

仙台湾沿岸域における浸水情報の提供について

東口 寛¹・布村 明彦²・栗城 稔³

¹財団法人河川情報センター 研究第二部 研究員

²財団法人河川情報センター 研究顧問

³財団法人河川情報センター 研究第二部 部長

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、特に仙台湾沿岸域は降雨や高潮の度に浸水する危険な状況に陥った。

財団法人河川情報センターは、上記の状況に対する浸水被害軽減を目的としたソフト対策として、国土交通省東北地方整備局と協力して、仙台湾沿岸域の低平地に設置された浸水センサからリアルタイムで浸水情報を取得し、情報提供するシステムを構築した。その内容について紹介するとともに、浸水センサのデータを用いた新たな情報提供コンテンツを提案する。

Key Words：東日本大震災、浸水情報提供、アラームメール、浸水センサ

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、広域にわたり地盤の沈降・沈下が発生するとともに、農業・都市雨水等の排水施設が破壊され、特に仙台湾沿岸域においては、降雨や高潮の度に浸水する危険な状況に陥った。その後、排水施設の復旧は進められているが、依然として浸水被害の発生が懸念されている。



図-1 住宅地の浸水状況（石巻市）

国土交通省東北地方整備局および河川情報センターは、東日本大震災後、仙台湾沿岸域の低平地に22台の浸水センサを設置した。河川情報センターでは、その浸水センサのリアルタイムデータを用いて、下記の3種類の浸水情報提供サービスを実施中である。

- (1) 浸水情報メール
- (2) 浸水センサ観測値
- (3) 浸水センサ状況提供システム

本報告では、上記の浸水情報提供の内容について紹介するとともに、浸水センサのデータを用いた新たな情報提供コンテンツを提案する。

2. 経緯

東日本大震災により、国土地理院の調査によると仙台湾沿岸域では大きいところで約80cmもの地盤沈下が発生した。これに加えて、堤防や排水路の損傷、排水機場の壊滅的な被害により、降雨時や高潮時に浸水しやすい状態となった。

これに対し、国土交通省と宮城県、仙台市、農林水産省の関係部局で構成する「宮城県沿岸域現地連絡調整会議」は、平成23年5月30日に浸水被害軽減に向けた七つの取り組みを発表した。

- (1) 大雨警報など、警報や注意報の発表基準の引き下げ
- (2) 堤防や水門などの応急復旧、地盤沈下が著しい箇所への土のう積み
- (3) 排水機場の仮復旧
- (4) 排水路の応急復旧とがれきの撤去
- (5) 水防活動の基準水位を厳しく設定するとともに、大型土のうなどをあらかじめ製作して備蓄
- (6) 仮設ポンプの設置、排水ポンプ車の広域配備
- (7) 浸水リスクマップの公表、浸水センサーの設置やメールなどによる浸水情報の提供

河川情報センターでは、上記の(7)のうち、浸水センサの設置やメールなどによる浸水情報の提供について、国土交通省と連携して実施することとした。

3. 浸水センサの設置状況

(1) 浸水センサ設置位置

浸水センサは地盤高の低い箇所や主要交通網付近など浸水の危険性が高く、浸水による影響が大きいと考えられる22カ所に設置されている。設置箇所数の内訳は国土交通省が19カ所、河川情報センターが3箇所である。図-2にその位置を示す。

表-1の一覧表に示すとおり、浸水センサは路面の高さを基準とした「道路の水位」、周辺地盤面の高さを基準とした「水路の水位」、堤防上端の高さを基準とした「河川の水位」の3種類の水位について計測している。

