

平成 23 年 6 月 9 日
(社) 土地改良測量設計技術協会

東日本大震災

被災地域復興対策現地調査報告（速報）

当協会では、3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震による被災地域の復興対策に資するため、技術研究委員会のメンバーを中心に調査団を結成し、宮城県農林水産部の協力を得て農地・農業用施設の被災状況調査を行ったので報告する。

1. 調査団の概要

団長 中野芳輔（会長、九州大学農学部名誉教授）
副団長 宇佐美修（副会長）
佐藤光信（理事）
宮元 均（専務理事、技術研究委員会副委員長）
渡辺 博（技術研究委員会委員）
小林和行（技術研究委員会委員）
伊丹光則（技術研究委員会委員）
木村達夫（技術研究委員会委員）
菅井一男（技術研究委員会委員）

2. 調査行程

平成 23 年 5 月 31 日（火）～6 月 1 日（水）

31 日 12:00 仙台駅を出発
13:00 北上川沿岸土地改良区に到着
（現地案内：宮城県東部地方振興事務所農業農村整備部後藤次長）
13:10～13:30 北上川沿岸土地改良区、高橋理事長から被災状況説明及び質疑
14:00～15:00 大川地区へ移動、農地の被災状況調査
15:00～16:00 対岸の北上地区へ移動、排水機場被災状況調査

1 日 8:30 宿泊所を出発
9:30 亘理土地改良区に到着
（現地案内：宮城県仙台地方振興事務所農業農村整備部鶴田次長）
9:40～10:00 亘理土地改良区、三品理事長から被災状況説明及び質疑
10:00～11:00 宮城県山元町山下地区（花笠第 2 排水機場）、福島県新地町
11:00～12:00 宮城県山元町牛橋排水機場、亘理町吉田排水機場
14:00～14:30 東北農政局農村計画部永嶋部長に調査結果を報告

3. 現地調査概要

(1) 石巻大川地区、北上地区の被害状況

a. 大川地区

石巻周辺では、仙台湾に注ぐ鳴瀬川、定川流域と、北上川沿岸域および三陸湾岸の農魚村地域が甚大な被害を受けた。我々が視察した石巻市大川地区は、未整備水田が多く残され、北上川、海岸および山に囲まれた海拔 0m 地帯であったため、農地の集積、ほ場の大区画化、道路及び用排水施設の改良を目的として、平成 10 年から総事業費約 660 百万円をかけて担い手育成型ほ場整備が行われてきた。しかし、事業完成目前の今年 3 月 11 日東日本大震災の津波により、ほぼ全域が浸水し、約半分の下流側団地はほぼ壊滅してしまった。大川地区のほぼ中央部に位置する大川小学校では、全児童 108 名のうち 68 名が犠牲になり、6 名が未だに行方不明となっている。

大川地区を流れる北上川は、明治 44 年から 23 年の月日をかけて付け替えられた新川で、かなり緩い勾配の河川であることが逆に災いし、津波は追波湾河口から 10 数キロメートルも溯上し、国土地理院によれば、沿岸の浸水は飯野川橋付近まで達している。



図-1 大川地区、北上地区位置図

津波が溯上した沿岸部全域が浸水被害を受けているわけではなく、全く被害の痕跡が見当たらない集落や農地も少なくない。被害の明暗を分けたのは河川堤防の高さであったようで、堤防が十分に高いところでは比較的下流域でも被害が少なく、堤防が低いところでは上流部でも被害を受けている。堤防自体は液状化で劣化している箇所が多く、現在急ピッチで補修工事が行われている。

被害が大きい下流側の団地は河川堤防の改修工事で現在交通止めになっており、今回立ち入ることはできなかったが、農地の塩害や液状化による耕盤破壊が生じていると想像される。比較的被害が小さいとされる上流側団地でも、ヘドロの堆積や畔畦の損傷が見られる。簡易測定器で計測した電気伝導度 EC は 1.5mS/cm 前後で、他の塩害被害農地に比べると低い値であったが、除塩は必要なレベル（許容値 0.3mS/cm）である。また、地盤沈下の影響も大きく、前日の降雨による湛

