

3.2 農地・農業施設

3.2.1 農地



津波で農地に流入した多様なガレキ

工場や港、住宅地などが隣接している地域の津波被災農地では、船や車、家屋の破片、木材、金属、ガラス、プラスチックなど、様々なガレキが大量に堆積した。伊勢湾台風などの過去の高潮被害では、木材や土砂の流入について報告されていた。今回の津波被災農地では、現代の生活や産業で使用されている多様な種類の物が大量のガレキとして流入した。このことは、過去の被害報告と大きく異なり、農地を復旧する上で大きな障害となった。今後、津波被災後の対応において、ガレキ対策は重要な課題である。

(2011年3月18日、宮城県亘理町)

各種作業後のガレキの堆積状況

大きなガレキをかき分けて行方不明者の捜索などが行われた。各種の作業後の農地では、土とガレキが混ざり合い、排水も悪い状況になった。

(2011年6月21日、福島県相馬市)



大きなガレキ類の撤去

船や車、家屋の骨組みなど大きなガレキとともにヘドロなどの土砂が多量に農地に流入した。大きなガレキの撤去には重機による作業が必要である。しかし、これらの作業がガラスや金属など細かいガレキをヘドロなどの土砂の中に混入させてしまった。

ガレキの撤去作業前には、できるだけ農地面の水を排水して、重機の作業に適した土壌条件を確保することが必要であった。

(2011年7月8日、福島県相馬市)



農地に溜まるガレキの状況



山元町では、津波はJR常磐線を越えて流れ込み、常磐線の西側の農地にも、ガレキがたまっている。

(2011年3月18日、宮城県亶理郡山元町)

農地の浸水状況



閑上排水機場(排水能力10.45m³/s)から仙台市方面の状況を見ると、地盤沈下および津波による浸水により、一面が海に水没したような状況である。

(2011年3月18日、宮城県名取市)

ガレキと土の分離処理



ガレキが混ざった土砂を分離するため、移動式スクリーンにより処理している状況。土とガレキの分離率は半分程度。処理済みの土の中にもガレキが混ざるため、人が確認しながら分離している。施工費用は一般的な除礫より高い。

(2011年12月3日、宮城県石巻市)

ガレキと土の分離処理後の状況



土とガレキの分離処理を終えた圃場の状況。処理済みの作土が山のように積み上げられている。この後、農地の表面を平らに均す。

(2011年12月3日、宮城県石巻市)

ガレキと津波堆積土の処理例



津波の堆積土砂とガレキが少ない場合、人によるガレキ撤去を行った後に、堆積土砂をプラウで作土以下に埋没させる処理を行っていた。

(2011年12月3日、宮城県石巻市)

ガレキと津波堆積土の分離処理



ガレキが混ざった土砂を土とガレキに分離する処理のためのトロンメル式の施設。市街地の堆積物は、土とガレキの分離が比較的容易であった。しかし、農地の堆積物は粘性と水分が高く、分離が困難で本施設では十分に処理できなかった。

(2011年12月21日、宮城県仙台市)

堆積土の排除の状況



ヘドロや海砂が厚く堆積した農地では、土砂を排除している場合もある。排除した土砂はガレキと土壌の分離処理が必要である。

(2013年7月11日、宮城県亘理町)

微細ガレキの対処例「湛水埋込工法」



細かいガラスや金属、プラスチック類のガレキは人力でも取りきれない。農村工学研究所では微細なガレキの処理法として湛水埋込工法を提案した。

湛水代掻きにより木材やプラスチックを浮き上げて排除するとともに、ガラスや金属などは代掻きにより土の下層に沈め、湛水条件のままブルドーザーで踏み込むことで作土以下に埋め込む。これにより、作土中のガレキを少なくすることができる。できるだけ大きなブルドーザを使用する方が良い。

(2013年7月11日、宮城県亘理町)

ヘドロの堆積による農地の強酸性化



農地に堆積した土砂は作物の生産性に大きく影響する。海砂が堆積した場合は、保水性などの物理性や地力を低下させる。混和や排除、反転埋没などとともに土壤改良資材投入による地力向上対策が必要である。

ヘドロが堆積した場合は、時間経過すると土壌が強酸性化する。ヘドロが厚く堆積した地域では、pH3程度まで低下している場合も多く見られた。このような農地では、ヘドロを排除したとしても、土壤改良資材の投入が必要不可欠である。

(2012年7月8日、福島県相馬市)

ヘドロ堆積農地の強酸性化と中和処理



ヘドロが堆積した農地では、時間の経過に伴いヘドロに含まれている硫化物が酸化して硫酸となり、土壌を酸性化する。ヘドロが厚く堆積した農地ではpH3程度まで低下しており、ヘドロの中の硫化物含量に応じた石灰質資材などの投入が必要である。pHが3台に低下した農地ではpH5までは中和すべきである。

(2012年11月28日、福島県相馬市)

ガレキの処理例



農地の土砂に混ざったガレキを処理するため人により分離処理している。事前にチゼル等の耕耘を行い、ガレキとの分離を行っている。土壌条件が良い時に耕耘と人によるガレキ除去を2～3回繰り返して行うことが必要。細かいガレキなどは取り除けないため、代かきによる浮き上げや埋没処理を併せ行うことが有効である。

(2012年10月16日、福島県相馬市)

「復興組合」活動の様子



地元の農家の方々に組織する「復興組合」の活動の様子。復興組合のメンバーが集まり、機械では除き切れない細かなガレキを拾っていた。沿岸の被災した漁港から大量のガレキが流れ込み、その上からヘドロや砂が堆積したため、掘り起こす度にガラスや金属などの細かなガレキが出てきていた。

(2012年12月21日、福島県相馬市)



