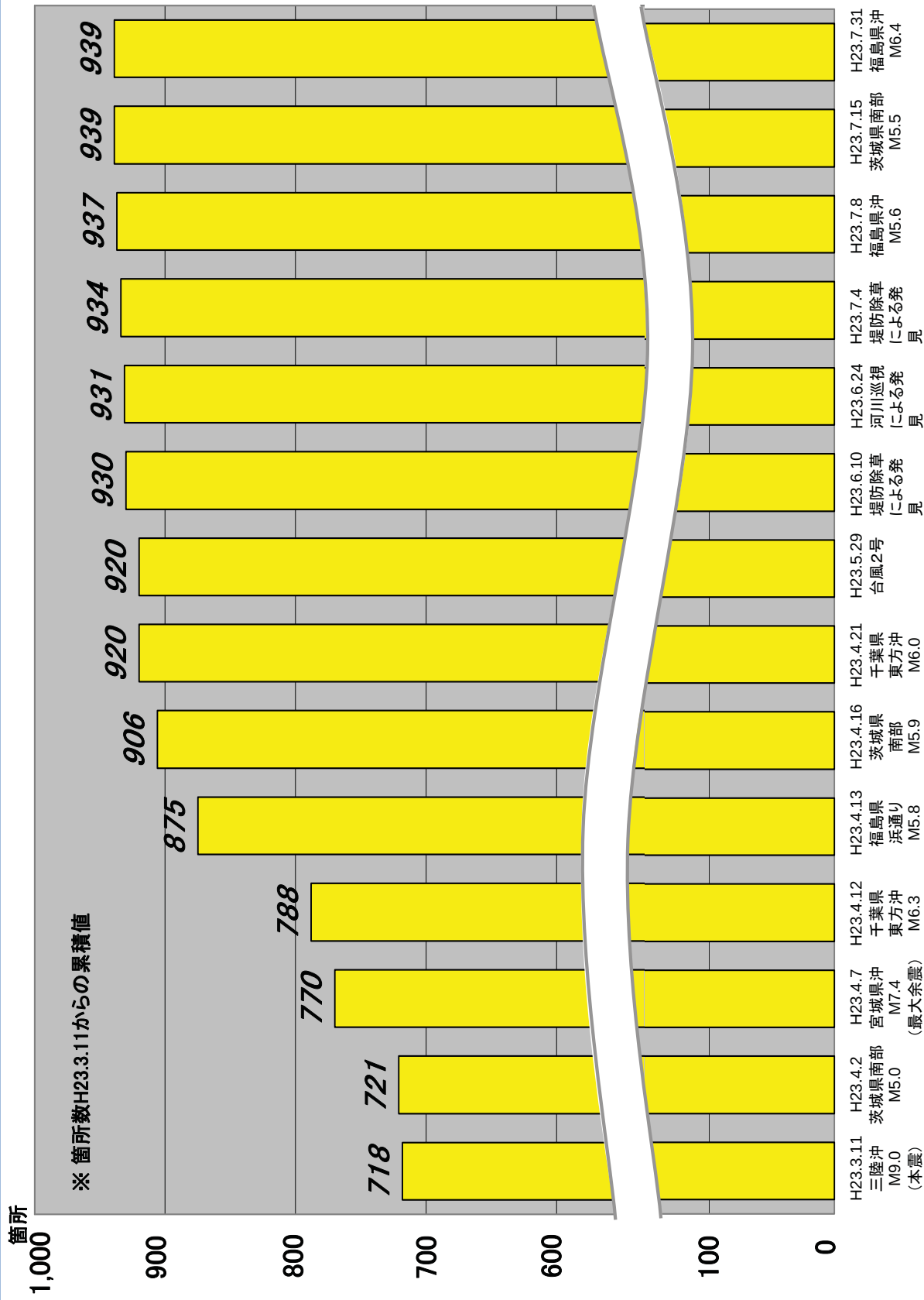
○被災主要河川近傍における地殻変動量

河川名	河川近傍の電子基準点		地殻変動量	
	位置	基準点名	水平(m)	上下(m)
久慈川	茨城県日立市金沢町	日立	1.13	-0.327
那珂川	茨城県水戸市元吉田	水戸	0.88	-0.238
霞ヶ浦(常陸利根川)	茨城県稲敷市下馬渡	桜川	0.54	-0.162
利根川下流	茨城県つくば市北郷	つくば1	0.51	-0.102
小貝川	埼玉県久喜市六万部	久喜	0.36	-0.034
江戸川	埼玉県熊谷市成沢	江南	0.30	0.007

(2) 堤防等河川管理施設の被災状況

1. 地震及び被災の状況

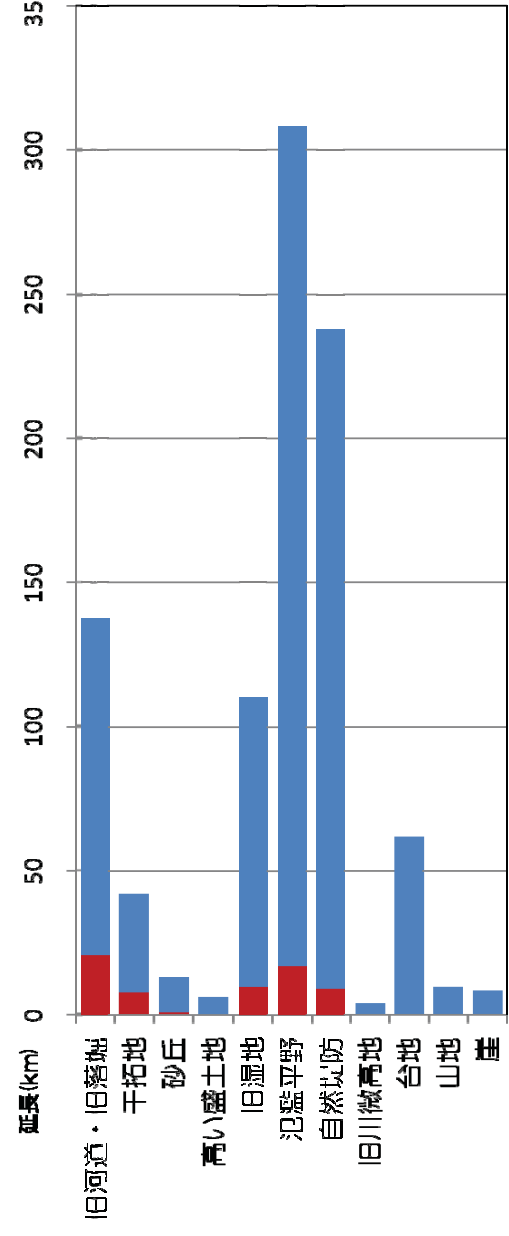
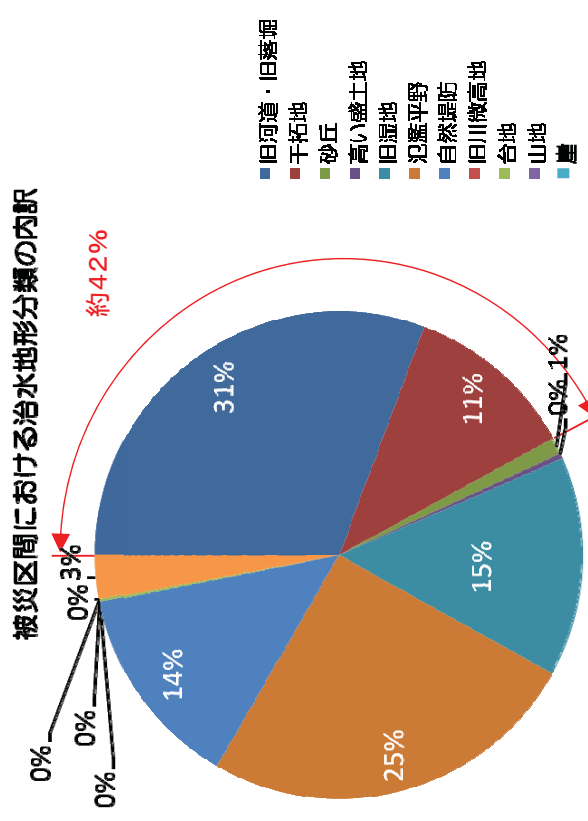
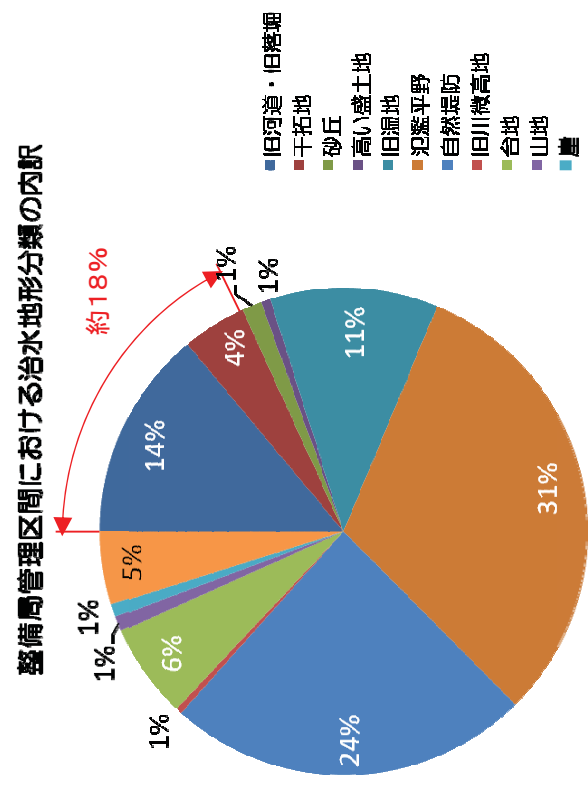
- ・余震の発生等により被災箇所が増加
- ・関東地方整備局管内で939箇所(9月13日現在)の堤防等河川管理施設の被災が確認