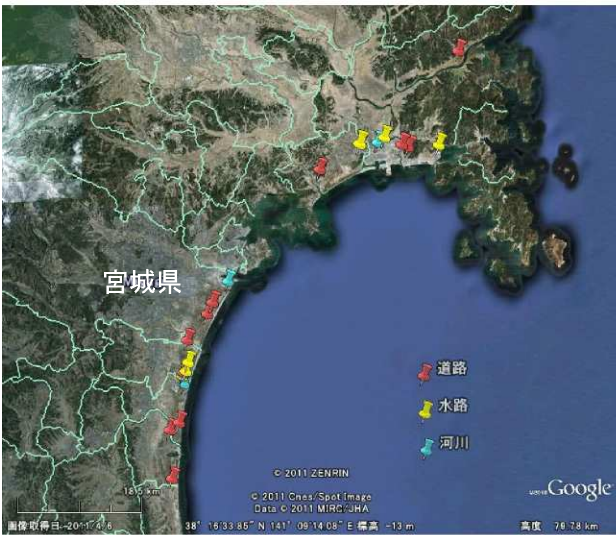


図-2 浸水センサ設置位置図

表-1 浸水センサー一覧表

地区	地点	観測対象
北上地区	北上津山線 JA 北上支店前	道路
渡波地区	赤堀 万石浦中学校前	水路水位
石巻地区	国道 398 号 石巻商工信用組合湊支店前	道路
	石巻港線 石巻港湾病院前	道路
	眼鏡筒ポンプ場前	水路水位
	北北上運河 大街道新橋	河川水位
	定川 定川橋	河川水位
東松島地区	定川橋付近大曲貝田	水路水位
	鳴瀬南郷線 東松島市小野	道路
仙台東部地区	七北田川 河口	河川水位
	塩釜亘理線 仙台市荒浜	道路
	塩釜亘理線 仙台市井土	道路
名取地区	塩釜亘理線 名取市小塚原	道路
	鈴木堀(下増田第一臨空公園)	水路水位
岩沼地区	新拓雨水ポンプ場	水路水位
	仙台空港線 岩沼市新相野谷地	道路
	川内沢川 6号橋	河川水位
	葉の木堀 平沼橋	水路水位
	五間堀川 藤曾根大師橋	河川水位
	塩釜亘理線 岩沼市蒲崎	道路
亘理・山元地区	塩釜亘理線 亘理町逢隈高屋	道路
	相馬亘理線 山元町牛橋公園	道路

(2) 浸水センサの設置

浸水センサは、測定レンジ0m~5m以上の水圧式水位センサを採用した。その電源は、津波で電源や電話回線を喪失している箇所が多いことから、外部電源によらないバッテリー稼働方式とした。また、リアルタイムデータを遠隔地で取得する方法として、本格的なテレメータと比べて、安価で簡易に設置できる携帯メール回線を用いるものとした。

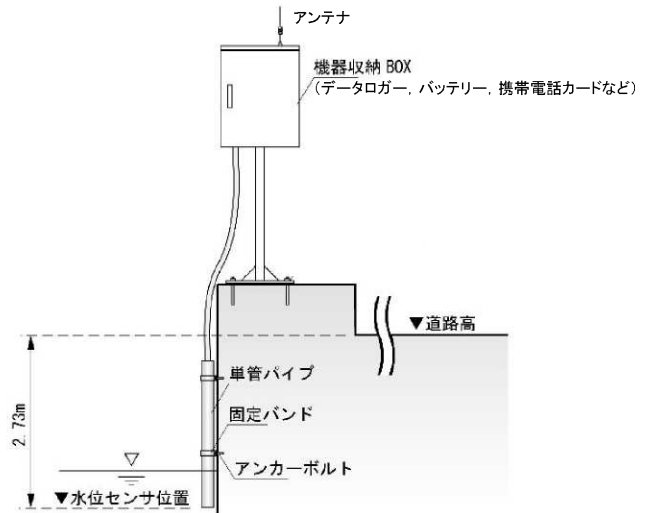


図-3 浸水センサ設置状況の写真とイメージ (相馬亘理線 山元町牛橋公園)

4. 浸水情報提供システム

浸水情報提供システムの概念を図-4に示す。浸水センサ計測値をリアルタイムで情報提供するにあたり、対象とする端末を携帯電話とPCとし、表-2に示す3種類の浸水情報提供サービスを構築した。

