

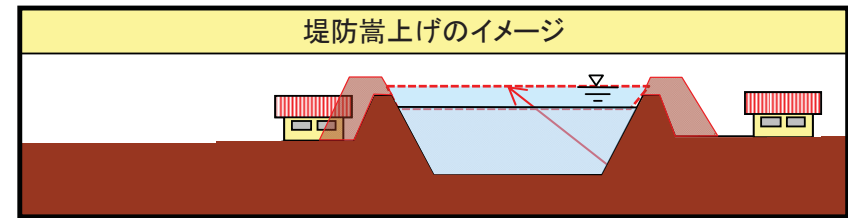
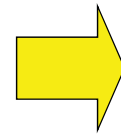
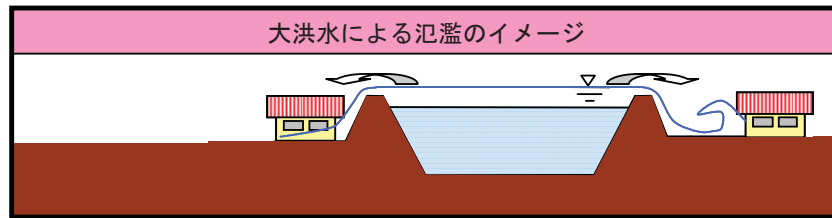
【堤防強化案（嵩上げ案）】

＜球磨川本川＞

<堤防嵩上げ案の内容>

堤防の嵩上げは、堤防の高さを上げることによって河道の流下能力を向上させる方策である。ただし、水位の上昇により、仮に決壊した場合、被害が現状より大きくなるおそれがある。嵩上げを行う場合は、地盤を含めた堤防の強度や安全性について照査を行うことが必要である。治水上の効果として、河道の流下能力を向上させる効果があり、効果が発現する場所は対策実施箇所付近である。

※流下能力：川が流すことのできる洪水の規模(流量)



既存の堤防を嵩上げすることにより、河川の断面積が大きくなり、流下能力が向上する



計画高水位が上がる



※高さが不足していた堤防を嵩上げたもの

- 堤防の高さの基準となるのは「計画高水位」であり、これに所要の「余裕高」を加算したものが堤防の高さとなる。
- 余裕高は計画高水位に加算すべき高さの慣用的な呼称であって、計画上の余裕を意味するものでないことから、「堤防の高さを嵩上げする」ということは、「計画高水位を上げる」ことである。
- 「計画高水位を上げる」ということは、堤防の高さ以外に、主に以下のようなことに留意が必要である。
 - ①流下能力の評価や河道水位による評価における基準を変更するということであり、本川の河道計画はもちろんのこと、支川の河道計画や内水処理計画に関係している。
 - ②堤防をはじめとする河川管理施設の設計に計画高水位は基準として用いられており、高さだけでなく、浸透に対する安定の検討など構造上の検討においても基準とされていることから、全ての河川管理施設の安全性に関係している。
 - ③河川管理者以外が設置する許可工作物の許認可の判断基準の一つに用いられており、橋梁の桁下高や取排水施設の高さなどに関係することから、道路や上下水道などのインフラに関係している。
- また、堤防が高いほど、計画を上回る洪水が発生した場合にはより高い水位で越水することになり、一般的に浸水の広がりや深さが大きくなる。このような水害時のリスクの増大を将来にわたり地域が抱え込むことになるため、より慎重な対応が必要となる。

【参考】「河川砂防技術基準（同解説）計画編」より

計画高水位決定の基本

計画高水位が定められている河川で河道計画の見直しを行う場合には、原則として既往の計画高水位を上回らないよう定めるものとする。やむを得ず部分的に計画高水位を上げることが必要となる場合においても、その範囲はできるだけ小さくするものとし、できる限り既往洪水の最高水位以下にとどめることが望ましい。

捷水路及び放水路などの新川の整備のように過去に計画高水位の定められていない河川や全面的な河川改修を行う河川で新たに計画高水位を定める場合には、接続する河川の計画高水位や地域の特性等を考慮しつつ、沿川の地盤高を上回る高さが極力小さくなるよう計画高水位を定めるものとする。特に、計画の規模の小さい河川で、下流河道の条件を考慮しても十分に水面勾配がとれる場合には、計画高水位を地盤高程度に設定するものとする。

解説

(略) 部分的な場合を除き現実的ではないばかりでなく、洪水をできるだけ低い水位で流すという治水の大原則に反するものであることから、既往の計画高水位を踏襲するのが一般的である。

○堤防の嵩上げは、堤防が高いほど、計画を上回る洪水が発生した場合には、より高い水位で越水することになり、一般的に浸水の広がりや深さが大きくなり、水害時のリスクが大きい。

堤防を高くする

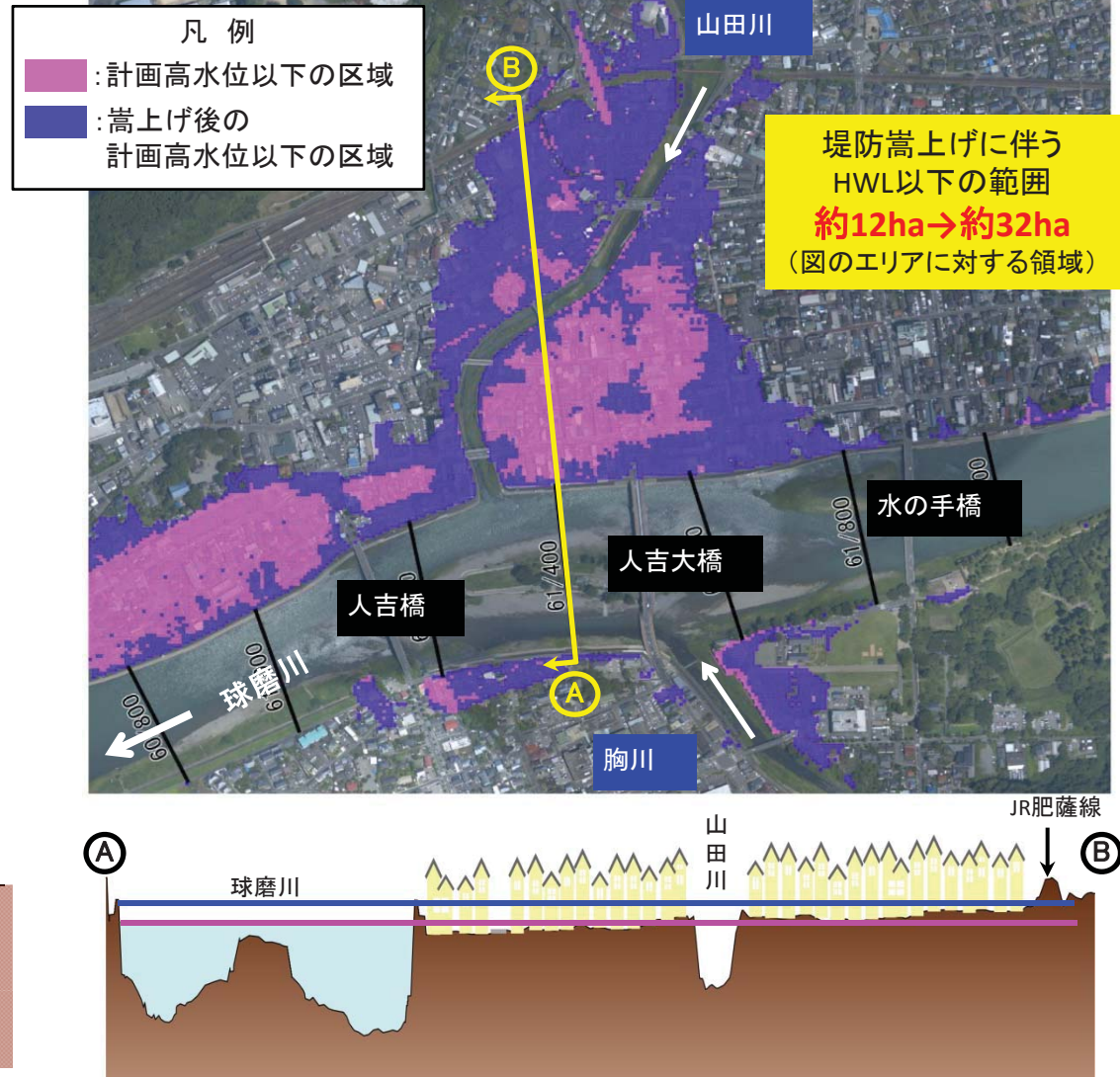
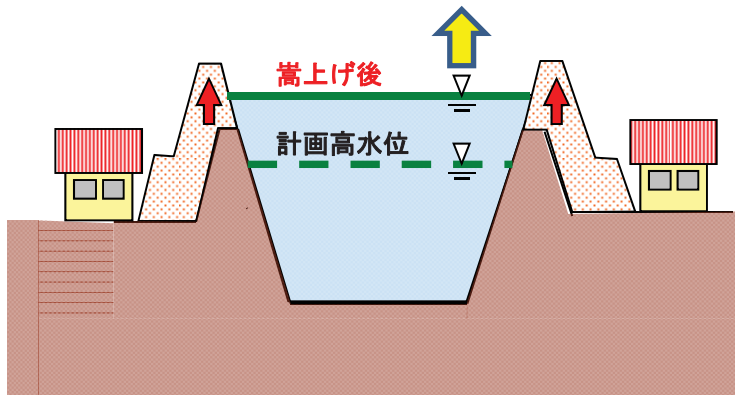