(3)被災状況調査等から得られた知見

1. 地震及び被災の状況

・「旧河道・旧落堀」「干拓地」で被災が発生した割合が相対的に高い傾向
 →全延長の約18%である「旧河道・旧落堀」「干拓地」が全被災区間の42%を占め、被災割合が高い傾向が有り



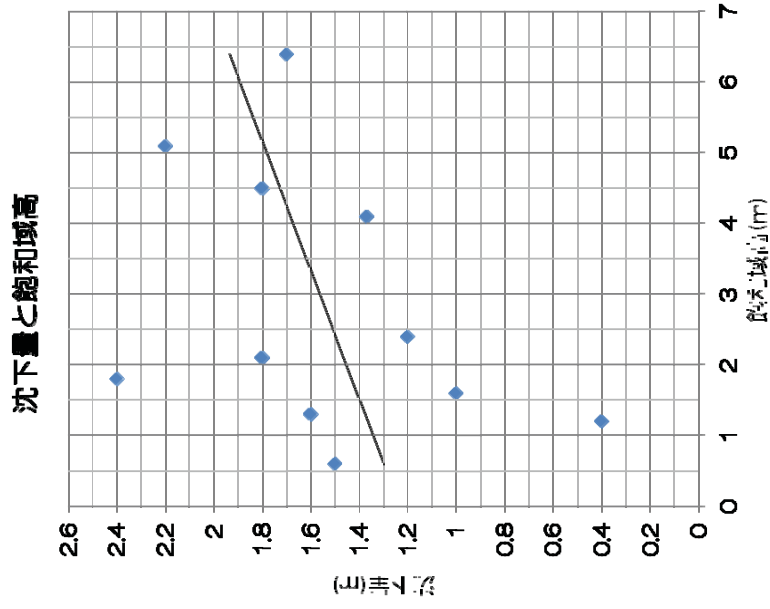
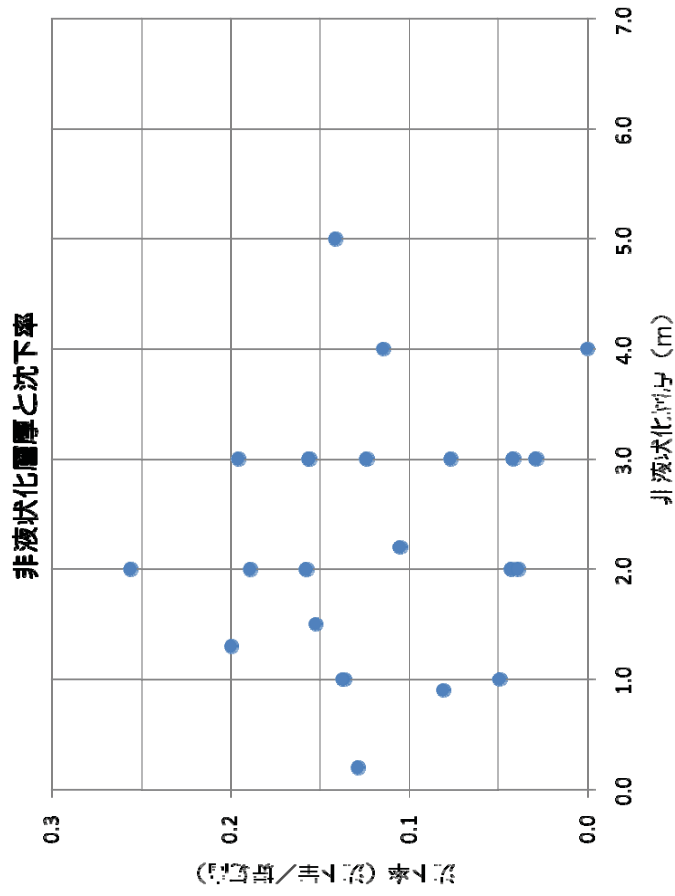
治水地形分類	区間延長 (km)①	被災延長 (km)②	被災率 ②/①
旧河道・旧落堀	137.4	19.4	14%
干拓地	42.1	8.8	21%
砂丘	13.0	0.0	0%
高い盛土地	6.2	0.2	4%
旧湿地	110.2	12.5	11%
氾濫平野	308.3	16.5	5%
自然堤防	237.8	9.4	4%
旧川微高地	4.0	0.0	0%
台地	61.8	0.1	0%
山地	9.7	0.0	0%
崖	8.4	0.0	0%

※整備局管理区間：那珂川、久慈川、霞ヶ浦(常陸利根川)、利根川下流、小貝川、江戸川の関東地方整備局管理区間

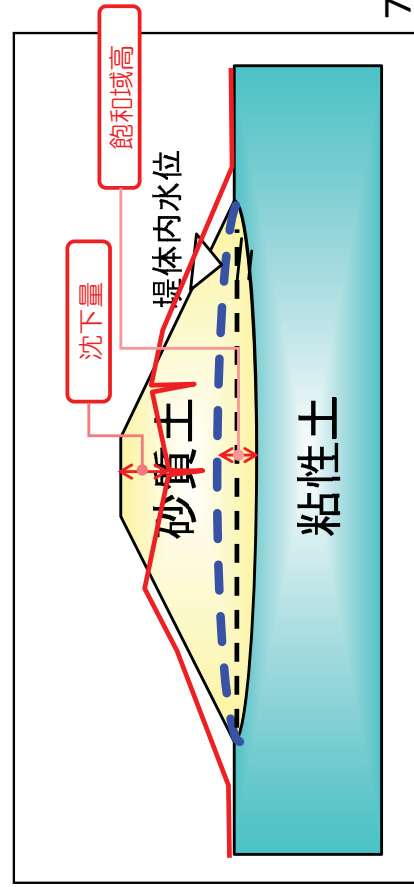
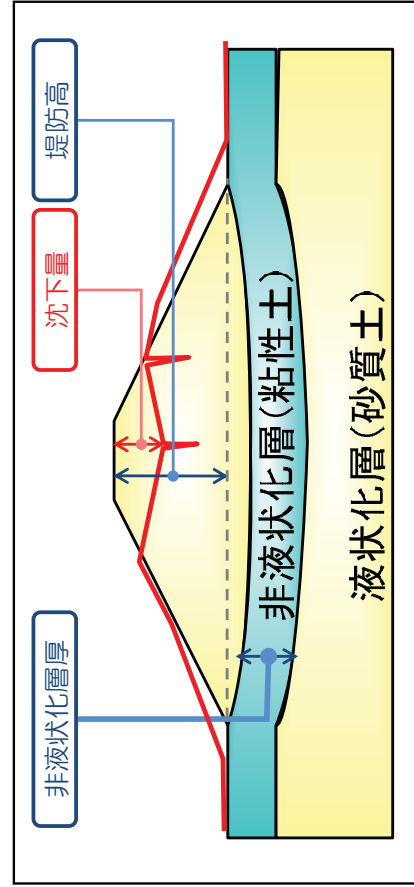
(3)被災状況調査等から得られた知見

1. 地震及び被災の状況

- ・基礎地盤の液状化層上層の非液状化層厚が厚いと、被災規模が抑えられる傾向
- ・堤体の液状化では、閉封飽和域※が厚いと堤防沈下量が大きくなる傾向



※「閉封飽和域」とは、軟弱粘性土地盤上に砂質系材料を用いて築堤した堤体下部において、圧密沈下により軟弱地盤表層が凹状となり、その上部で堤体に浸透した水が地下水面を有する飽和領域を形成した部分を指す。

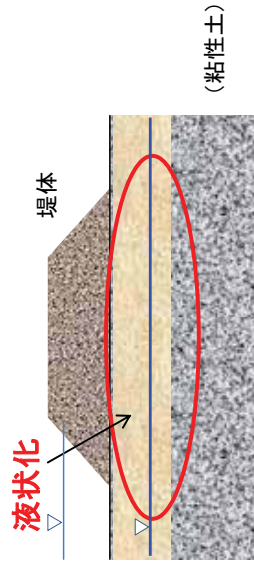


(3)被災状況調査等から得られた知見

1. 地震及び被災の状況

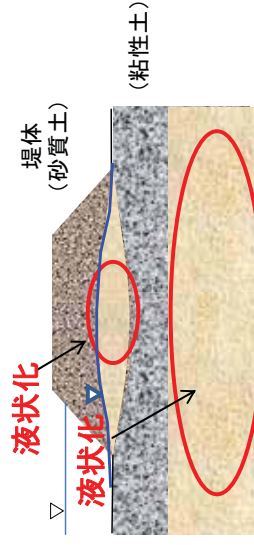
・大規模被災の要因は、主に「基礎地盤の液状化」、「堤体の液状化」、「基礎地盤・堤体の複合液状化」に分類