表-2 浸水情報提供サービス一覧表

名称	対象	情報区分
(1)浸水情報メール	携帯	PUSH型
(2)浸水センサ観測値	携帯	PULL型
(3)浸水センサ状況提供システム	PC	PULL型

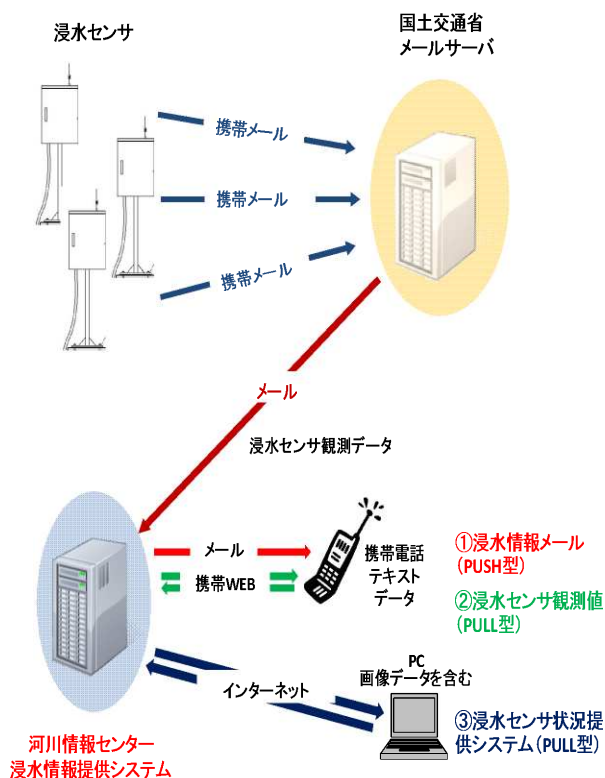


図-4 浸水情報提供システム概念図

以下にそれぞれのサービス内容について説明する。

(1) 浸水情報メール（携帯向けPUSH型）

<http://www.suigai.river.or.jp/alarmmail/homepage.jsp>

浸水センサの観測値をもとに、道路などが浸水するおそれがあるときにアラームメールを配信するサービスであり、平成23年6月30日に提供を開始した。

本サービスは、ユーザ登録時に配信を希望する地点を選択・登録し、登録された地点の観測値が、道路や水路の場合には監視対象地点の高さ（路面、周辺地盤面）から20cm低い水位、河川の場合には堤防上端から1.2m低いに達した際に第一報を配信し、さらに表-3に示す閾値を超過すると第二報、第三報を配信するシステムとしている。（図-5参照）

表-3 浸水情報メール閾値

道路の場合	路面から -20cm, 0cm, 10cm
水路水位の場合	周辺地盤面から -20cm, 0cm, 10cm
河川水位の場合	堤防上端まで 1.2m, 0.6m, 0m

(2) 浸水センサ観測値（携帯向けPULL型）

<http://www.suigai.river.or.jp/shinsui/mobile/>

浸水センサの観測値の推移を、携帯電話からいつでも閲覧できるサービスであり、平成23年6月30日に提供を開始した。

本サービスは、ユーザが選択した希望の地区・地点の浸水センサで観測された現在及び過去1時間の水位を表-4の基準で表示する。

また、10分前の観測値と比較して、上昇・下降の状況を矢印で表示している。（図-6参照）

表-4 浸水センサ観測値の表示基準

道路の場合	路面からの高さ cm
水路水位の場合	周辺地盤面からの高さ cm
河川水位の場合	標高値 TP m 堤防上端までの高さ m

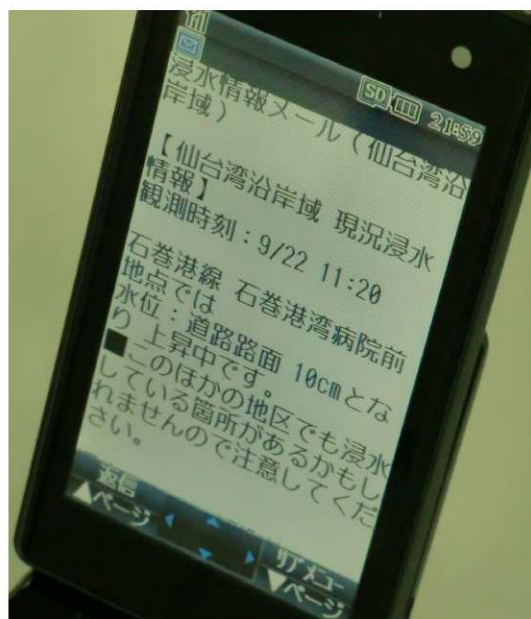


図-5 浸水情報メール



図-6 浸水センサ観測値

(3) 浸水センサ状況提供システム（PC向けPULL型）

<http://www.suigai.river.or.jp/shinsui/pc/>

浸水センサの観測値の推移を、パソコンでいつでも閲覧できるサービスであり、平成23年9月13日に提供開始した。

本サービスは、浸水センサで観測された1時間前から現時刻までの水位を、グラフおよび数値で表示している。浸水センサ観測値（携帯向けPULL型）との違いとして、下記の情報を付加している。

①地点選択画面において、国土交通省で別途作成し

ている「浸水リスクマップ」(*1)上に浸水センサ位置を表示しており、各地点の浸水危険度についても併せて確認できるようになっている。また、浸水センサの位置を表す記号▲の色から水位の状況が一目でわかるようになっている。(図-7参照)