河川水位が高くなる



水害時のリスクの増大

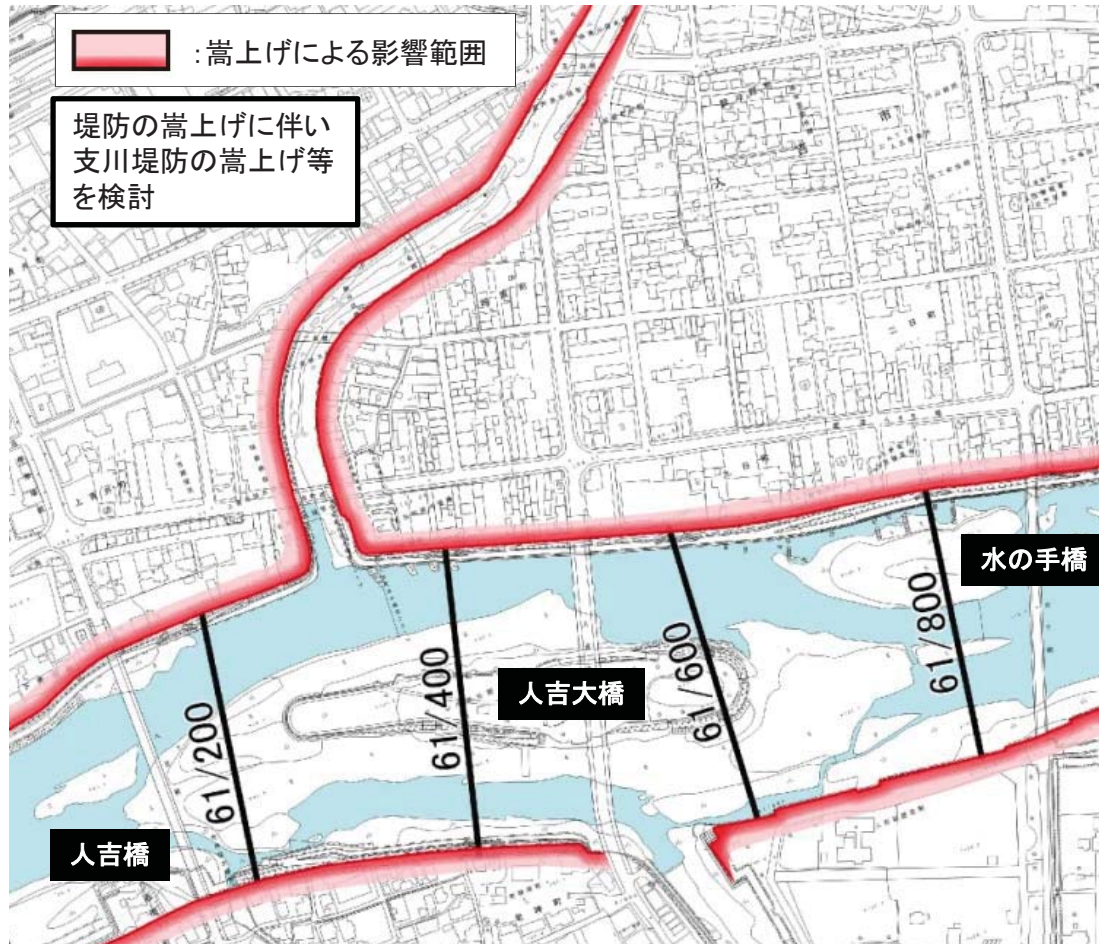
(水害時のリスクの増大を将来にわたり地域が抱え込むことになる)



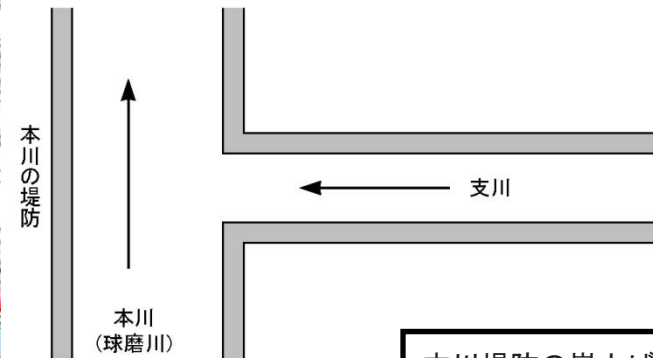


平成17年9月6日出水時の人吉地区九日町地区の状況写真に堤防嵩上げ時の計画高水位、堤防高を記載。

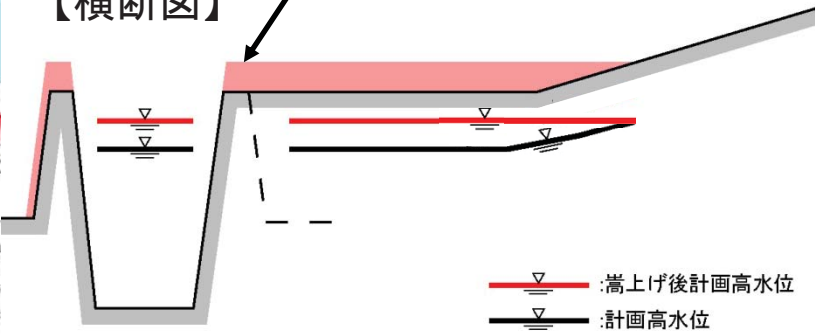
○本川堤防の嵩上げに伴って、支川堤防の嵩上げや内水処理対策等の検討が必要となる。