A 基礎地盤の液状化

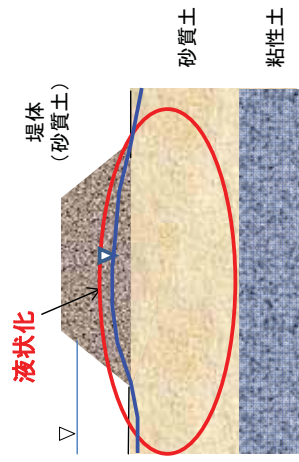


37箇所

C 基礎地盤+堤体の複合液状化

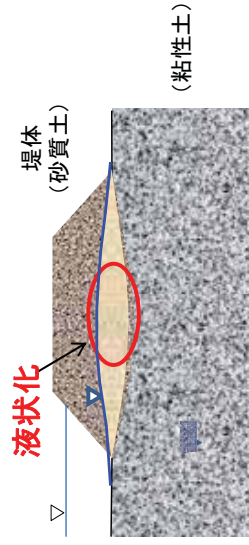


6箇所 (閉封飽和域)



3箇所

B 堤体の液状化

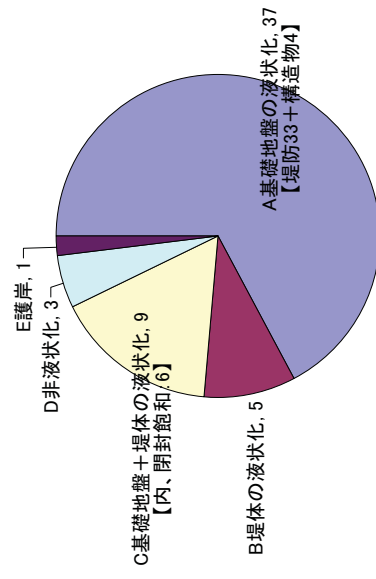


5箇所 (閉封飽和域)

D その他 (非液状化+護岸)



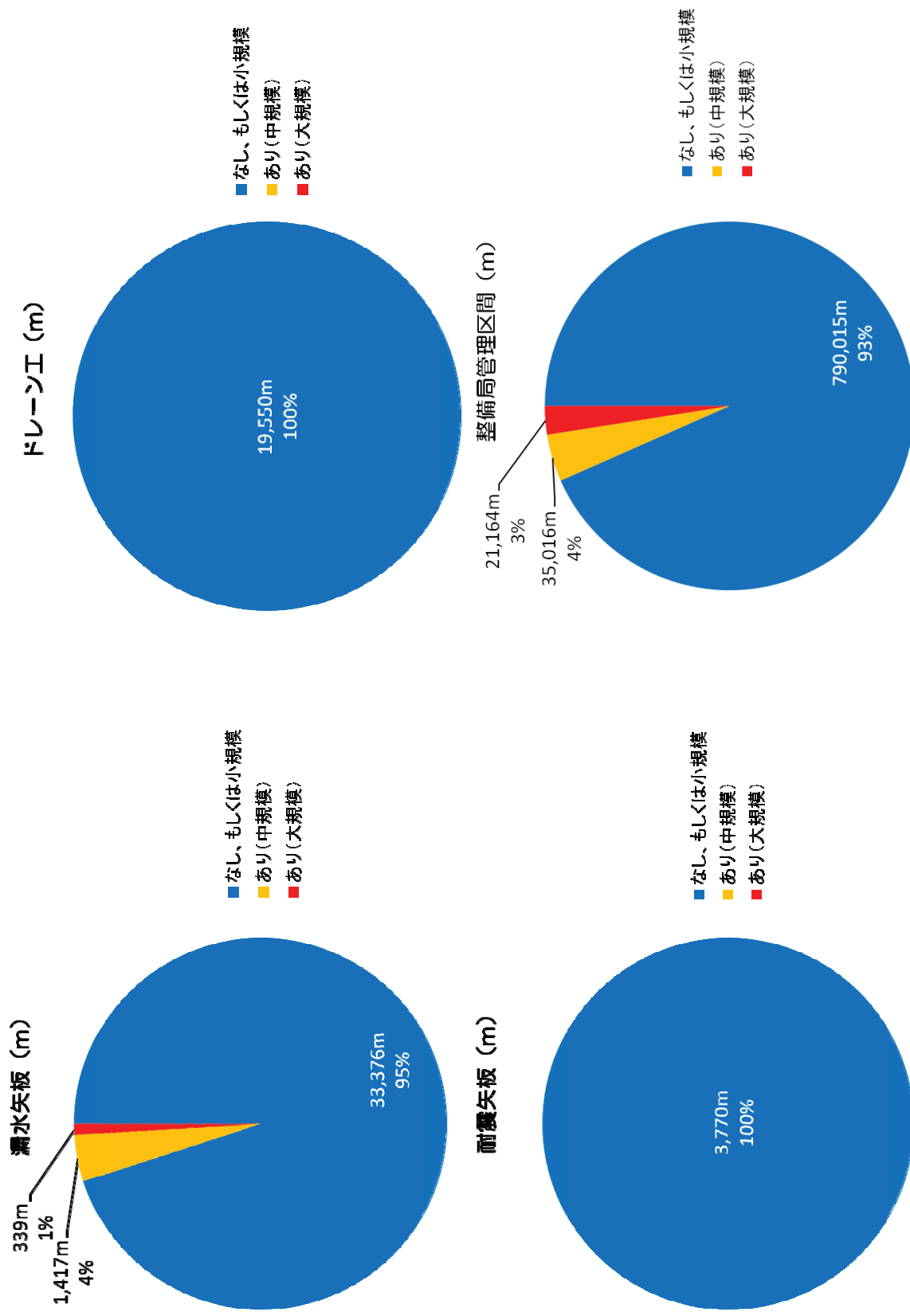
4箇所



(3)被災状況調査等から得られた知見

1. 地震及び被災の状況

・既設矢板やドレーン工等の対策を実施していた区間では、被災が無いか被災があっても小規模であり、地震に対して一定の効果が見られた。 ※なお、漏水矢板で大規模な被災が生じている箇所については、堤体液化化による被災箇所となっている。



※整備局管理区間：那珂川、久慈川、霞ヶ浦（常陸利根川）、利根川下流、小貝川、江戸川の関東地方整備局管理区間

(3)被災状況調査等から得られた知見

・基盤の液状化に対する矢板工の側方流動抑制効果

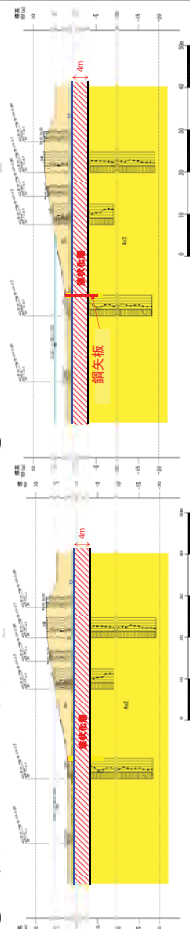
■解析対象
利根川右岸39.0k+64m～39.5k+79m 千葉県香取市佐原地区

■解析手法
流体力学に基づく永久変形解析
(液状化に伴う地盤の流動予測解析プログラムSOLIFLUK)

■計算条件

①地震により被災を受けた断面

②対策後



・地震継続時間
佐原観測所(K-NET)における観測記録をもとに設定

■解析結果

①地震により被災を受けた断面

(-) (+)

②対策後



《対策(鋼矢板)の効果》

解析ケース	天端沈下量 (m)	側方変位量(m)	
		川表のり尻部	天端(表のり層)
地震により被災を受けた断面	0.14	-1.53	-0.82
対策後(矢板)	0.03	-0.01	-0.14

※側方変位量 十:川裏方向, 一:川表方向
※41箇所の中規模液状化箇所が発生した標準的な震源の平均は幅約20cmである。今回、対策後の水平変位が13cmであり、中規模程度と同等である。

1. 地震及び被災の状況

《大規模(大断面)堤防に施工された既設対策工の効果の一例》

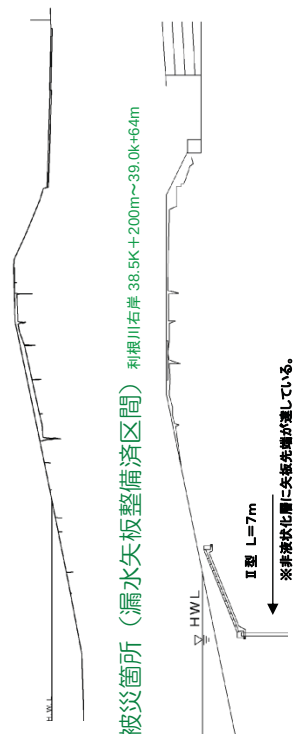
■漏水矢板護岸整備の有無による被災状況

- ・今回の地震で、利根川右岸39.0k+64m～39.5k付近(写真:赤色部)で堤防の亀裂や川表側への変位等の大規模被災が発生した。
- ・右岸39.0k+64mから下流には漏水矢板(護岸)が施工されている。
- ・両箇所は近接しており、堤体構造もほぼ同様であったが、**既設漏水矢板が施工されている箇所は本地震による被災がなかった。**