②近隣の検潮所である鮎川における予測潮位(天文潮位)を参考情報として表示しており、潮位の影響を受ける地点では、今後の水位の増減の目安とすることが可能となっている。(図-8参照)

③浸水センサで観測された現在及び過去1時間の水位をグラフで表示し、水位の推移状況が視覚的に把握できるようになっている。(図-8参照)

④浸水センサの写真に掲載している。(図-8参照)

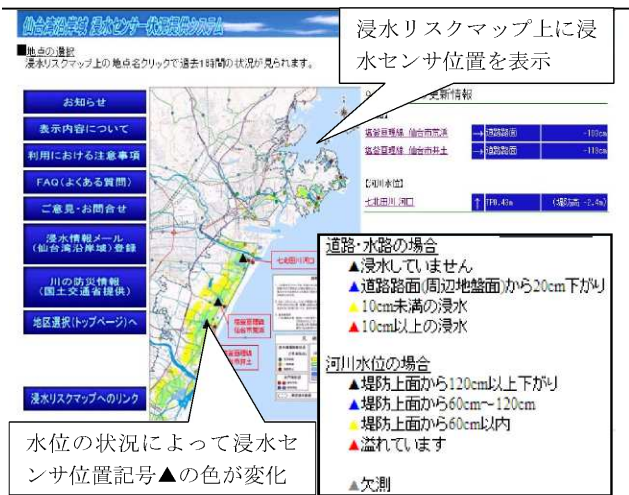


図-7 浸水センサ状況提供システム(地点選択画面)



図-8 浸水センサ状況提供システム(詳細情報画面)

5. 浸水情報公開後の活用状況

(1) 浸水情報メール配信回数

一般を対象にした6月30日の運用開始から11月上旬までの登録者数とアラーム配信回数は表-5のとおりである。

表-5 浸水情報メール登録者数と配信回数

地区	地点	登録者数	配信回数
北上地区	北上津山線 JA 北上支店前	51	0
渡波地区	赤堀 万石浦中学校前	39	5
石巻地区	国道 398 号 石巻商工信用組合湊支店前	107	32
	石巻港線 石巻港湾病院前	89	384
	眼鏡筒ポンプ場前	94	5
	北北上運河 大街道新橋	107	0
	定川 定川橋	98	8
東松島地区	鳴瀬南郷線 東松島市小野	63	7
	定川橋付近大曲貝田	71	8
仙台東部地区	塩釜互理線 仙台市荒浜	98	3
	塩釜互理線 仙台市井土	90	2
	七北田川 河口	97	2
名取地区	塩釜互理線 名取市小塚原	79	0
	鈴木堀(下増田第一臨空公園)	77	0
岩沼地区	仙台空港線 岩沼市新相野谷地	92	26
	塩釜互理線 岩沼市蒲崎	86	0
	新拓雨水ポンプ場	79	17
	葉の木堀 平沼橋	74	0
	五間堀川 藤曾根大師橋	92	6
	川内沢川 6号橋	77	1
互理・山元地区	塩釜互理線 互理町逢隈高屋	90	0
	相馬互理線 山元町牛橋公園	83	2
登録者数:292名,アラームメール配信回数:のべ508回			

(2) 台風15号における水位の状況

平成23年9月の台風15号により、仙台周辺では9月20日から22日にかけて総雨量300mmを越える大雨が降った。この大雨により、浸水センサ計22カ所のうち、道路および水路を対象とした17カ所中11カ所で、水位が基準の高さ(路面、周辺地盤高)を超過した。

また、石巻地区石巻港線石巻港湾病院前(図-9参照)で、監視対象地点である道路の高さに達する約6時間前にアラームの第一報が配信された。(図-10, 11参照)



図-9 台風15号時の道路浸水状況
(9月22日14時 石巻港線石巻港湾病院前)

*1 東日本大震災による堤防や排水路の損傷、排水機場の壊滅的な被害とあわせ、広範囲な地盤地下により、降雨時に水が貯留しやすくなっている状況に対応するために作成されたリスクマップ。

福島県境～北上川の区間の沿岸域における排水機場等の最新の排水量をもとに、100mm/24h、200mm/24hの雨が降ったことにより、排水が十分出来なかった場合に想定される浸水の状況をシミュレーションにより求めた結果が表示されている。施設復旧状況や浸水の実態調査を踏まえ、適宜見直し・更新されている。