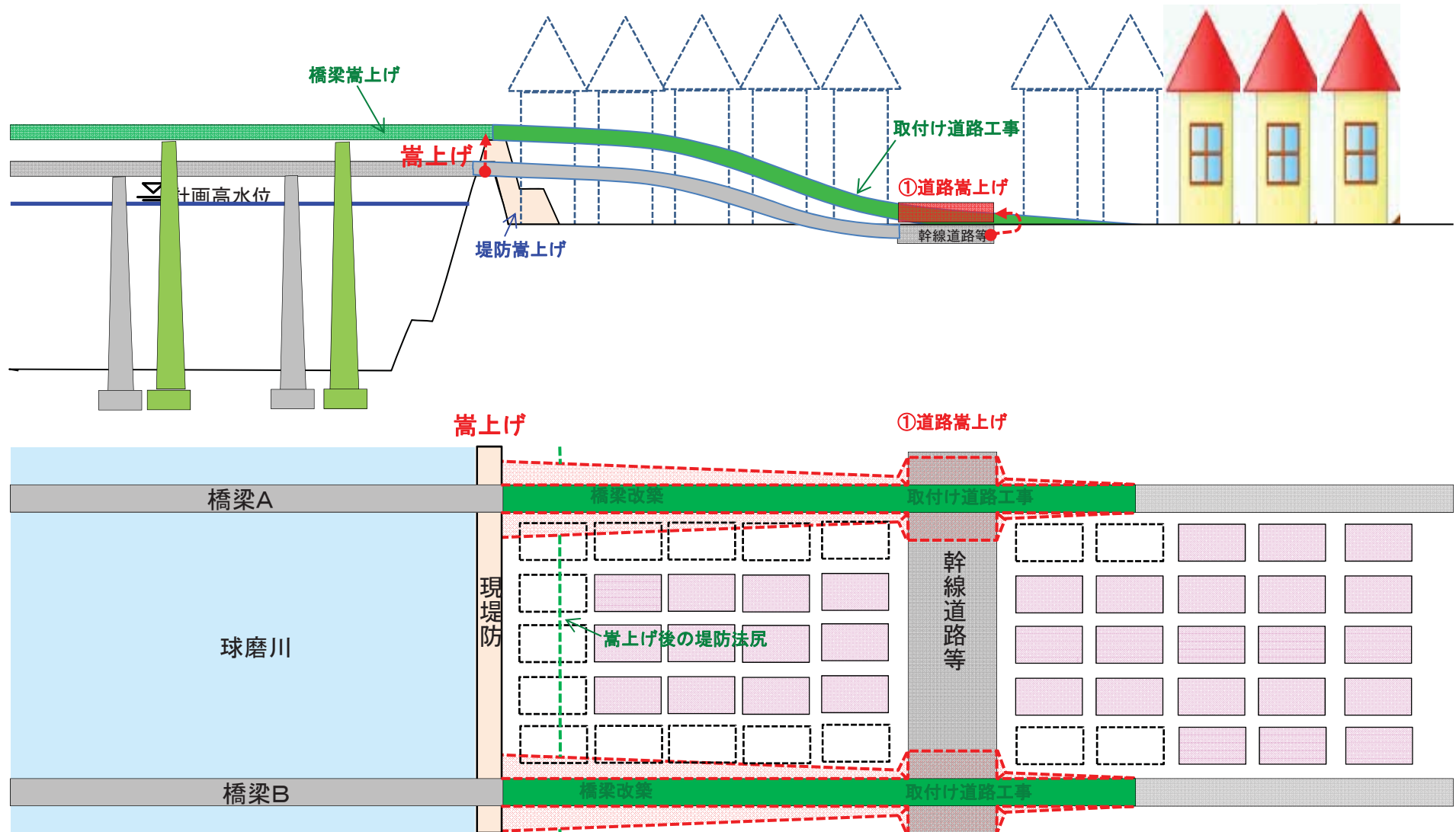
【平面図】



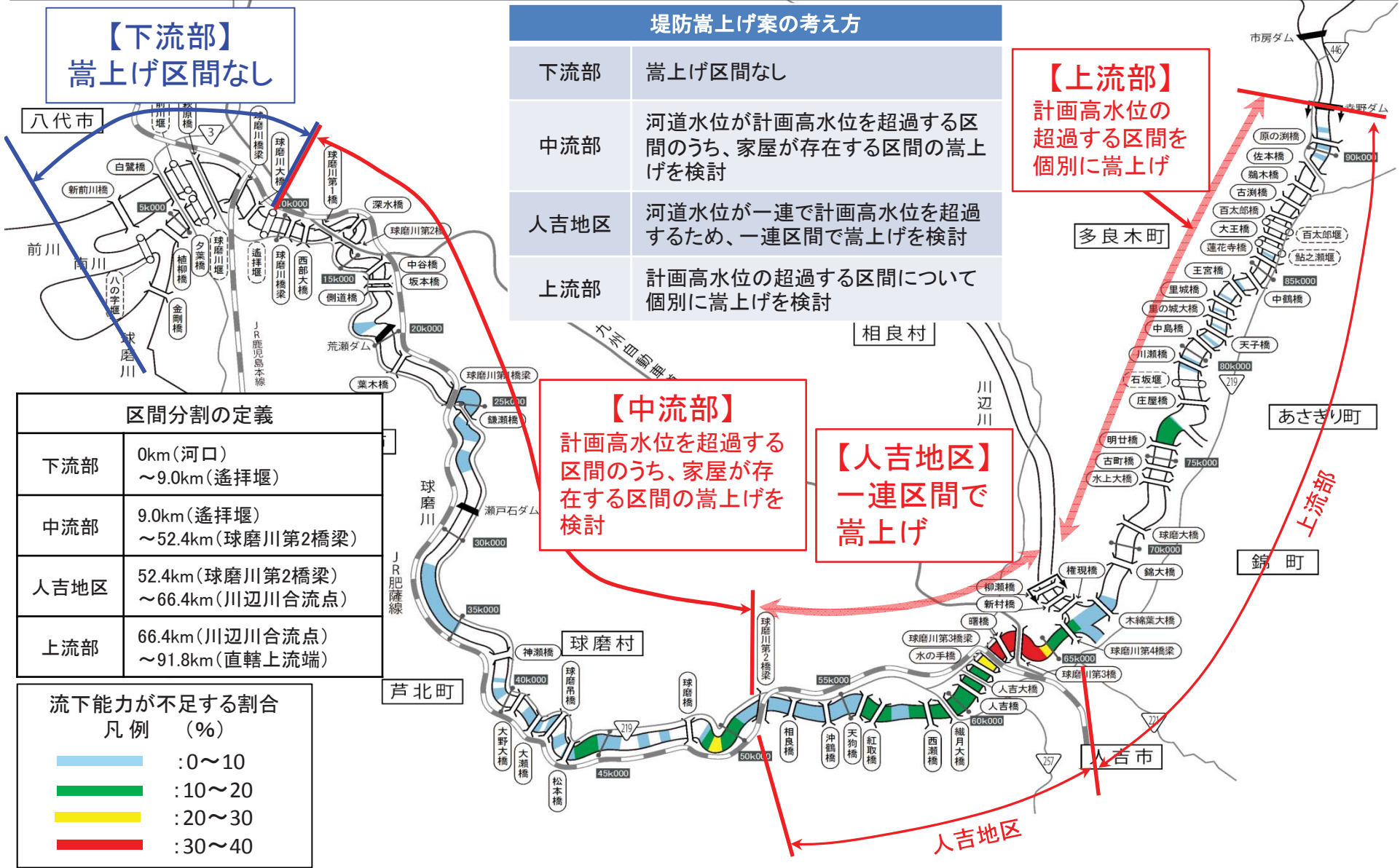
【横断図】



○堤防の嵩上げに伴い、橋梁の嵩上げが必要となり、現在の通行状況を維持するため、橋梁への取り付け道路の整備、道路に隣接する家屋の補償等も併せて必要となる。



○「検討する場」で積み上げた対策実施後の河道において、河道水位が計画高水位を超過する区間を嵩上げ対象区間とする。



【下流部】
嵩上げ区間なし

下流部	嵩上げ区間なし
中流部	河道水位が計画高水位を超過する区間のうち、家屋が存在する区間の嵩上げを検討
人吉地区	河道水位が一連で計画高水位を超過するため、一連区間で嵩上げを検討
上流部	計画高水位の超過する区間について個別に嵩上げを検討

【上流部】
計画高水位の超過する区間を個別に嵩上げ

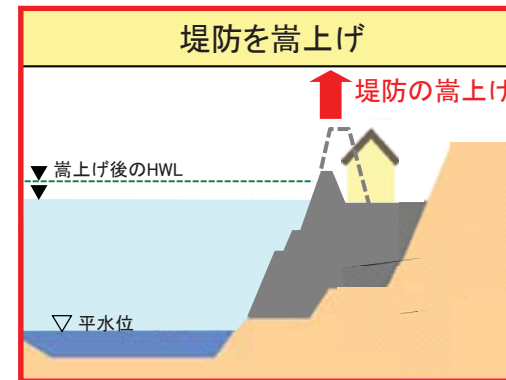
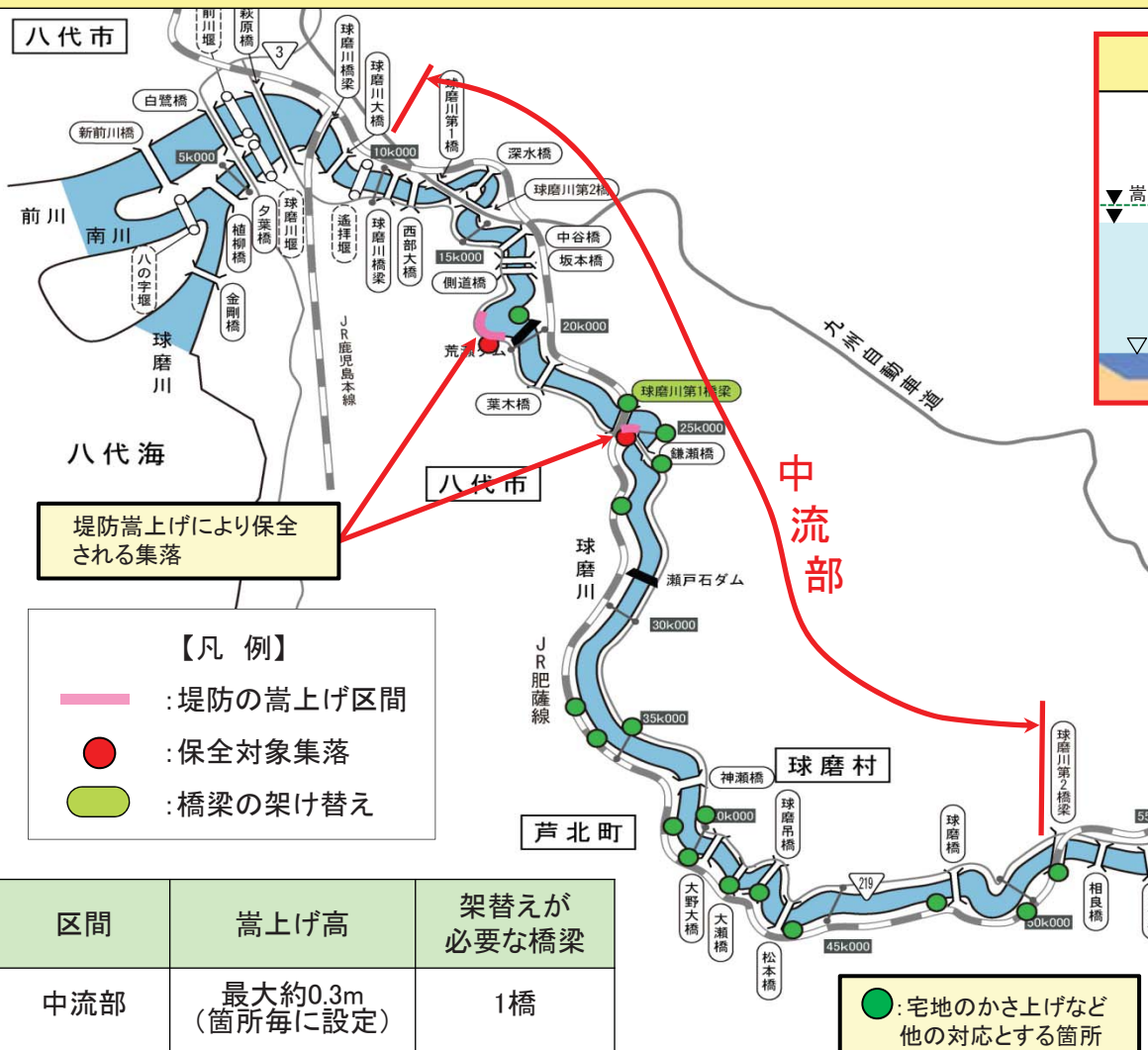
【中流部】
計画高水位を超過する区間のうち、家屋が存在する区間の嵩上げを検討

【人吉地区】
一連区間で嵩上げ

下流部	0km(河口) ~ 9.0km(遙拝堰)
中流部	9.0km(遙拝堰) ~ 52.4km(球磨川第2橋梁)
人吉地区	52.4km(球磨川第2橋梁) ~ 66.4km(川辺川合流点)
上流部	66.4km(川辺川合流点) ~ 91.8km(直轄上流端)

	: 0~10
	: 10~20
	: 20~30
	: 30~40

- 家屋が存在する区間においては堤防嵩上げ(最大で約0.3m)を行う。
- ※山間狭窄部で堤防の嵩上げにより宅地が失われる場合は、宅地のかさ上げなど他の方法で対応する。
- 橋梁架け替え:1橋