・被災箇所(漏水矢板未整備区間) 利根川右岸 39.0k+64m～39.5k+79m

・無被災箇所(漏水矢板整備済区間) 利根川右岸 38.5K+200m～39.0k+64m



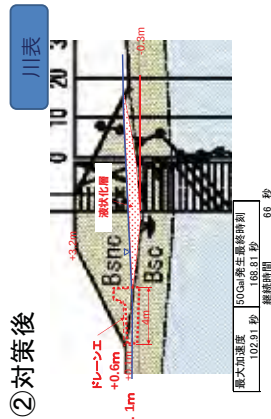
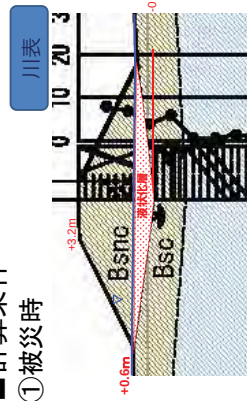
(3)被災状況調査等から得られた知見

・堤体液状化に対するドレーン工の効果

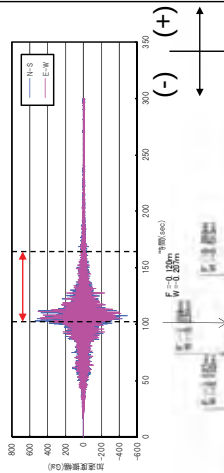
■解析対象
那珂川(涸沼川)左岸7.5k+113m～8.0k 茨城県東茨城郡茨城町下石崎地区

■解析手法
流体力学に基づく永久変形解析
(液状化に伴う地盤の流動予測解析プログラムSOLIFLUK)

■計算条件
①被災時

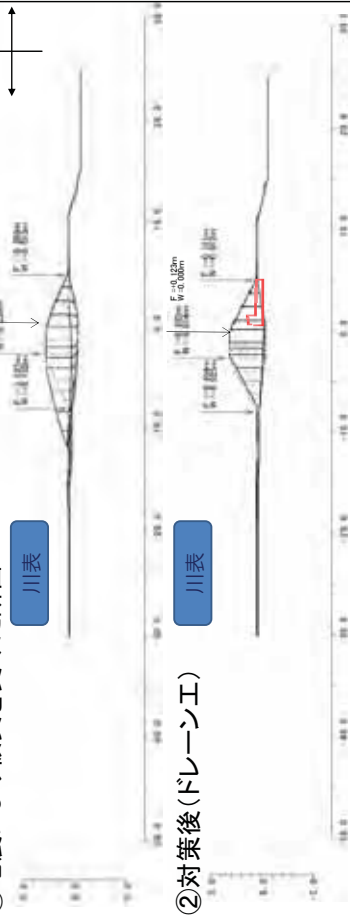


・地震継続時間
那珂湊観測所(K-NET)における観測
記録をもとに設定



■解析結果

①地震により被災を受けた断面



《対策(ドレーン)の効果》

解析ケース	側方変位量 (m)			
	天端沈下量	天端(表のり面)	天端(裏のり面)	川裏のり面部
地震により被災を受けた断面	0.24	-3.54	-1.38	-0.12
対策後(ドレーン)	0.01	0.49	0.33	0.12

※41箇所の中規模液状化箇所が発生した標準的な震度の平均は概約2.0cmである。今回、対策後の水平変位が2.1cmであり、中規模液状化と同等である。

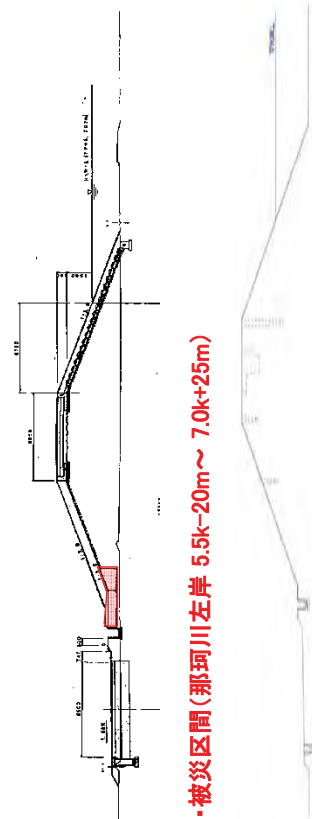
1. 地震及び被災の状況

《既設対策工の効果の一例》

■ドレーン工整備の有無による被災状況

- ・今回の地震で、那珂川左岸におけるドレーン施工区間直下流の5.5k付近～7.0k付近で堤防の亀裂等の大規模被災が発生した。
- ・左岸7.0k～8.75kにはドレーンが施工されており、堤体構造もほぼ同様であるが、**ドレーン施工箇所は被災がなかった。**

・無被災区間(那珂川左岸 7.0k～8.75k)



・被災区間(那珂川左岸 5.5k～20m～7.0k+25m)

被災区間



無被災区間



被災区間

無被災区間
(ドレーン施工)

【液状化対策実施の基本方針】

「大規模被災箇所」について、災害復旧事業としての再度災害防止の観点より「同等の地震を受けたとしても中規模被災以下に止まる」ことを目的として、「液状化対策」を施すこととする。

※1) 大規模被災：堤防被災がHWLより深い位置に達し、堤防損傷・変形が大きく堤防機能を損なう被災（原形復旧＋液状化対策）

※2) 中規模被災：堤防被災がHWLより浅い位置に止まる程度であり、速やかな復旧が可能な被災（原形復旧）

【液状化対策検討項目】

- ① 地質調査を実施した上で被災メカニズムを十分検証し、効果的な対策工法とする。
- ② 緊急復旧等で行われた「切返し（掘削・盛土）」は活かすものとする（霞ヶ浦を除く）。
- ③ 堤防天端や小段の道路利用、堤防に近接する家屋等、周辺環境への影響に配慮する。
- ④ 今回の震災で効果が確認された既設対策工（漏水矢板等）は極力活かすものとする。
- ⑤ 経済性に十分配慮する（目的物・仮設物を含めたトータルコストを勘案し、工法等比較検討を行う）。

【液状化対策設計条件】

本震災によって過去に実施した耐震対策工の効果が確認されたことを踏まえ、液状化対策の設計にあたっては下記条件とした。

（※「第1回河川堤防耐震対策緊急検討委員会【国土交通省】」資料等）

① 設計基準

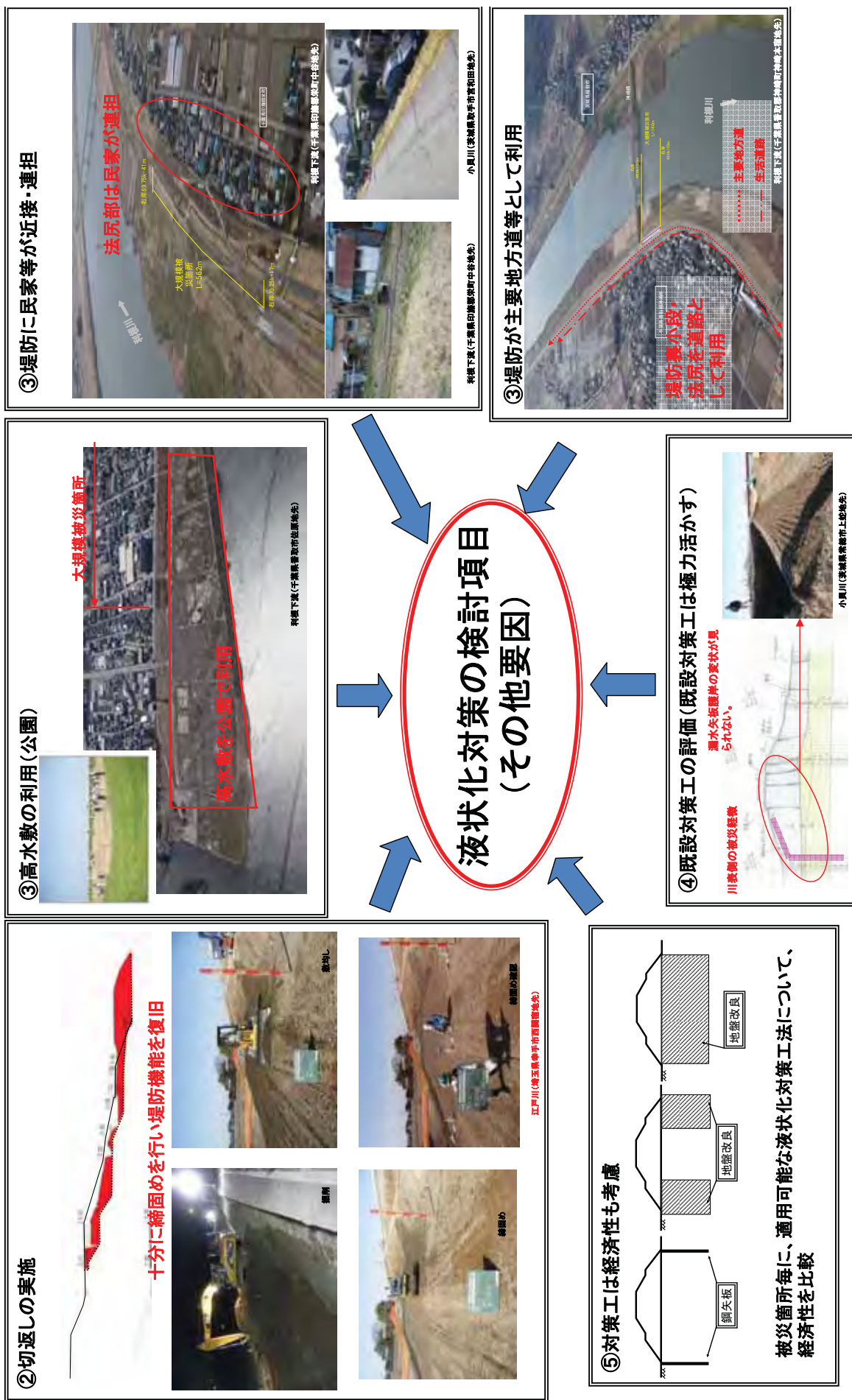
- ・鋼矢板以外：河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案） 平成9年10月 「建設省土木研究所 耐震技術研究所センター 動土質研究室」
- ・鋼 矢 板：同上（鋼材を用いた対策工法）編 平成10年10月 「建設省土木研究所 耐震技術研究所センター 動土質研究室」