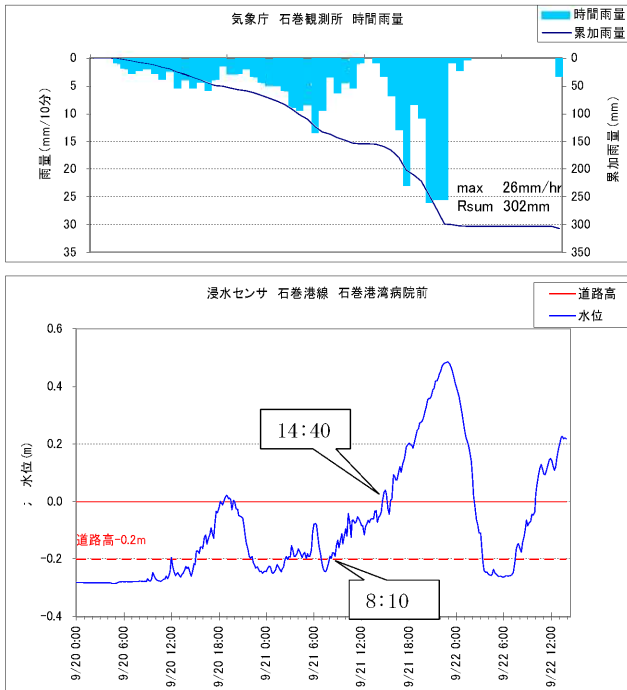


図-10 台風15号時の水位ハイドログラフ

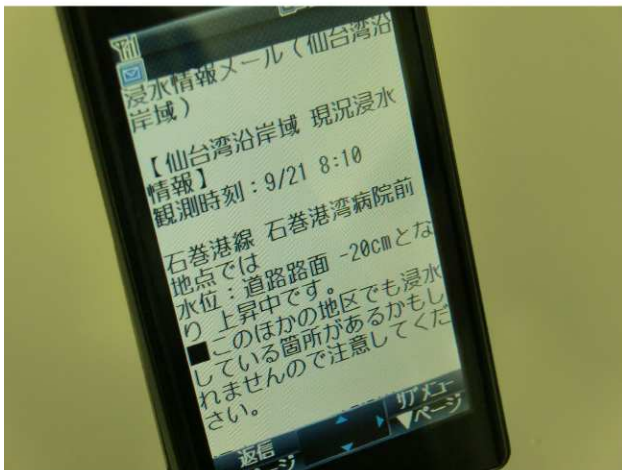


図-11 台風15号時の浸水情報メール (9月21日)

6. 今後の展開

これまで紹介してきたように、現在の浸水情報提供システムは、浸水センサ設置地点における過去1時間から現時刻までの水位の情報を提供することを主目的としている。

いわば、空間的にも時系列的にも点情報を提供している状態であり、浸水センサ設置地点以外の場所や現時刻以外のデータについては提供できていない。

そこで、さらに有効な浸水情報を提供するためには、空間的には面的な情報を、時間的にはさらに過去の情報や未来の予測情報を提供することを検討していく必要があると考えている。

ここでは、改良案をいくつか提示する。

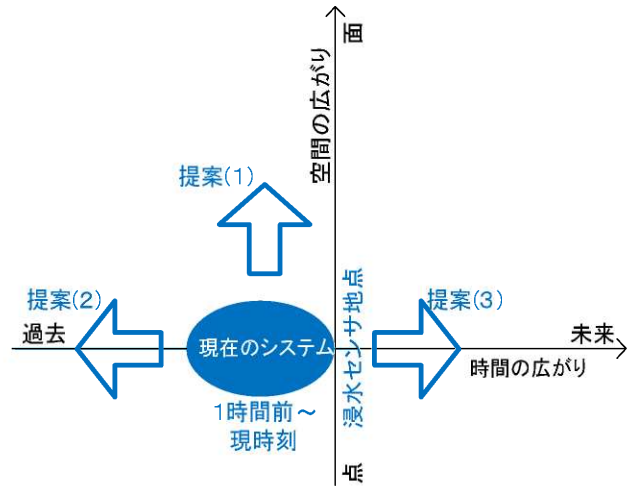


図-12 今後の浸水情報システムの方向性

(1) 浸水エリアの表示

現在のシステムで提供しているのは、地点の情報である。しかし、実際の浸水は面的に発生するものであり、浸水域内での住民避難や緊急対策、応急措置、救援物資手配等の判断を的確に行うためには、浸水エリア情報（浸水の範囲と浸水の程度）を迅速に提供することが必要である。