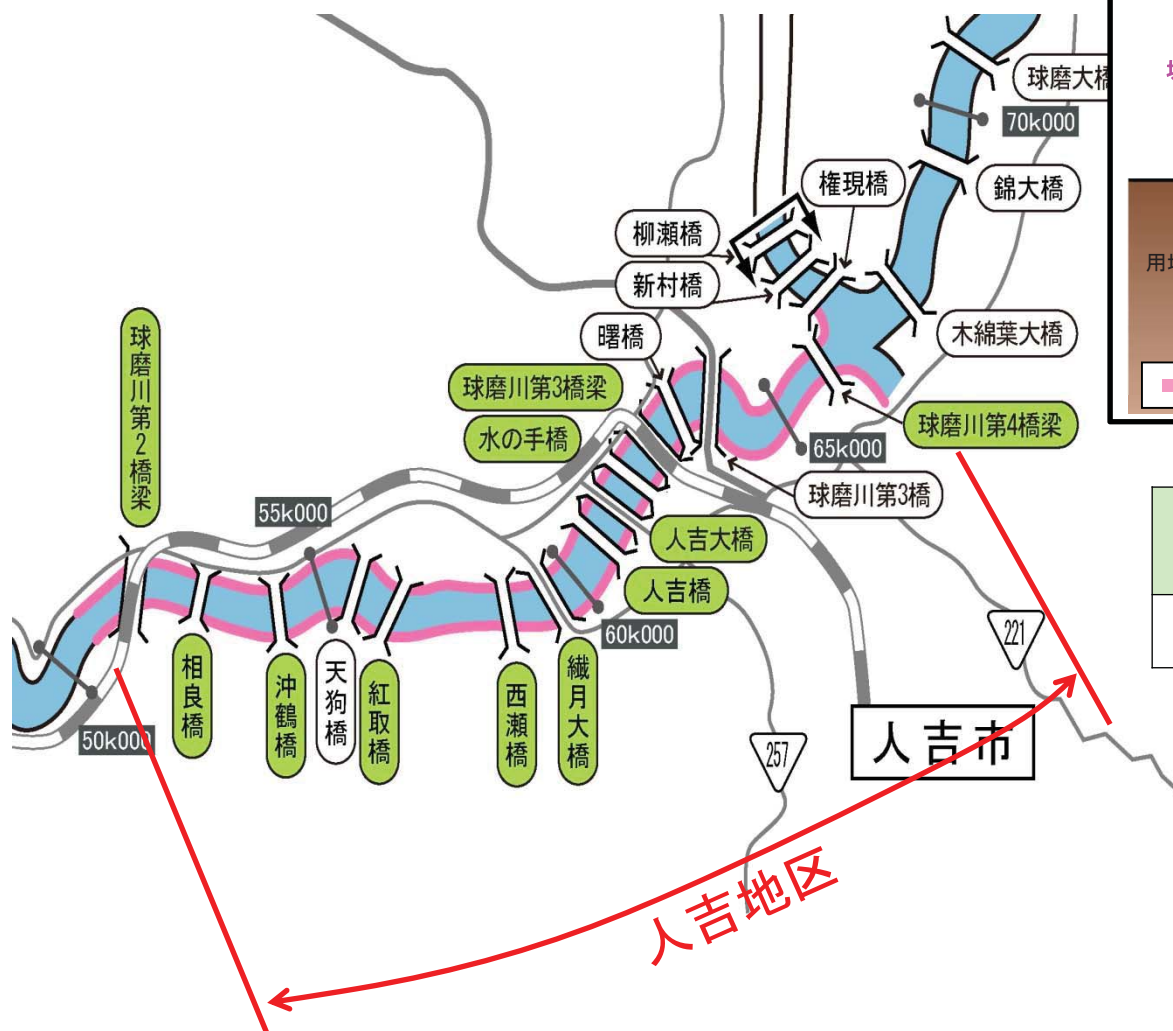
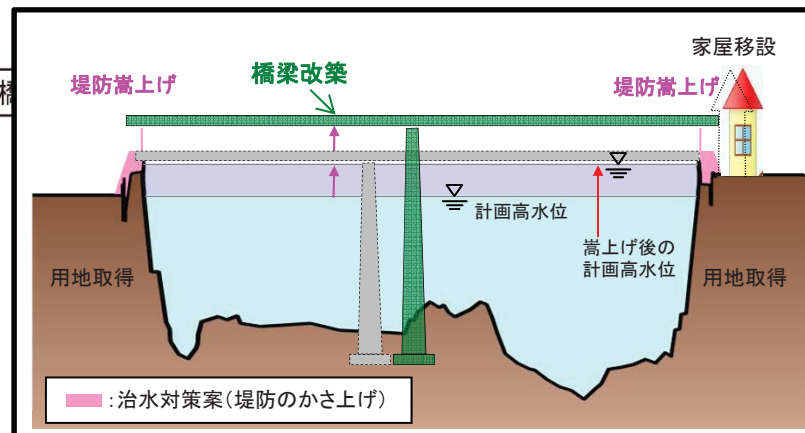
【中流部 (24k600付近)】



【球磨川本川】堤防嵩上げ案の概要(人吉地区)

- 計画高水位を超過する一連区間を対象として堤防嵩上げ
嵩上げ高 : 約0.9m~1.3m、嵩上げ延長 : 約24km(両岸)
- 橋梁架け替え : 11橋

嵩上げイメージ(人吉市街部)



区間	嵩上げ高	架替えが必要な橋梁
人吉地区	約0.9~1.3m	11橋

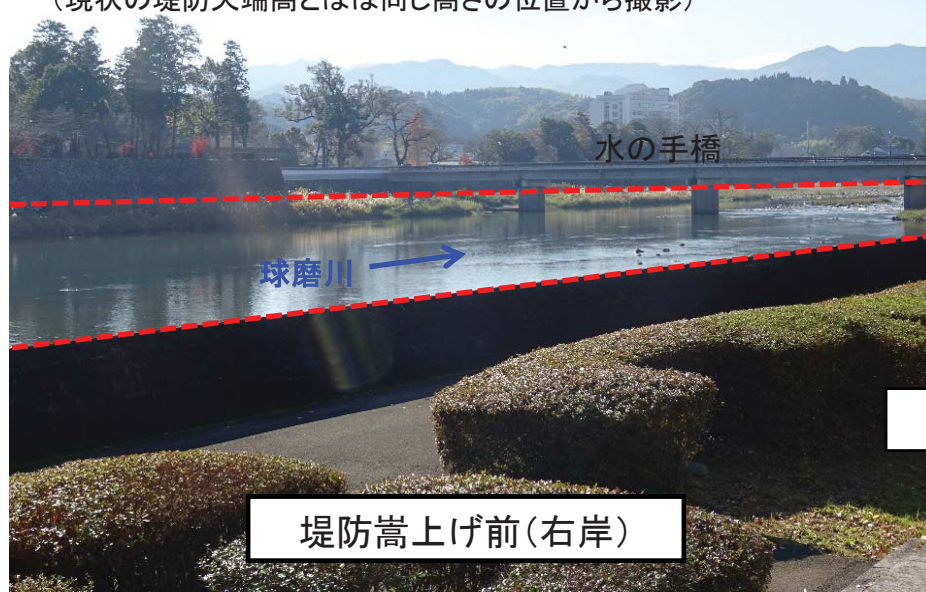
【凡例】

- (pink line) : 堤防の嵩上げ区間
- (green oval) : 橋梁の架け替え

- 沿川の家屋や温泉旅館、ホテル、病院等200戸以上の移転、用地買収約13ha
- 人吉地区の嵩上げ案の構造は、現況堤防と同様に、土堤と特殊堤(胸壁:パラペット)の構造としている。
なお、河川管理施設等構造令において「胸壁を除いた部分の高さは、計画高水位以上とする」とされていることから、特殊堤のみによる嵩上げは適用できない。

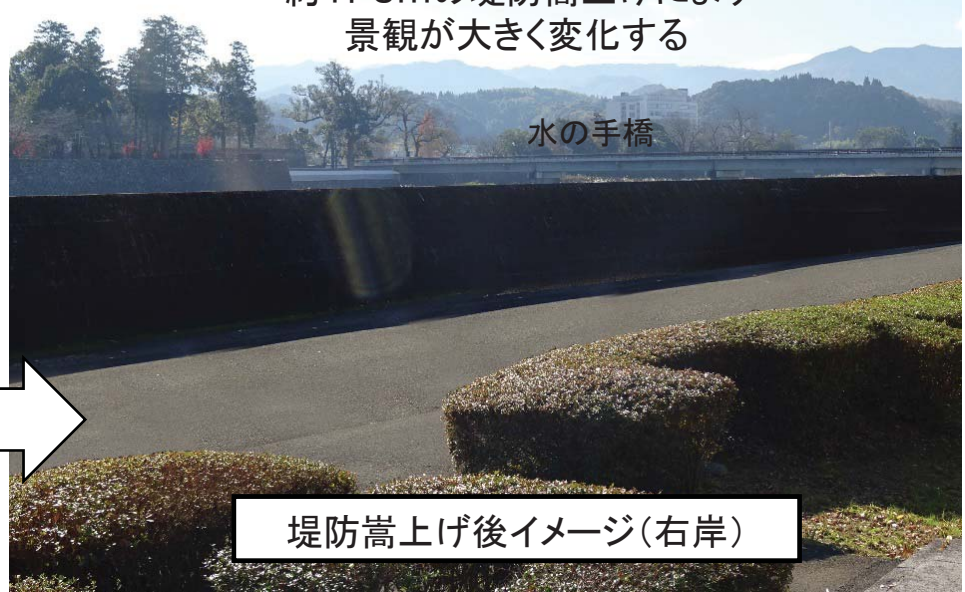
球磨川本川 中津留美術館付近より下流方向を望む
(現状の堤防天端高とほぼ同じ高さの位置から撮影)