水が容易に引かない状況にある。

堆積したヘドロは、対岸の北上地区、飯野川地区も同様であるが、赤味を帯びた色をしている。黒色のヘドロが堆積している亘理、山元等の仙台平野とは対照的である。一般に、津波によって運ばれるヘドロは、嫌気性環境下で硫酸還元菌が繁殖し、生成した硫化水素が鉄と結合して硫化鉄を生じ、黒色化する。津波が黒いと表現されることが多いのも硫化鉄を大量に含んだヘドロが津波に混じっているからである。新北上川沿岸の堆積物が赤味を帯びていることについて触れている報告は現段階では見当たらず、原因は特定できないが、現地で測定した土壌pHが6.5前後で酸性化があまり進んでいないことを考えると、本地域では硫酸還元があまり進んでないヘドロが堆積した可能性がある。土壌分析をしてからでないと断定はできないが、仮に硫酸化合物がほとんど含んでいないヘドロであれば、ヘドロを剥ぎ取らずに除塩対策を行うことも可能かもしれない。

大川地区の水源は、地区直上流の山側にある富士沼であるが、ここも津波の浸水により塩分濃度が高く、現状では農業用水はおろか除塩用水にも使えないので、降雨による貯留水の入れ替えが終わるまで対策が立てられない。

なお、大川地区では農地や農業関連施設の被害だけでなく、多くの農家の方が犠牲になっており、ほ場整備事業の負担金償還による多重債務が深刻な問題になりかねないなど、土地改良区の存続が危ぶまれている。理事長によると農家の3/4が農業を辞めたいと言っているとのことで、速度を上げた支援、普及・復興対策が急がれる。



写真-1 石巻大川地区

b. 北上地区

大川地区対岸の北上地区も大きな被害を受け、津波の浸水による塩害、水路網や排水機ポンプ場の損傷が見られる。調査前日の降雨の影響もあるが、北上川の水位は地震後上昇傾向がみられ、加えて排水機場は復旧半ばであるため、多くの水田が冠水したままである。一見、代掻き用水と錯覚してしまいそうな光景であるが、よく見ると排水路の水位と水田の湛水位が同じであることに気づく。

北上地区の電気伝導度ECは4.6、pH6.6前後で、数回の除塩対策が必要な水準にある。機場周辺の溜まり水はEC2~3mS/cmで農地土壌よりは低く、降雨によりだいぶ希釈されているが、それでも十分に高濃度の塩分が含有しており、津波の浸水が未だ十分に排水されていないと考えられる。また、地盤沈下の影響により北上川の水位よりも機場や農地の標高が低く、塩分が浸透してきていることも想定される。これについてはもうしばらくモニタリングが必要であろう。



北上川（地盤沈下で水位が上昇）



釜谷崎排水機場（修復工事中）



排水不良の水田（対岸は大川地区）



堆積物は全体的に赤味を帯びている

写真-2 北上地区

(2) 亘理、山元、新地地区の被害状況

a. 防潮堤の被害状況

仙台平野では、砂丘、防潮堤、防潮林を乗り越え、海岸線から 5km 前後の範囲で浸水被害が生じた。亘理町、山元町では約 150 戸、約 800 人が犠牲（亘理約 200 人、山元約 600 人）となり、農地の約 8 割が浸水被害を被った。

仙台平野のような平坦な地形では、様々な災害防止施設のなかでも、最も重要な施設は防潮堤とその周辺を固める砂丘マウンドや防潮林である。この地域の被災者は、ここで農業を続けるのか否か、住み続けるのか移転するのかの判断は、防潮堤の復旧、強化、次に排水施設の復旧、強化の具体策にかかっているという。そのため、今回の調査では、防潮堤や防潮林の損壊状況や海岸部に集中している排水機場の損傷状況を重点的に見て回った。

調査地点は主に海岸部に位置する排水機場や防潮樋水門とその周囲の防潮堤及び防潮林であるが、ほとんどの箇所では防潮堤は変形、損傷、損壊が見られた。中には、防潮堤のコンクリート塊が打ち上げられ、排水機場を直撃しているなど、津波のエネルギーのすごさを目の当たりにした。仙台湾を襲った津波の高さは様々な報告によって違いが見られるが、排水機場等の建造物に見られる浸水

痕跡から判断すると、海面からの高さで10mを超えるレベルの津波であったことが推察され、ほとんどの地点で津波が防潮堤を超えて進入してきたと考えられる

構造的には、台形断面よりも波返しタイプの防潮堤の損傷、破壊が少なかったらしい。また離岸堤が設けられているところの防潮堤の損傷も小さかった。このような事実の積み上げに基づいて防潮堤破壊のメカニズムを明らかにし、今後の復旧、補強対策に活かしていくことが必要である。