そこで、点情報を、分かりやすい面的情報として提供するため、浸水推定範囲（2次元）を画像で表示することが考えられる。

点情報をもとに面的情報を作成する手法として、図-13のように、浸水センサ周辺においても浸水センサ地点と同じ高さまで浸水していると仮定して作成した浸水区域図が考えられよう。

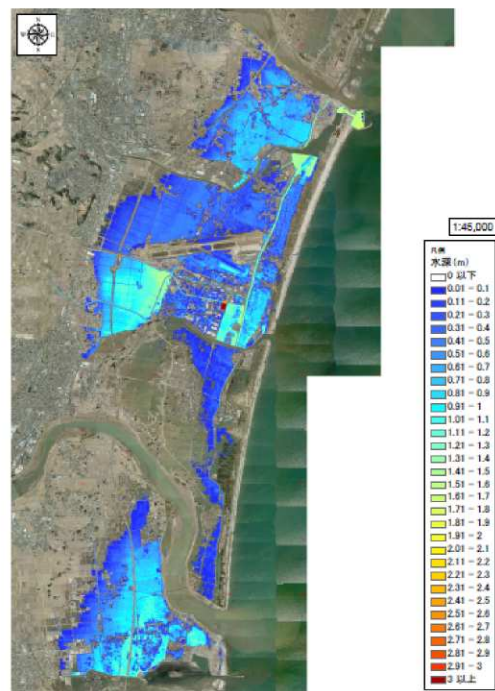


図-13 浸水区域の面情報の一例

(2) 過去データの表示時間の延長

現在はリアルタイムの情報提供を目的としており、情報提供サーバではそのサーバ容量も考慮して、過去情報は1時間保有するのみでデータの蓄積は行っていない。また、履歴情報の表示も、10分毎で過去1時間のみとなっている。そこでデータの時間間隔として、10分、30分、1時間を切り替えて表示可能とし、10分毎の数値で4時間前、30分毎の数値で12時間前、1時間毎の数値で24時間前までの表示を可能とする機能向上が今後必要である。同時に、ハイドログラフも24時間前までの表示とすることにより、潮位の影響を受けているか否かを明確に把握することが可能となる。

また、データベースを構築して過去データを蓄積し、過去情報を1ヶ月程度まで遡って表示させることで、浸水時の状況を後からでも閲覧可能にすることが望ましい。

(3) 浸水予測データの表示

現況レーダ雨量データを用いた近い将来の浸水予測や、降雨予測データを用いた浸水予測計算の結果を、面的情報として表示することが望まれる。

(4) CCTV画像の表示

一目で浸水の状況を把握できるように、道路等の

浸水状況が分かる監視画像（数分毎に更新される静止画）をリアルタイムで配信することが有効と考えられる。

7. おわりに

浸水情報提供システムは、その第一段階として、浸水センサの観測値という点情報を提供している状況である。今後さらに分かりやすい、さらに防災に寄与する情報を提供するために、改良を重ねていく必要がある。

仙台湾沿岸域に限定せず、浸水、とりわけ内水被害に対する有効なソフト対策の一つとなるように取り組んでいきたいと考えている。

謝辞：本稿の作成にあたり、貴重な資料を提供していただいた国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所、北上川下流河川事務所に謝意を表します。

参考文献

- 1) 「仙台湾沿岸低平地の浸水被害軽減に向けて」
～関係機関の連携による7つの取り組み～、
宮城県沿岸域現地連絡調整会議 平成23年5月30日
- 2) 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震に伴う地盤沈下調査 国土地理院 平成23年4月14日
<http://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun40003.html>

Provision of flooding information after March 11,2011

Hiroshi HIGASHIGUCHI ,Akihiko NUNOMURA ,Minoru KURIKI

As land subsidence occurred over the wide area on the Sendai bay coast by the Tohoku earthquake which took place on March 11, 2011, drainage facilities for agriculture and city rain water were destroyed. Situation in the area fell into the dangerous one where it is easily flooded due to rain or high tide.

As a non-structural measure aiming at the flood damage mitigation against the above-mentioned situation, Foundation of River & Basin Integrated Communications built a system which disseminates information on flooding. The real time flood information is acquired from the flood sensor installed in the low flat ground of the Sendai bay coast, in cooperation with the Tohoku Regional Bureau Ministry of Land, Infrastructure and Transport. This report presents the contents of the system.