右岸側の嵩上げイメージ



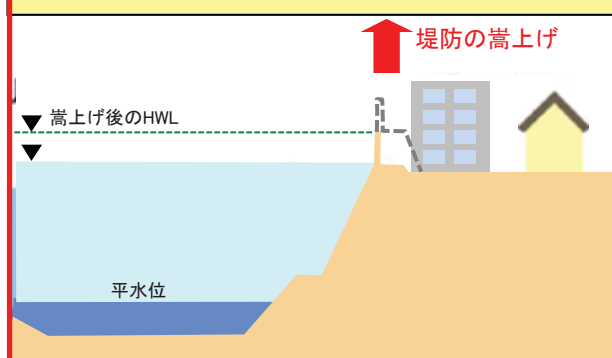
堤防嵩上げ前(右岸)

約1.3mの堤防嵩上げにより
景観が大きく変化する



堤防嵩上げ後イメージ(右岸)

堤防を嵩上げは民家等の移転に伴う



左岸側の嵩上げイメージ

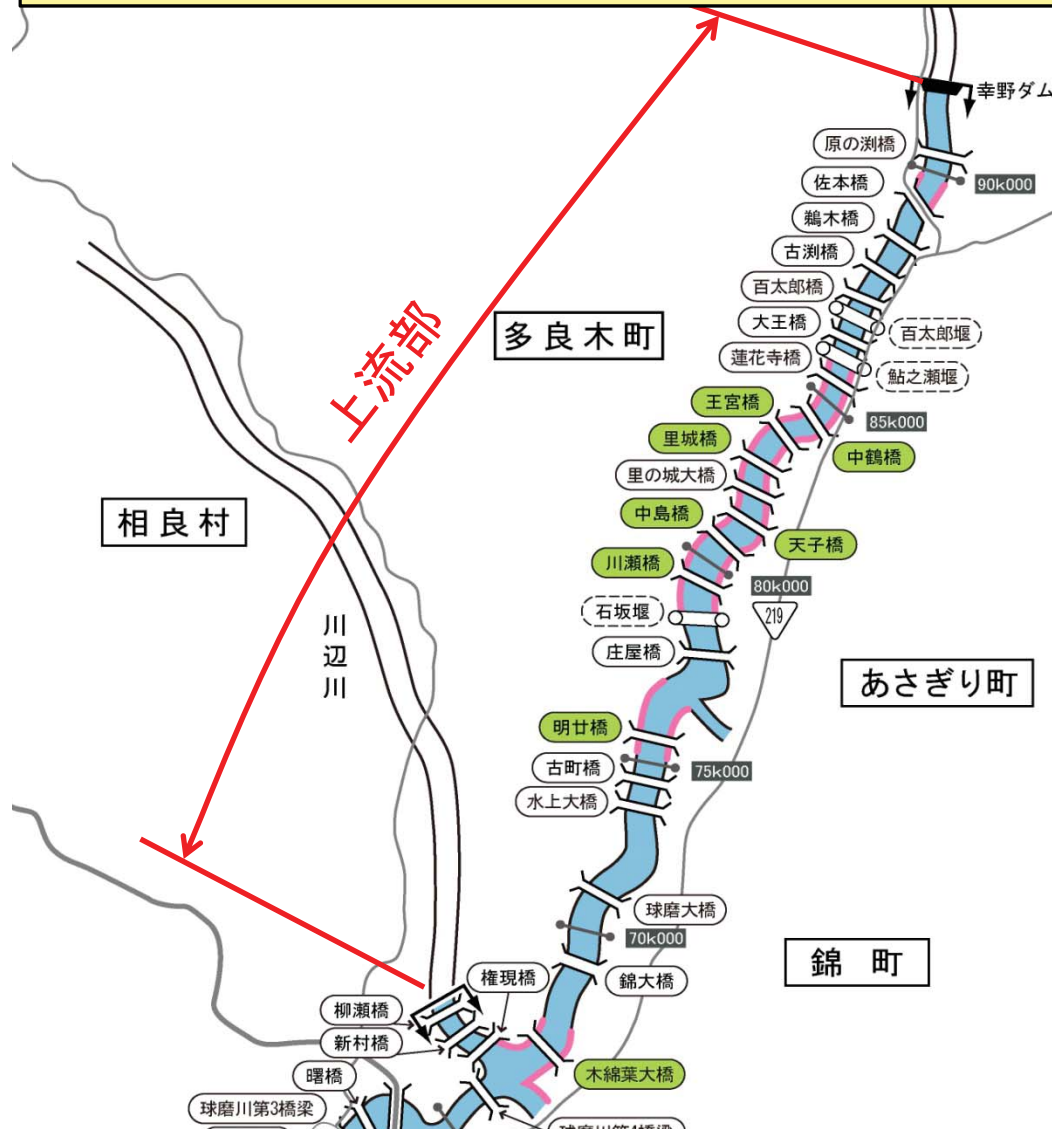


背後地を
用地買収

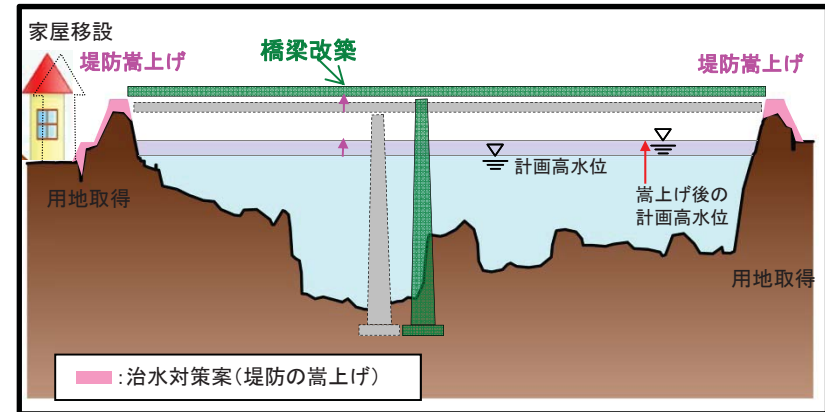
○球磨川本川沿いおよび支川沿いの温泉旅館、病院などが移転の対象となり、社会的影響が大きい。



- 計画高水位を超過する区間を個別に堤防嵩上げ
- 嵩上げ高 : 約0.3m~0.5m、嵩上げ延長 : 約16km(両岸)
- 橋梁架け替え : 8橋



嵩上げイメージ(上流部)



区間	嵩上げ高	架替えが必要な橋梁
上流部	約0.3~0.5m	8橋

【凡例】

- : 堤防の嵩上げ区間
- : 橋梁の架け替え

○沿川の家屋等の移転、用地買収約3ha。



— : 堤防嵩上げ

○ : 橋梁架替え

項目	中流部(9.0km～52.4km)	人吉地区(52.4km～66.4km)	上流部(66.4km～91.8km)
◆場所、 対策の規模 (延長、量等)	【計画高水位を超過する区間のうち、家屋が存在する区間の堤防嵩上げ】 ・嵩上げ高さ：最大約0.3m ・橋梁架け替え：1橋 ・その他、支川改修、内水処理計画の見直し、許可工作物の改築等の対策が必要 ※山間狭窄部で堤防の嵩上げにより宅地が失われる場合は、家屋かさ上げなど他の方法で対応する	【計画高水位を超過する一連区間を対象として堤防嵩上げ】 ・嵩上げ高：約0.9m～1.3m ・嵩上げ延長：約24km(両岸) ・橋梁架け替え：11橋 ・その他、支川改修、内水処理計画の見直し、許可工作物の改築等の対策が必要 ※人吉地区の嵩上げ案の構造は、現況堤防と同様に土堤のみ、あるいは土堤と特殊堤(胸壁：パラペット)の構造としている。尚、河川管理施設等構造令において「胸壁を除いた部分の高さは、計画高水位以上とする」とされていることから、特殊堤のみによる嵩上げは対応できない。	【計画高水位を超過する一連区間を対象として堤防嵩上げ】 ・嵩上げ高：約0.3m～0.5m ・嵩上げ延長：約16km(両岸) ・橋梁架け替え：8橋 ・その他、支川改修、内水処理計画の見直し、許可工作物の改築等の対策が必要
◆現在の土地利用、 補償用地面積・ 家屋数	堤防嵩上げ箇所において、用地買収0.1ha	沿川の家屋や温泉旅館、ホテル、病院等200戸以上の移転、用地買収13ha	沿川の家屋等の移転、用地買収約3ha
◆事業費、 維持管理費 ◆県の負担	組み合わせ案を検討していく中で提示予定	組み合わせ案を検討していく中で提示予定	組み合わせ案を検討していく中で提示予定
◆概ねの工期 ◆事業手順、 段階的な安全度の確保	組み合わせ案を検討していく中で提示予定	組み合わせ案を検討していく中で提示予定	組み合わせ案を検討していく中で提示予定
◆効果の範囲	堤防嵩上げ箇所においては、計画高水位以下となり、治水安全度は向上する	対策実施区間において、その規模に応じて効果を発現する	対策実施区間において、その規模に応じて効果を発現する
◆超過外力発生時の状態	河道の水位は計画高水位を超える区間が生じる ※堤防の嵩上げによって洪水時の河川水位を高くすることとなるため、目標を上回る洪水時には、他の対策案よりも決壊時のリスクが大きくなる		
◆他河川での実施例	計画堤防高および計画高水位が既定されている直轄管理区間において、計画堤防高を更に引き上げる堤防嵩上げは一般的には行われていない		