② ドレーン工は堤体内の地質想定横断を確認し、液状化層の位置、地下水位（堤体内水位）、堤防断面とのバランス等に配慮して設計する。

関東地整における液状化対策検討項目イメージ

2. 復旧工事

・被災要因以外の要因にも配慮し、効果的な対策工法を選定



主な液状化対策工

2. 復旧工事

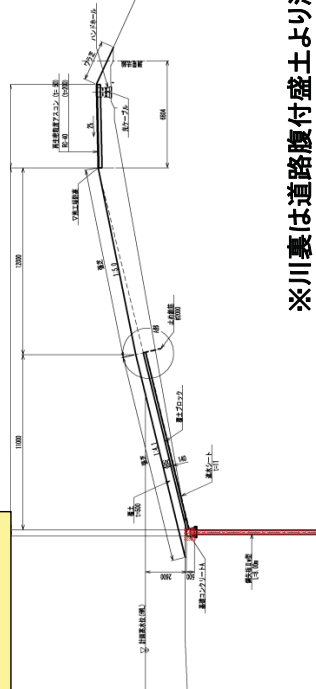
基盤液状化

①利根川下流

パターンⅡ

鋼矢板(川表)

道路盛土



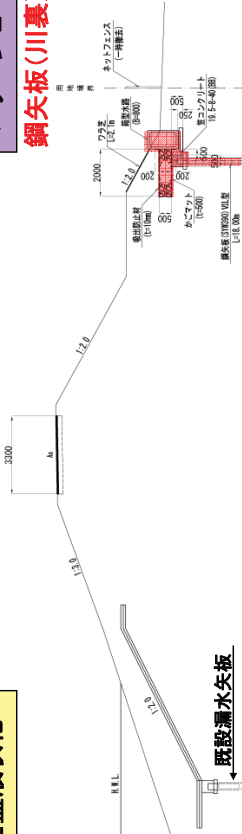
※川裏は道路腹付盛土より液状化に対する安定性確保

基盤液状化

②小貝川

パターンⅡ

鋼矢板(川裏)



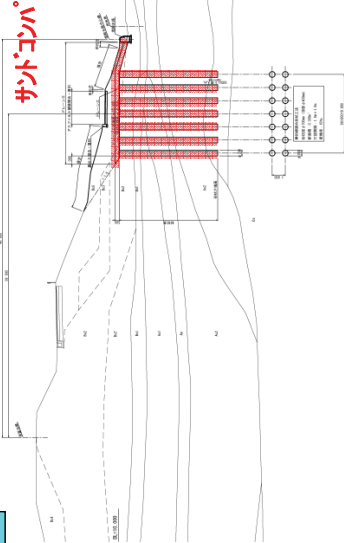
※川表は既設漏水矢板で液状化に対する安定性確保

堤体液状化

③江戸川

パターンⅢ

サンドコンパクションパイル(川裏)



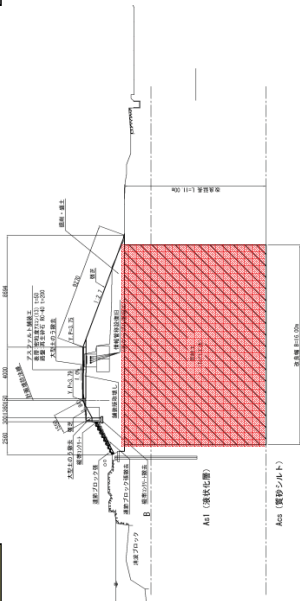
※液状化対策工法については、今後変更になる可能性がある。

基盤液状化

④常陸利根川

パターンⅣ

地盤改良工

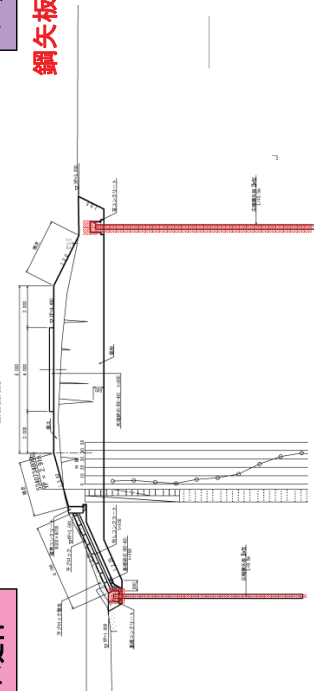


基盤+堤体

⑤常陸利根川

パターンⅡ

鋼矢板(川表・裏)

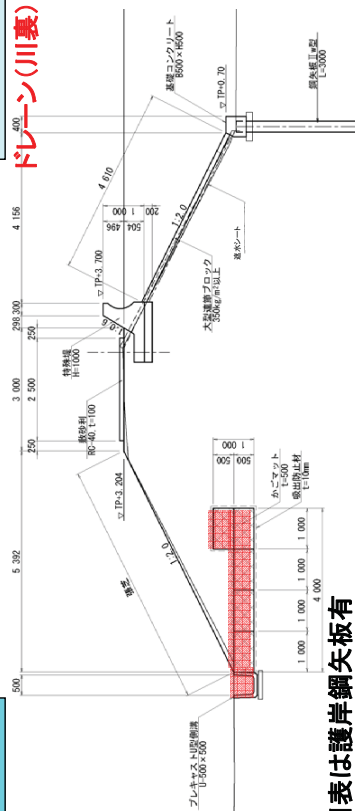


堤体液状化

⑥酒沼川

パターンⅠ

ドレーン(川裏)