花笠第2排水機場地点防潮堤の損壊



花笠第2排水機場の損壊



牛橋排水機場地の消波ブロック損壊



牛橋防潮水門損壊



吉田排水機場地点防潮堤の損壊



吉田排水機場補修工事

写真-3 山元・亘理地区防潮堤防及び排水施設の被災状況

防潮堤は、後背地の用途によって農業（農水省振興局）、水産（農水省水産庁）、港湾（国交省港湾局）、河川（国交省河川局）に別れ、管轄や基準もそれぞれ異なるので、復旧、補強にあたっては統一した考え方を整理する必要があるだろう。対象とする津波の高さ、構造形式など、検討を要する課題は多いが、当面は、第1ステージとして土嚢やコンクリートガラなどによる応急対策、第2ステージとして緊急性の高い箇所の復旧、第3ステージとして各省庁連携による恒久的対策、といった道筋を早急に提示することが望まれる。

b. 防潮林の効果

防潮林については、一部に効果が無かった、あるいは倒木が家屋等の建築物損傷の原因になったと言う論調が見られるが、防潮林が無ければ、被害はより大きいものになっていただろうと考えられる。確かに流失した防潮林は少ないが、倒木はしたが流失はしていないものも含めれば、かなりの防潮林が残っている。そのような場所の後背地の被害は低減されている印象がある。また、屋敷林に覆われた家屋の多くは、被災はしたものの全壊を免れているところが多い。

防潮林は、植栽密度が高いほど、植栽幅が大きいほど津波エネルギーの減衰効果が高いことは知られており、対象とする津波規模（基本は既往最大を対象とすべきである）に対応した再整備が必要である。また、成長速度、耐塩性、根の定植性などを考慮した樹種の選定にも配慮する必要がある。