・一時的に効果を発揮する堤防嵩上げであるモバイルレバー(可搬式の特殊堤防)は、強度や安定性等について今後調査研究が必要

【堤防強化案（嵩上げ案）】

<川辺川筋>

○堤防の嵩上げは、堤防が高いほど、計画を上回る洪水が発生した場合には、より高い水位で越水することになり、一般的に浸水の広がりや深さが大きくなり、水害時のリスクが大きい。

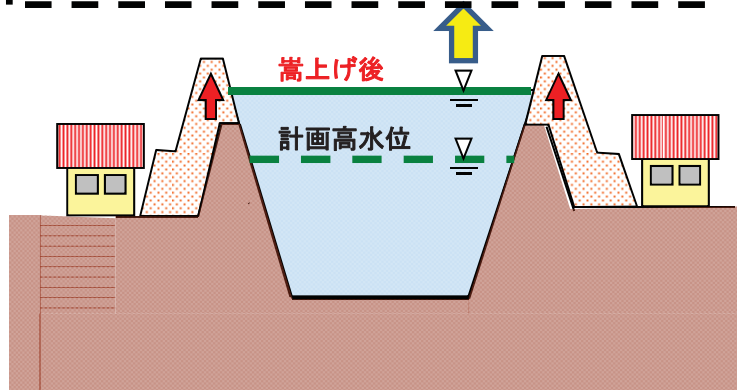
堤防を高くする



河川水位が高くなる

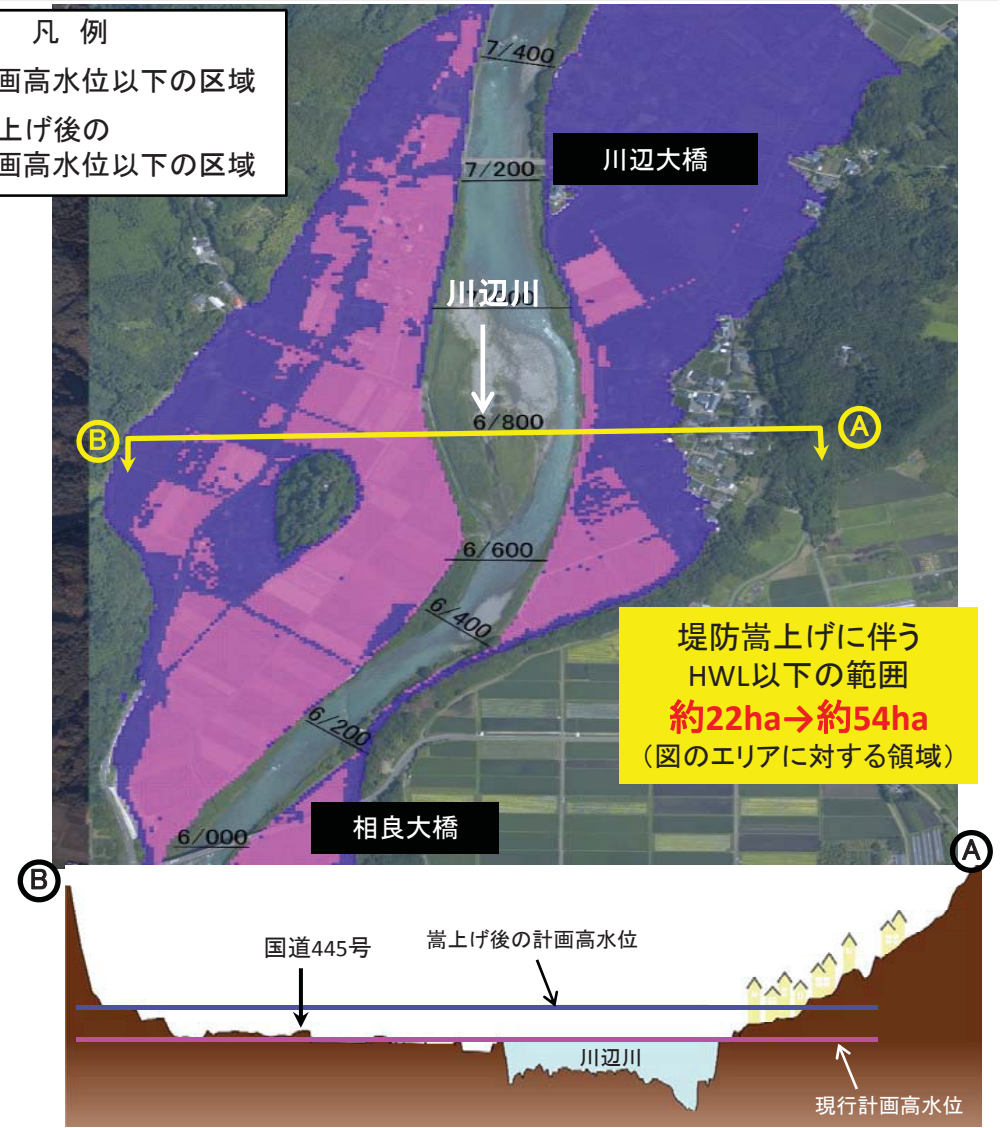


水害時のリスク大
 (水害時のリスクの増大を将来にわたり地域が抱え込むことになる)