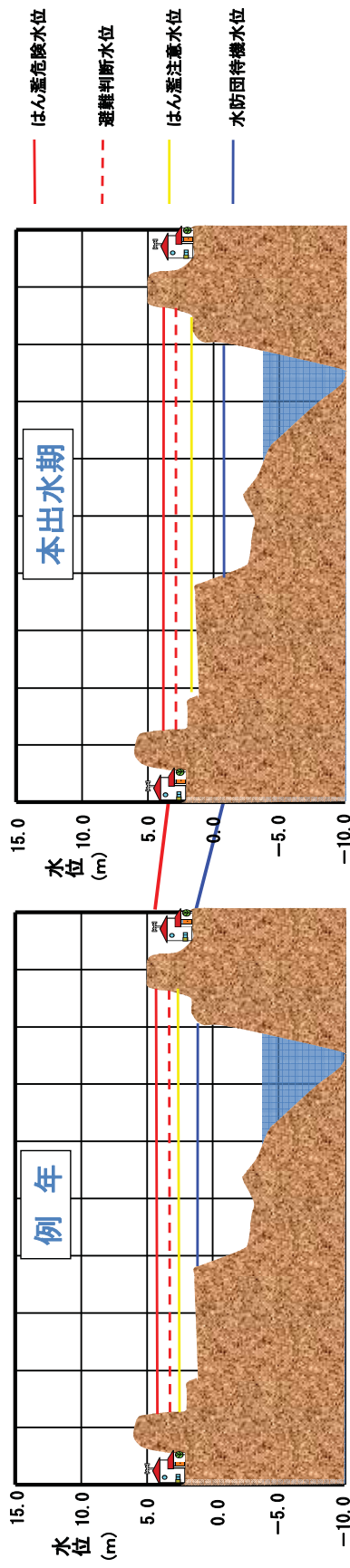
※川表は護岸鋼矢板有

水防団待機水位等の基準水位の見直し

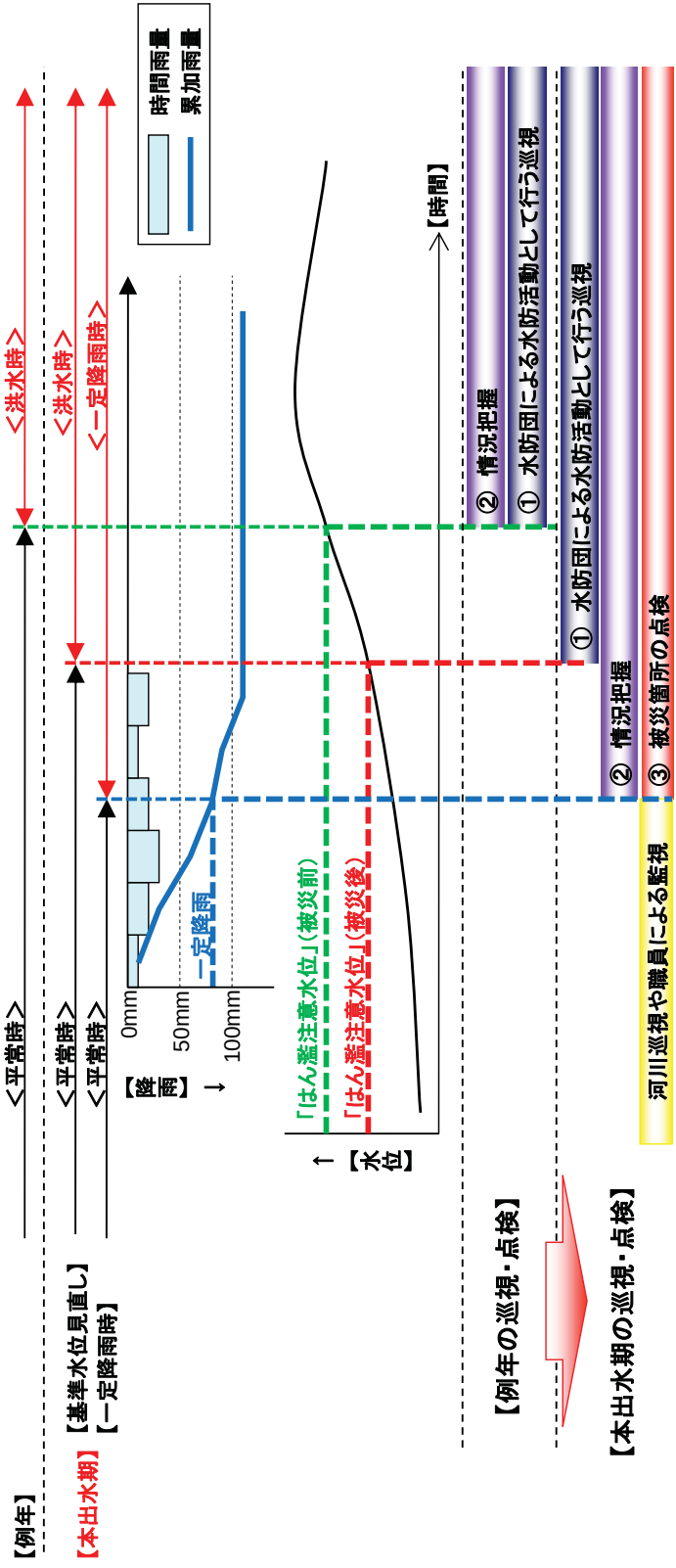
3. 出水期の対応

- ・水防団等の早期出動対応や河川巡視の強化
 - 基準となる水位を見直し、早めに水防団等の巡視を開始
 - 一定降雨以上になったら状況把握員による巡視を開始

○基準水位見直しイメージ



○出動タイミングのイメージ



水防団待機水位等の基準水位の見直し

3. 出水期の対応

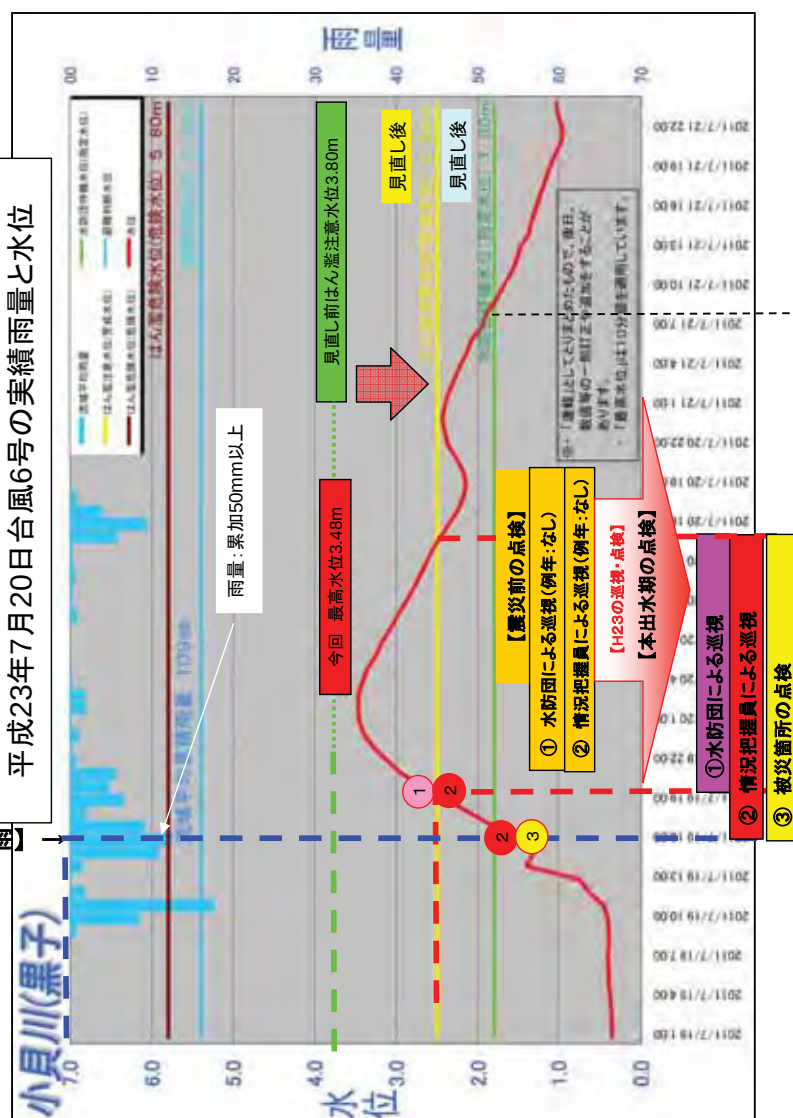
- ・水防団等の早期出動対応や河川巡視の強化
→ 局所的豪雨による堤体土砂の流出を早期発見(量)により点検を実施

【被災前】従来
 【平常時】
 【基準水位見直し後】
 【平常時】
 【基準水位見直し後＋一定降雨時】
 【平常時】
 巡視なし
 【洪水時】
 【一定降雨時】＋【洪水時】

地震により堤防がゆるんでいるおそれがあることから、局所的豪雨による堤体土砂の流出を早期発見する目的で、基準水位の見通しに加えて、降雨量(時間雨量、累加雨量)により点検を実施する。

河川名	一定降雨基準 (mm)
利根川	50mm/h～70mm/h 累加100mm
霞ヶ浦	50mm/h 累加100mm
小貝川	50mm/h 累加50mm
久慈川	50mm/h 累加100mm
那珂川	50mm/h 累加100mm

例年では、巡視を行う水位には至っていないが、H23年台風6号時では、一定降雨基準による巡視、水防団による巡視、本出水行前に見直したはん濫注意水位を超えてからの巡視を期前が被害はなかった。