残った防潮林（山元町山下地区）



流失が激しい防潮林帯（山元町山下地区）



広葉樹の屋敷林（山元町山下地区）



倒木の集積、撤去（山元町山下地区）

写真-4 山元町防潮林の状況

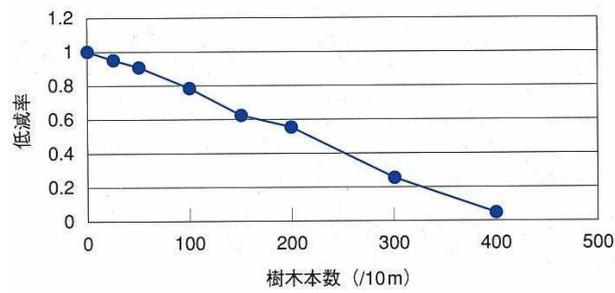


図-2 水深5mの津波に対する海岸長10m当りに必要な樹木本数
 「TSUNAMI-津波から生き延びるために」(財)沿岸技術研究センターより

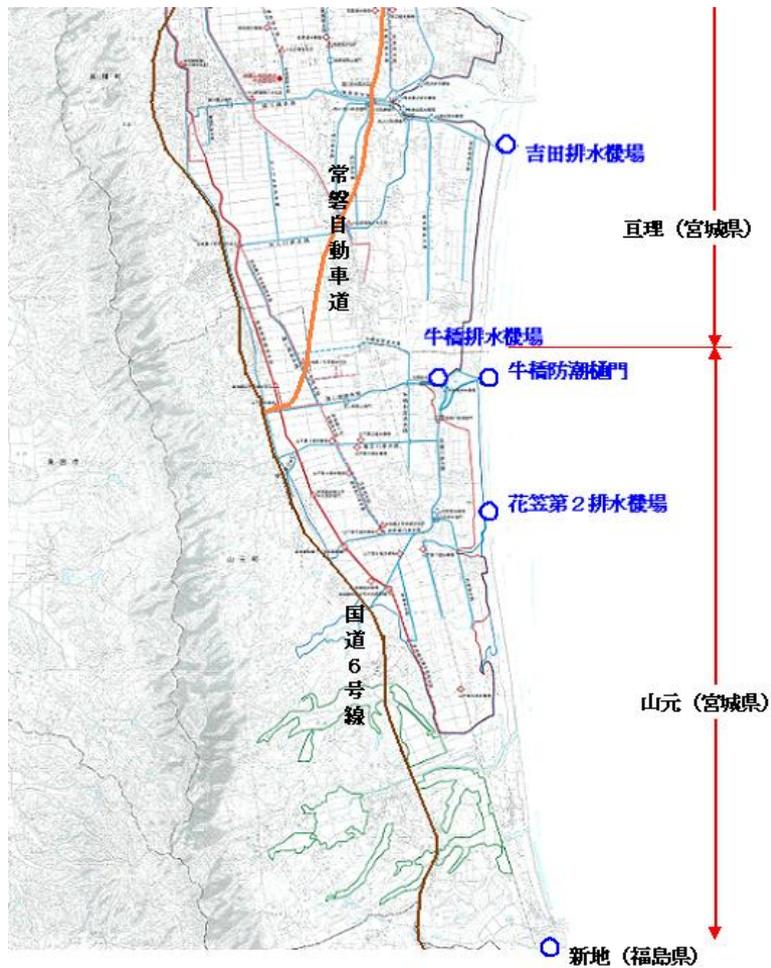


図-2 互理、山元町の排水機場位置図

c. 砂丘の再生

今回の津波で砂丘が大きく後退したが、砂丘の脆弱化は仙台平野も含めて1960年代から全国的に起こっている。砂丘が形成するマウンドは、仙台平野の場合、高いところで5m程度あるが、ほとんどの海岸では津波以前から浸食されて、マウンドも形成されず、防潮効果を全く失っているところも少なくなく、砂丘の脆弱化が津波被害を大きくしてしまったともいえる。砂丘の侵食は、河川の河口部の導流堤や港湾施設などの海岸直行構造物の影響や河川からの砂の補給能力低下など、

様々な要因が指摘されている。これらの知見も踏まえ、さらに離岸堤などの養浜施設の造成や、防潮林、と砂丘マウンドの組み合わせなどの耐侵食対策などの検討が今後必要となるだろう。



図-3 亘理、山元町の縦断地形

※断面A-A'は砂丘マウンドが残っているが、断面B-B'、C-C'はほとんど砂丘マウンドが形成されていない。

d. 農地の塩害と除塩対策の課題

津波の浸水による農地の塩害も深刻である。海水浸水農地の電気伝導度 (EC) は、表層で4~11 mS/cmで、農地の許容値である 0.3mS/cmを大きく超える値を示した。農地の塩分濃度については県や研究機関などからも報告されているが、概ね我々の調査結果と同じ水準を示している。

表-1 は、亘理町の浸水農地と非浸水農地の層別の電気伝導度と pH の測定結果であるが、表層 5 cm では塩分濃度は4mS/cm以上と非常に高い値を示し、深さ 25 cm の層では 1.28mS/cm、50 cm では 0.50mS/cmと急激に低下し、pH は 50 cm の層でほぼ正常値を示した。これから見ると、浸水による塩害は作土層全体に及んでいることがわかる。なお、50 cm 以下では塩害の影響は見られない。

表-1 非浸水農地と浸水農地の電気伝導度と pH (宮城県亶理町)

層	非浸水農地			浸水農地		
	土壌	pH	EC	土壌	pH	EC
5cm		5.5	0.23	砂壤土	4.7	4.14
25cm	泥炭	6.5	0.32	泥炭	4.6	1.28
50cm	泥炭	6.5	0.25	泥炭	6.1	0.50

除塩は、真水で洗い流すか除塩作物によって塩分を吸収させる方法が一般的であるが、仙台平野は排水機場が壊滅的被害を受けたことに加え、地盤沈下で排水機能が低下しているため、現状では多くの区域が湛水による除塩作業ができない状況におかれている。浸水被害を受けていない農地でも、排水機場の排水系統に入っている区域では、下流に排水することができないので、代かき作業ができない。

また、仙台平野は泥炭が卓越しているため、数回必要と言われる除塩湛水ごとに代かきを行った場合、土壌が泥濁化して農業機械の走行が不可能になったり、耕盤が破壊される危険性がある。代かきは、塩分を表面に洗い出す簡単な方法であるが、代かきはあえて行わず、湛水の縦浸透による塩分洗い出しを行う方法も有効かもしれない。

e. 地下水の塩害

仙台平野南部は大型ハウスによるイチゴの生産が盛んな地域であるが、約8割のイチゴ農家が壊滅的被害を受けた。イチゴ栽培のほとんどは浸水被害の大きい海岸側に偏在しており、より被害を大きくしている。高設栽培はかろうじて被害を免れたところもあるが、土耕栽培は壊滅的被害を受けた。イチゴ栽培の用水はほとんどが地下水(4~5mの浅層地下水)に依存しているが、今回の地震で井戸水の塩水化が生じており、現状では用水として利用できない(一部の農家では上水を利用している)。地震による地下水の塩害は、地盤沈下により塩水層が浅くなったり、大きな揺れにより塩水楔が壊れて塩水と淡水の混合域が拡大する等の要因が考えられ、深層地下水の利用に切り替える等の対策が必要であろう。