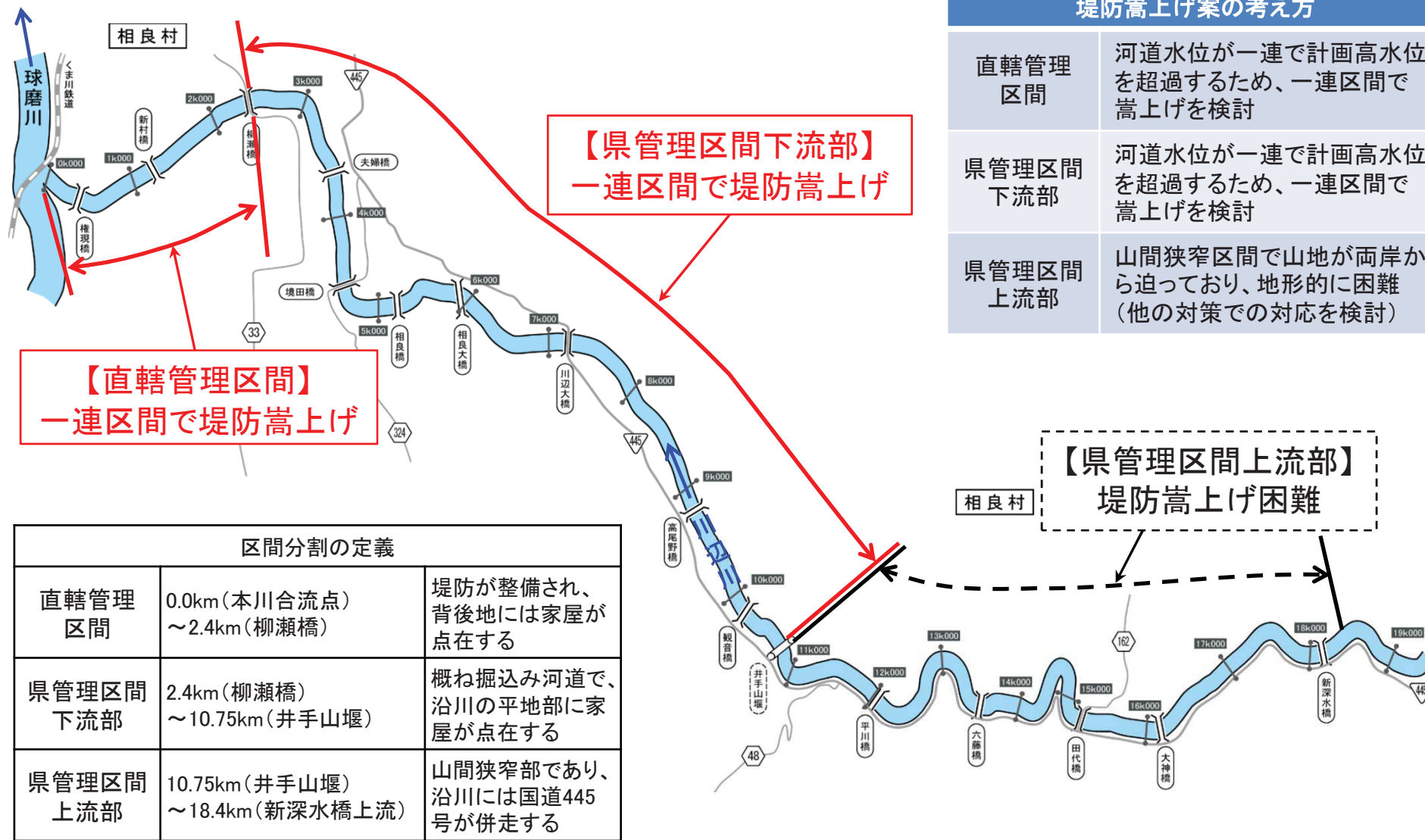


凡例

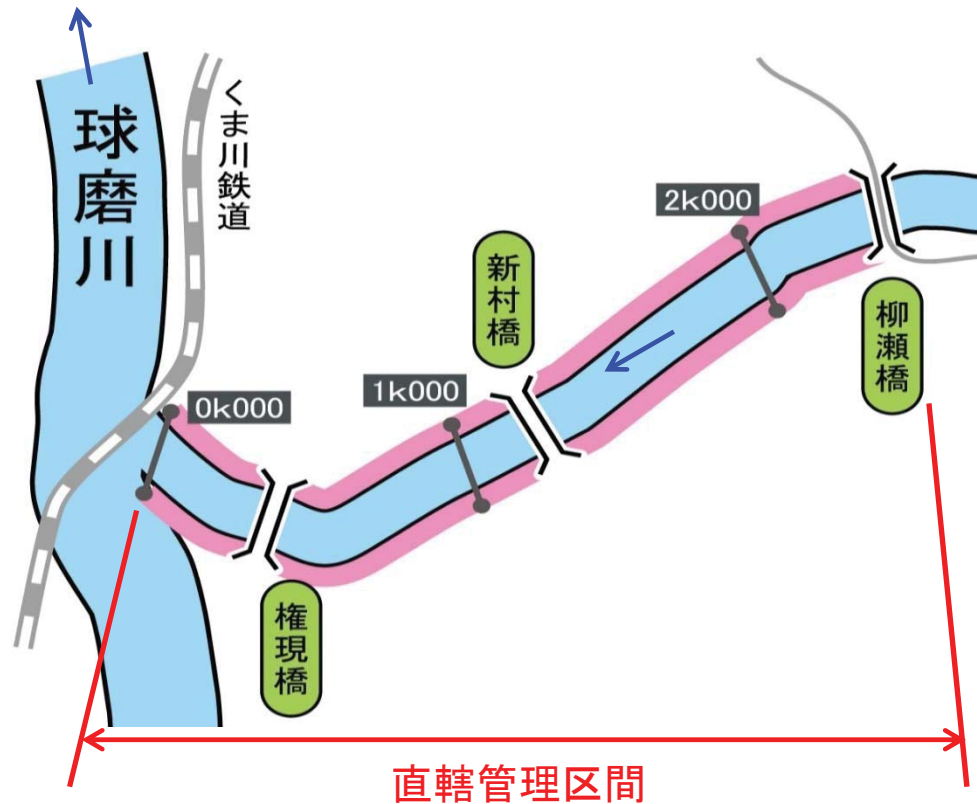
- : 計画高水位以下の区域
- : 嵩上げ後の計画高水位以下の区域



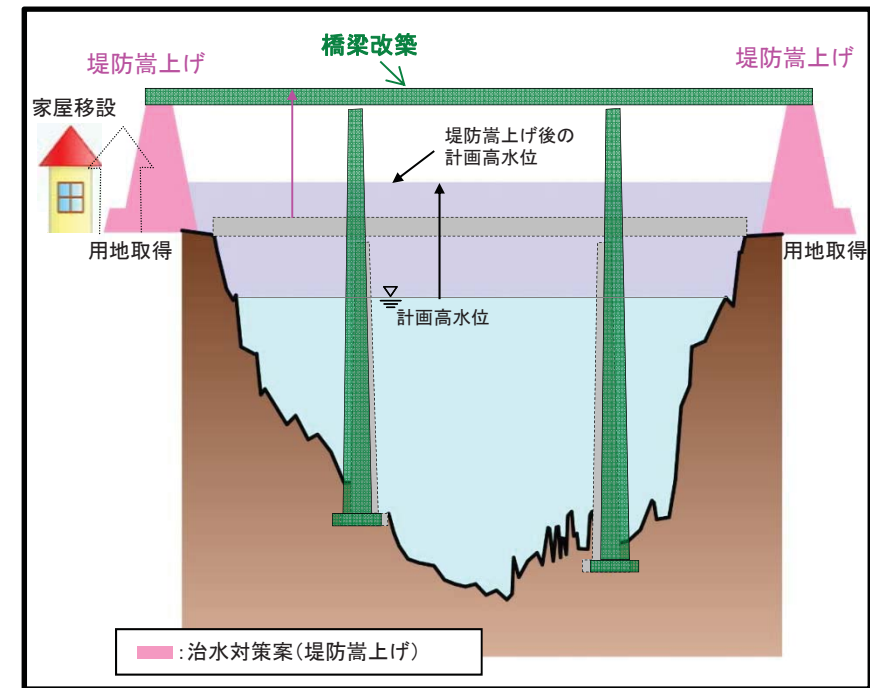
○「検討する場」で積み上げた対策実施後の河道において、河道水位が計画高水位を超過する区間を堤防嵩上げの検討対象とする



- 直轄管理区間では、計画高水位を超過する一連区間を対象として堤防嵩上げ
嵩上げ高：約1.3m～2.2m、嵩上げ延長：約5km(両岸)
- 橋梁架け替え：3橋



堤防嵩上げイメージ(直轄管理区間)



区間	堤防嵩上げ高	架け替えが必要な橋梁
直轄管理区間	最大約2.2m (箇所毎に設定)	3 橋

【凡例】

- : 堤防嵩上げ区間
- : 橋梁の架け替え

○沿川の家屋約20戸の移転、用地買収約8ha。

右岸側の堤防嵩上げイメージ

【凡 例】

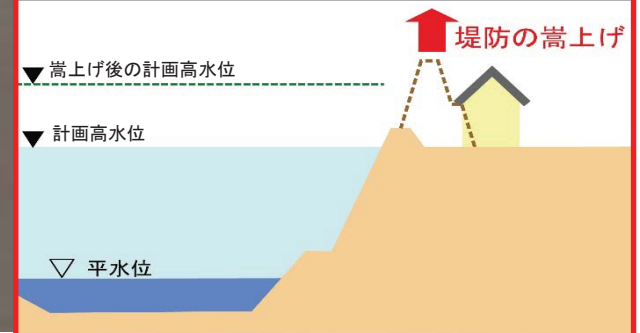
--- : 現況堤防

■ : 嵩上げ後の堤防

堤防嵩上げ
(約1.3m~2.2m)

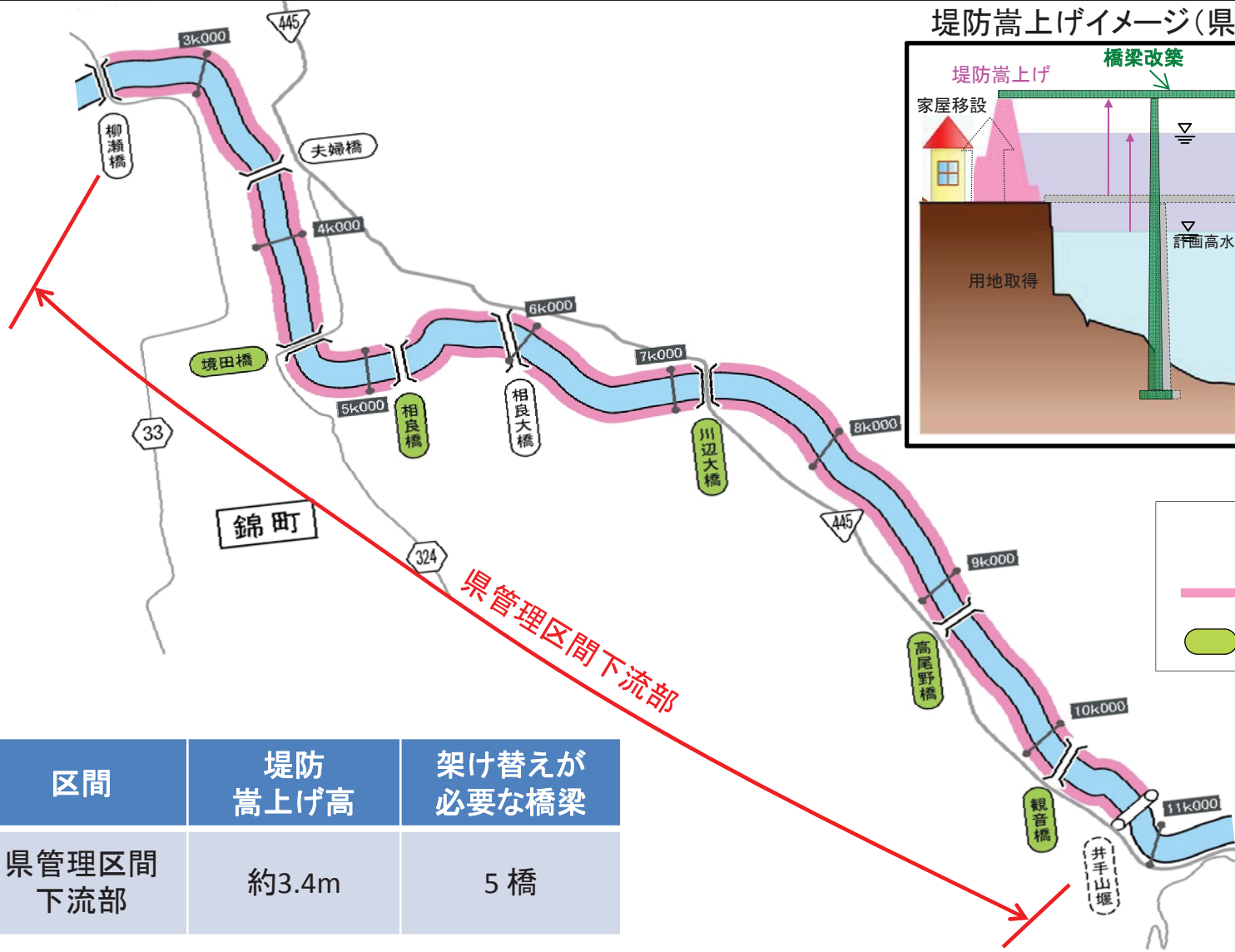
川辺川

堤防嵩上げは、民家等の移転を伴う

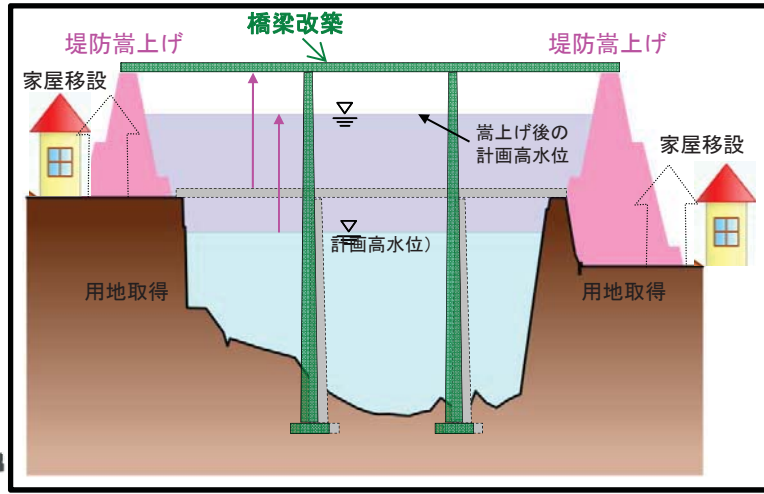


【川辺川筋】堤防嵩上げ案の概要(県管理区間下流部)