水防団待機水位等の基準水位の見直し

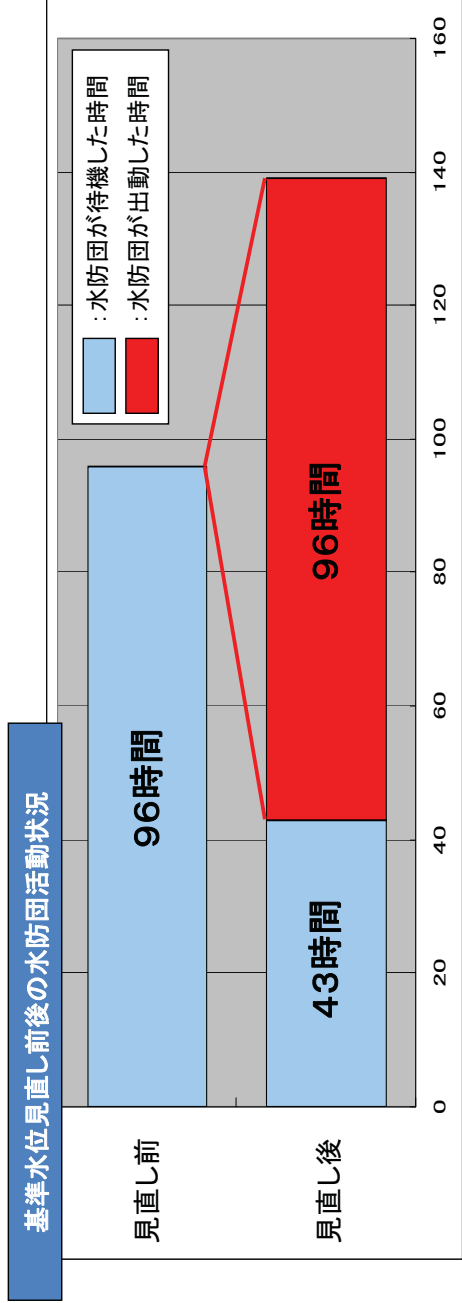
3. 出水期の対応

・水防団等の早期出動対応や河川巡視の強化
 →台風12号においては、水防団待機水位等の基準水位を見直したことから、見直し前と比較し、長時間にわたる巡視活動を実施

■平成23年9月2日(台風12号)

水系	河川名	観測所名	基準水位				洪水 ピーク水位	状況把握による巡視 一定降雨以上		状況把握による巡視 水位超過		水防団による巡視	
			震災前の見直し前		地震により見直し後			震災前 (水位見直し前)	本出水期 (水位見直し後)	震災前 (水位見直し前)	本出水期 (水位見直し後)	震災前 (水位見直し前)	本出水期 (水位見直し後)
			水防団 待機水位	はん濫 注意水位	水防団 待機水位	はん濫 注意水位							
那珂川	那珂川	野口	2.50	3.50	1.50	2.50	1.05	なし	なし	なし	なし	なし	なし
		水府橋	3.00	4.00	2.00	3.00	3.17	なし	なし	なし	水位超過による 巡視12時間	12時間待機	水防団12時間出動 と30時間待機
利根川	利根川	取手	2.50	5.40	2.10	2.50	3.91	なし	なし	なし	なし	96時間待機	水防団96時間出動 と6時間待機
		押付	3.10	5.75	2.80	3.10	4.12	なし	なし	なし	なし	66時間待機	水防団66時間出動 と26時間待機
		横利根	2.10	2.85	1.80	2.10	2.85	なし	なし	なし	なし	96時間待機	水防団96時間 出動と43時間待機
		須賀	2.75	4.95	2.45	2.75	3.94	なし	なし	なし	なし	101時間待機	水防団101時間 出動と3時間待機

利根川の横利根観測所を例に比較してみると、



例年よりも長時間の巡視活動を行った。



139時間

※例年よりも、基準水位を引き下げて、早めの巡視をはじめよう対応しています。

重要水防箇所の見直し

3. 出水期の対応

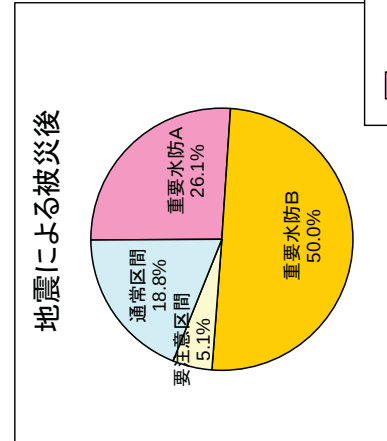
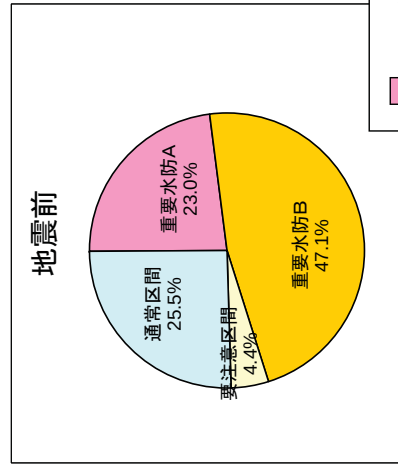
・水防団等の早期出動対応や河川巡視の強化

→本出水期前に、従来の重要水防箇所に加えて、今回の地震の被災程度に応じた内容を追加し、関係機関等に周知
その後、本出水期に入ってから余震を含めて、新たに小規模の被災等があったため、重要水防箇所を追加して再周知

水系	河川名	堤防必要延長 (km)	地震前				地震による被災後				3.11地震による見直しによる増				3.11地震以降の余震等の 地震による被災増(8月末時点)			
			重要水防A	重要水防B	要注意区間	見直した 重要水防A	見直した 重要水防B	見直した 要注意区間	重要水防A (大規模)	重要水防B (中規模)	重要水防区間 (小規模)	重要水防A (大規模)	重要水防B (中規模)	重要水防区間 (小規模)	重要水防A (大規模)	重要水防B (中規模)	重要水防区間 (小規模)	
那珂川	那珂川	171.0	76.9	30.0	0.4	79.5	32.3	4.1	2.6	2.3	3.7	0	0	1箇所:10m	0	0	0	
	藤井川	3.6	3.6	0	0	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	桜川	8.4	0	7.6	0.1	0	7.6	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
久慈川	湍沼川	13.6	12.7	0	0	13.1	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	
	久慈川	56.2	36.9	13.4	0.6	37.6	15.4	0.9	0.7	2.0	0.3	0	0	0	0	0	2箇所:18m	
	山田川	21.0	0.9	16.9	0	1.4	17.6	0.2	0.5	0.7	0.2	0	0	0	0	0	0	
利根川	里川	19.4	17.3	0	0	17.4	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	霞ヶ浦	121.4	1.5	64.3	14.3	10.2	69.6	14.4	8.7	5.3	0.1	0	0	0	0	0	1箇所:1m	
	北浦	74.5	0.3	26.5	17.2	8.5	34.8	17.2	8.2	8.3	0	0	0	0	0	0	0	
利根川下流部	利根川	163.4	33.6	113.0	2.7	37.1	117.6	4.0	3.5	4.6	1.3	0	0	0	0	0	2箇所:60m	
	小貝川	156.6	2.3	109.3	0.1	2.9	109.3	0.6	0.6	0	0.5	0	0	0	0	0	3箇所:20m	
	計	809.1	186.0	381.0	35.4	211.3	404.2	41.5	25.3	23.2	6.1	0	0	0	0	0	0	9箇所

※重要水防箇所のうち工作物を除く

※被災増は、堤防に関する箇所のみ記載



8月末時点の増
余震等により
小規模が増
自治体や水防団へ
再配布

巡視等による堤防異変の早期発見

3. 出水期の対応

- ・被災管所の監視状況や対応の状況については、広く情報を共有化することが必要

○本出水期間中における河川巡視結果(河川巡視、職員による巡視、請負業者による巡視)

本出水期における平常時の点検・巡視頻度			
	河川巡視業務		直轄巡視(職員)
	一般巡視※1	目的別巡視※2	
例年	2巡／週	0.5巡／週	月1回程度
本出水期	2巡／週	0.5巡／週	2日／週

※1:一般巡視とは、車両等を用いて巡回する方法

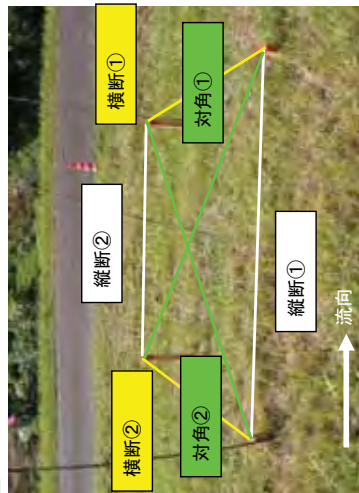
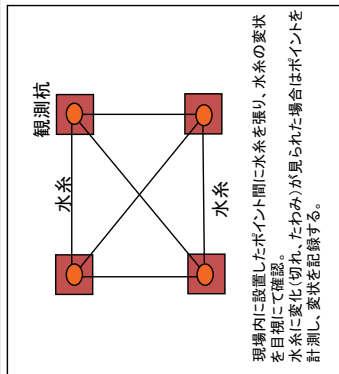
※2: 目的別巡視とは、場所や目的(護岸、樋管等)を絞り巡回する方法

以上、河川巡視規則による。

堤防部分のシート部における点検方法



堤防法面部分の動態観測の点検方法



現場内に設置したポイント間に水系を張り、水系の変状を目標にて確認。
水系に変化(切れ、たわみ)が見られた場合はポイントを計測し、変状を記録する。

流

○チェックリストによる堤防及び構造物の点検

[illegible]

水防工法の的確な対応

3. 出水期の対応

- ・堤防被災と復旧状況を踏まえた水防工法の想定及び必要な資機材の配置

事務所名	箇所数	盛土材 (m3)	ビニール シート 1.8m × 0.9m (枚)	土のう (袋)	大型 土のう 1t (袋)	備蓄ピッチ
利根川下流	52	1,060	256	83,650	1,912	約1km
霞ヶ浦	182	691	469	52,122	0	約1～2km
下館	13	112	56	9,800	0	約2km
常陸	31	872	218	56,140	0	約2～3km