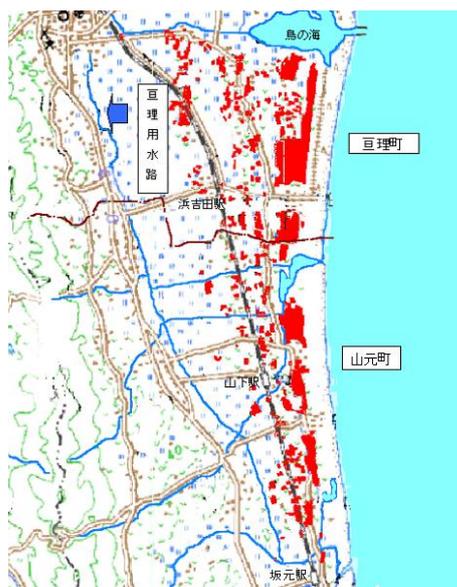


写真-5 被害が最小限に食い止められた高設栽培ハウス(夢いちご生産組合)

図-3 亶理町、山元町のイチゴ栽培分布(東北農政局農村計画部資源課の資料による)

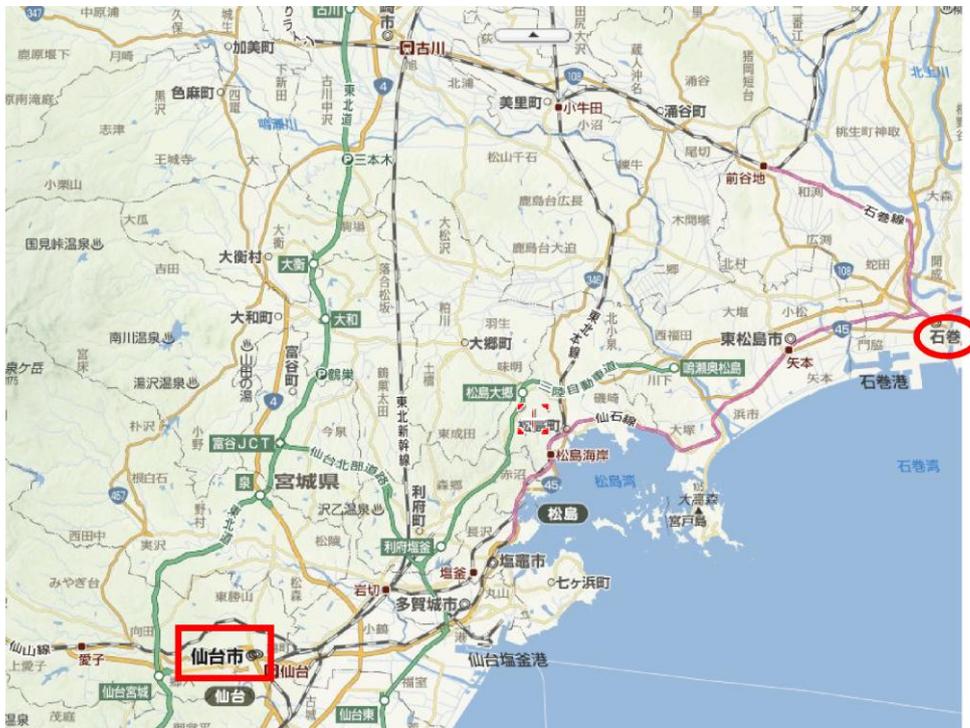
4. 東北農政局農村計画部長への調査結果報告

- ・北上川沿岸土地改良区及び亘理土地改良区の両理事長から、「復興の方向と目途（農地に戻すのか否か、戻すのであれば何年後）が示されないので、家屋、農地、農業機械を失った被災農民は農業に対する展望を持ってない。土地改良区は被災した組合員から賦課金をとることもできず、農家を引き止める手立てもなく、組織崩壊の危機にある。」との訴えがあった。
- ・被災組合員が過半を占めることから、経営難に陥ると考えられる土地改良区への支援策の検討が急がれる。
- ・国と県は食料の安定供給と自給力を維持する観点から、被災農地の復旧を前提に早急に復興構想を提示することが望まれる。
- ・当協会では、今回の調査結果を踏まえ、引き続き「①被災した農地の復旧（面積確保）②津波災害を最小限に食い止める震災に強い農村づくり」を基本とする復興構想を提案していきたい。

5. 謝辞

今回の調査に当たっては、宮城県農林水産部の多大な協力を得た。復興作業で多忙な中、我々の調査に貴重な時間を割いて頂いた。ここに謹んでお礼申しあげる。

【1日目調査地位置図】



【2日目調査地位置図】