- 県管理区間下流部では、計画高水位を超過する一連区間を対象として堤防嵩上げ
嵩上げ高 : 約3.4m、嵩上げ延長 : 約17km(両岸)
- 橋梁架け替え : 5橋



堤防嵩上げイメージ(県管理区間下流部)



- 【凡例】
- : 堤防嵩上げ区間
 - : 橋梁の架替え

区間	堤防嵩上げ高	架け替えが必要な橋梁
県管理区間下流部	約3.4m	5橋

○川辺川沿いの家屋約40戸の移転、用地買収約37ha。

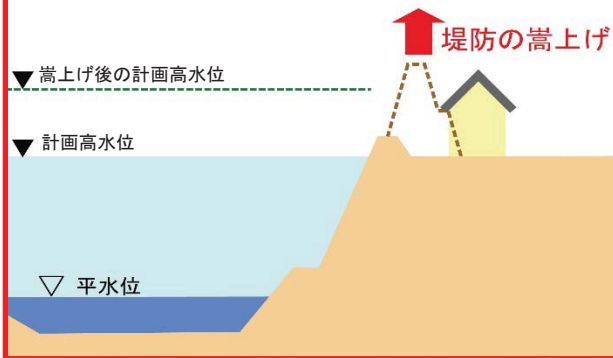
右岸側の堤防嵩上げイメージ

【凡例】

- : 現況堤防
- : 嵩上げ後の堤防



堤防嵩上げは、民家等の移転を伴う



堤防嵩上げ
(約3.4m)

■ 県管理区間上流部（10.75km～18.4km）

○ 県管理区間上流部は、ほとんどが山間狭窄区間で山地が両岸から迫っており、地形的に困難であることから、**堤防嵩上げによる対策は採用しないものとした。**



項目	直轄管理区間(0k000～2k400)	県管理区間下流部(2k400～10k750)
◆場所、 対策の規模 (延長、量等)	<ul style="list-style-type: none"> ・嵩上げ高：最大約2.2m(箇所毎に設定) ・嵩上げ延長：約5km(両岸) ・橋梁架け替え：3橋 	<ul style="list-style-type: none"> 嵩上げ高：約3.4m 嵩上げ延長：約17km(両岸) 橋梁架け替え：5橋
◆現在の土地利用、 補償用地 面積・家屋数	<ul style="list-style-type: none"> ・沿川の家屋約20戸の移転、用地買収約8ha 	<ul style="list-style-type: none"> ・沿川の家屋約40戸の移転、用地買収約37ha
◆事業費、 維持管理費 ◆県の負担	組み合わせ案を検討していく中で提示予定	組み合わせ案を検討していく中で提示予定
◆概ねの工期 ◆事業手順、 段階的な安全 度の確保	組み合わせ案を検討していく中で提示予定	組み合わせ案を検討していく中で提示予定
◆効果の範囲	<ul style="list-style-type: none"> ・対策実施区間において、その規模に応じて効果を発現する 	<ul style="list-style-type: none"> ・対策実施区間において、その規模に応じて効果を発現する
◆超過外力発 生時の状態	<ul style="list-style-type: none"> ・河道の水位は計画高水位を超える区間が生じる ※堤防の嵩上げによって洪水時の河川水位を高くすることとなるため、目標を上回る洪水時には、他の対策案よりも決壊時のリスクが大きくなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・河道の水位は計画高水位を超える区間が生じる ※堤防の嵩上げによって洪水時の河川水位を高くすることとなるため、目標を上回る洪水時には、他の対策案よりも決壊時のリスクが大きくなる
◆他河川での 実施例	<ul style="list-style-type: none"> ・計画堤防高および計画高水位が既定されている区間において、計画堤防高を更に引き上げる堤防嵩上げは一般的には行われていない 	<ul style="list-style-type: none"> ・計画堤防高および計画高水位が既定されている区間において、計画堤防高を更に引き上げる堤防嵩上げは一般的には行われていない

・一時的に効果を発揮する堤防嵩上げであるモバイルレビー(可搬式の特殊堤防)は、強度や安定性等について今後調査研究が必要

【堤防強化案（嵩上げ以外）】

堤防を補強することで、計画高水位以上の水位（堤防から越水する場合を含む）の流水でも決壊させないようにすれば河道の流下能力を向上させることができるとの指摘がある。

○高規格堤防（スーパー堤防）※¹は、通常の堤防より堤内地側の堤防幅が非常に広い堤防であり、越水に耐えることができ、首都圏及び近畿圏で再開発事業と一体となって整備されている（利根川・荒川・多摩川・淀川・大和川5水系）。なお、球磨川では大規模な堤内地側の改変を伴う再開発事業の計画がない。

※¹高規格堤防（スーパー堤防）は、河道の流下能力向上を計画上見込んでいない。

○計画高水位以上の水位（堤防から越水する場合を含む）の流水に対して決壊しない堤防は技術的に確立されていない。

よって、現況堤防を補強することにより、計画高水位以上の水位（堤防から越水する場合を含む）の流水に対して流下能力を向上させることは困難である。

なお、計画高水位以上の水位（堤防から越水する場合を含む）の流水に対して急激に決壊しないような粘り強い構造の堤防が技術的に確立されれば、避難するための時間を増加させる効果があるが、その場合も決壊の可能性は残り、流下能力の向上は見込めない。

○堤防は、河川管理施設等構造令により計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造とするものとなっている。（計画高水位を超えた場合の安全性を保証しているものではない）

越水した場合の危険性

・河川水位が堤防天端を越えた場合は、越流水により、天端や法面の侵食、法尻洗掘等が生じ、決壊する危険性が高まる。



越水により堤防が決壊した事例

あすわ

(H16.7洪水 足羽川 洪水の状況(福井県福井市))

出典: 福井豪雨映像アーカイブス作成委員会

計画高水位を超えた場合の危険性

・河川水位が計画高水位を超えた場合は、水位の上昇に伴い堤防内への河川水の浸透、法面の侵食等により危険性が高まり、決壊するおそれがある。
・橋梁の桁下が流木などの影響で閉塞し、その上流に水位上昇が生じ、決壊するおそれがある。



越水していなくても堤防が決壊した事例
(H18.7洪水 天竜川 洪水の状況(長野県箕輪町))



流木が橋にかかり水位を押し上げた事例
(H18.7洪水 川内川 洪水後の状況(鹿児島県さつま町))

堤防の質的要因からの危険性

・堤防の幅や高さが不足している場合や堤防の土質状態などによっては計画高水位以下でも決壊するおそれがある。

＜参考＞ 洪水時における風浪、うねり状況の事例
【球磨川水系 人吉市九日町地区(平成17年9月6日出水)】



＜参考＞ 洪水時における風浪、うねり状況の事例
【筑後川水系 うきは市浮羽町西隈上地区(平成24年7月14日出水)】

91



結論(抜粋)

耐越水堤防整備の
実現性の見解

- ・断面構造ならびに長大な区間の安全性確保の観点からすると、堤防で越水が生じた場合、計画高水位以下で求められる安全性と同等の安全性を有する構造物すなわち耐越水堤防とすることは、現状では技術的に見て困難である。
- ・長大な堤防においては、工学的な意味の安全性の確保が経験的になされており、そこで確保されている安全性と同等の安全性を工学的に導くことのできる越水対策の設計技術は現状では確立されていない。
- ・なお、治水の公平性の観点に立てば、越水が起きるような洪水時には、一連の堤防区間において同程度の越水状態を生じさせることが大きな条件として求められることになると考えられる。しかしながら、これは水理学的に見ると、極めて困難な、むしろ、不可能・非現実的な条件と言って過言でないことであり、結局、治水対策として越水を許容することはどこかに負担を強いることに繋がるものと判断される。
- ・現状では堤防で越水が生じた場合に計画高水位以下で求められる安全性と同等の安全性が得られるものではないが、越水に対し堤防強化の技術研究を行うことは重要であり、技術研究については、上記課題を克服すべく継続的に推進させることが肝要である。

＜参考＞ I 型擁壁(高潮対策)の被災事例
【ハリケーンカトリーナ(2005年8月)】



※ I 型護岸破壊(越水時)の状況(アメリカ陸軍工兵隊資料 2007.6)