【霞ヶ浦】西浦中岸33.0k～33.75k付近



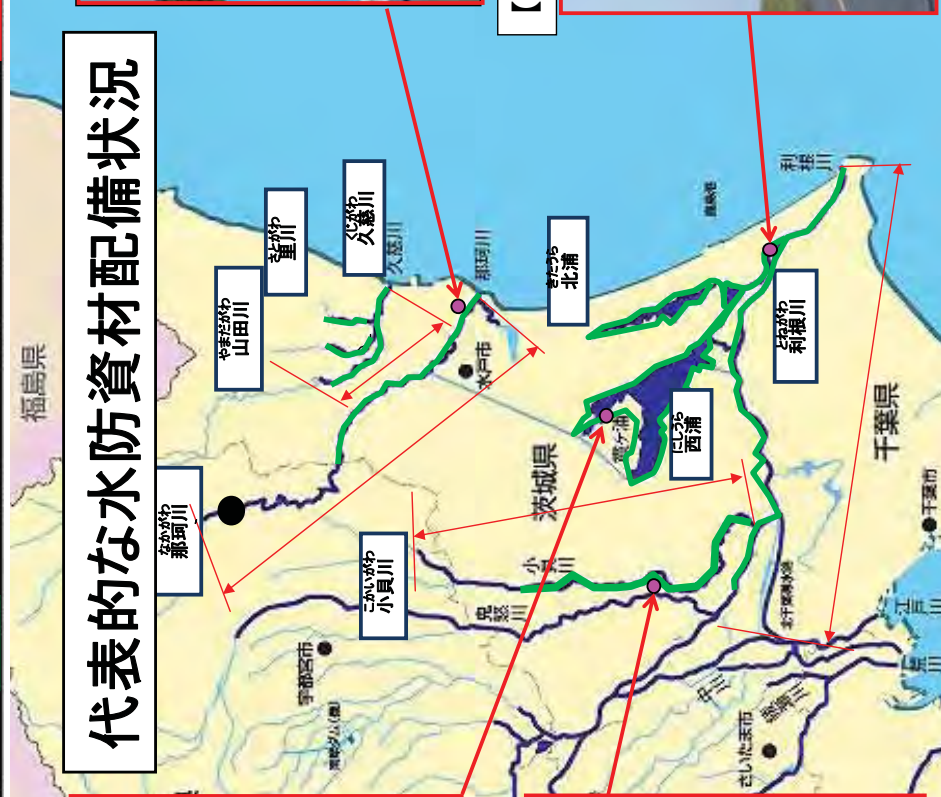
【現地看板】

【下館】小貝川右岸30.2k付近



【現地看板】

代表的な水防資材配備状況



【常陸】那珂川左岸5.8k付近

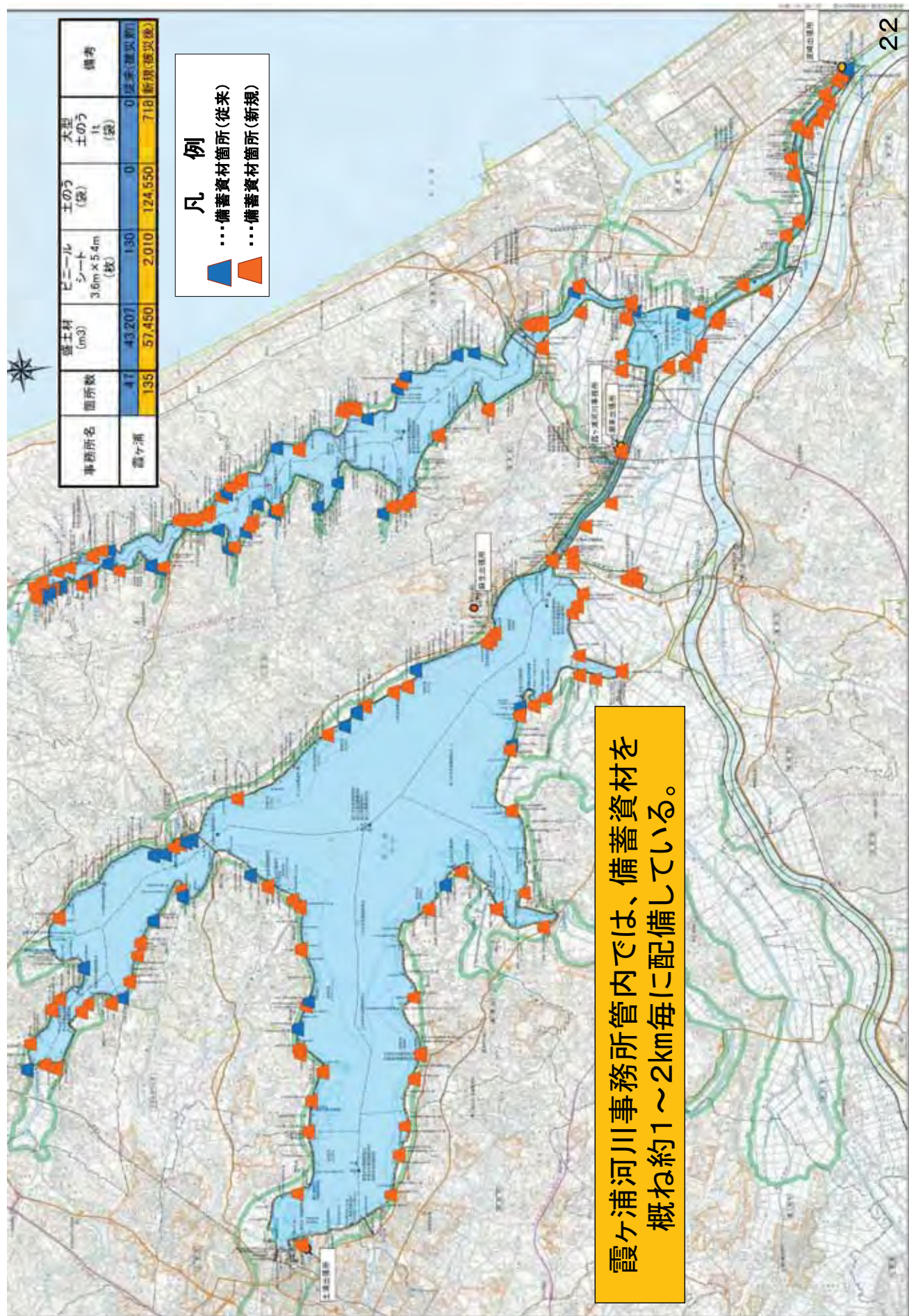


【利根川下流】利根川 左岸23.0k付近



備蓄資材箇所 位置図(霞ヶ浦河川事務所)

3. 出水期の対応



自治体・住民との協力体制の構築（情報提供等）

3. 出水期の対応

- ・自治体の公報等を通じた住民への情報提供及び情報収集体制の強化を実施
 - 各河川の被災状況や重要水防箇所、巡視方法等を水防協議会や合同巡視にて、自治体及び水防団に説明し、事務所のホームページにも内容を掲載
- 沿川住民には、チラシを作成して配布するとともに、沿川自治体にも協力を依頼して広報誌にも掲載

【例】ホームページにて周知

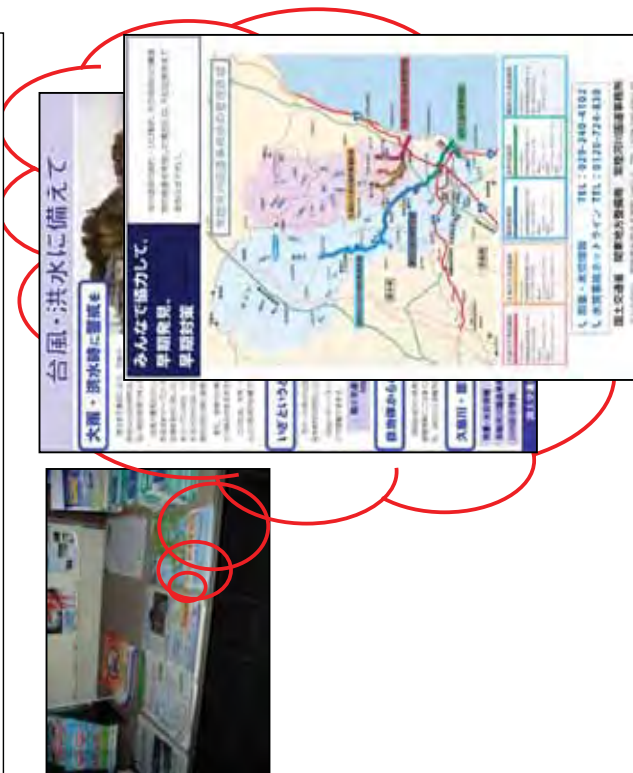


【例】水防協議会や合同巡視にて周知



水防協議会

【例】チラシを作成して周知



【例】自治体の広報誌に掲載して周知