掘り起こすと細かいガレキが出てくる

地盤沈下で水没した農地の干陸工事



地震に伴う地盤沈下によって海に水没した地域を干陸するための堤防設置工事の状況。堤防とともに排水施設の復旧が進められている。なお、堤防には遮水のため、鉄板による遮水壁の設置が不可欠であった。

(2012年7月11日、宮城県石巻市)

再干陸した農地の状況



地震に伴ない地盤沈下により海に水没した地域を再干陸した状況。堆砂が厚く、常に海水が流入して湧出している部分もある。農地復旧方法とともに排水施設の復旧と管理方法の検討が重要である。

(2012年12月3日、宮城県石巻市)

水田の除塩①



津波によって堆積した土砂が厚さ2cmを超える場合には、堆積土砂の剥ぎ取りが行われた。

(2012年2月14日、宮城県亘理町)

水田の除塩②



縦浸透による除塩を促すため、弾丸暗渠を施工しているところ。通常、弾丸暗渠は約30cmの深さに、2～6mの間隔で施工される。

(2012年2月14日、宮城県亘理町)

水田の除塩③



弾丸暗渠を施工し、耕起の後に、除塩のための用水を入水しているところ。

(2011年12月20日、宮城県亘理町)

水田土壌の化学性の分析



写真は、深さ別に水田土壌をサンプリングしているところである。津波によって海水が浸水した地域で営農再開するためには、へドロに有害物質が含まれていないか、水田土壌の塩分がどのくらい含まれているかなどを確認していかなければならない。サンプリングした水田土壌は研究所に持ち帰り、pH、電気伝導度(EC)をはじめ、様々な項目を分析した。

(2012年4月10日、宮城県亘理町)



研究所内での分析の様子

表土のはぎとり(除塩工事)



津波によってもたらされたへドロは電気伝導度(EC)が高く、硫化物や重金属などを多量に含む場合がある。へドロが広範囲に厚く堆積した水田では、へドロを除去することが望ましいとされている。多くの自治体で除塩工事作業の一部として、湛水・浸透させる前にへドロを含む表土をはぎ取っていた。

(2012年12月21日、宮城県亘理町)

心土破碎(除塩工事)



除塩工事で心土破碎を行っている様子。除塩を促進させるためには水はけをよくすることが重要である。湛水させる前に水田に切り込みを入れ、水の通り道を増やすため、心土破碎が行われた。写真の白い目印は心土破碎を行う位置を示したものである。

(2012年12月21日、宮城県亘理町)

湛水(除塩工事)



除塩工事で湛水・浸透を繰り返している様子。除塩用水がスムーズに水田の端まで行き渡るように、畦を切り開いていた。浸透していく水と共に塩分を下方へ移動させることで除塩を行うこの方法を縦浸透法という。

(2013年1月23日、宮城県亘理町)

水田の地下の塩分分布の調査



写真は電磁探査法を使って水田の地下の塩分分布の測定をしているところである。地下水面以下では地盤の比抵抗は塩分を含むと小さくなるため、電気探査や電磁探査は地盤中の塩分の分布を把握するのに適している。現場で測定したデータをパソコンで数値解析すると、深さ方向の塩分濃度の分布が広域で把握できる。ここで得られた電磁探査の数値解析結果からは、深さ25 m付近に塩分を含んだ層があることが示唆された。

(2012年2月9日、茨城県稲敷市)

水田の復旧過程①



谷地田を遡上した津波の到達点。ガレキには、浮子など沿岸部から来たと思われるものが見られた。右の上流側の水田には津波は侵入していない。

(2011年4月11日、宮城県山元町前和)

水田の復旧過程②



津波の到達点に目印の黄色い旗が立てられた。津波被災農地では重機によるガレキの集積作業が行われている。上流側の水田では通常通りの代かきが行われた。

(2011年6月19日、宮城県山元町前和)

水田の復旧過程③



津波被災農地では大きなガレキの除去作業が終了した。畦畔に雑草の侵入が見られた。田面水の電気伝導度(EC)は6.4mS/cmであった。上流側の水田では通常通り作付けされた。

(2011年7月5日、宮城県山元町前和)

水田の復旧過程④



津波被災農地では、イヌビエ、コウキヤガラ等の耐塩性の高い雑草が急速に繁茂した。田面水のECは2.0nS/cm程度に低下していた。

(2011年8月3日、宮城県山元町前和)

水田の復旧過程⑤



津波被災農地では雑草の刈り払いが行われた。上流側の水田では収穫が終了している。

(2011年10月17日、宮城県山元町前和)

水田の復旧過程⑥



津波被災農地では堆積土砂の剥ぎ取りが行われた。

(2012年1月13日、宮城県山元町前和)

水田の復旧過程⑦

波被災農地では縦浸透法による除塩が行われた。

(2012年2月13日、宮城県山元町前和)



水田の復旧過程⑧

津波被災農地では除塩後の耕起が行われた。手前の農道も砂利舗装により補修された。

(2012年5月8日、宮城県山元町前和)



水田の復旧過程⑨

津波被災農地での復旧がようやく完了し、営農が再開された。

(2012年6月11日、宮城県山元町前和)



3. 2. 2 農業施設



津波の直撃を受けたパイプハウス①

海岸から数100 mに位置する仙台平野のパイプハウス団地。撮影地点は標高は約0.8 m。団地の最も海側に位置する東西棟を桁行方向に撮影。防潮林の奥(写真奥)は太平洋。パイプハウスの間口は5.4 m、アーチパイプ直径は22.2 mm。地盤は砂質土。全てのアーチパイプは地際から折損し、内陸側に向かって転倒していた。接合部の金具は完全に破損しているか流失していた。団地内の北釜排水機場は完全に破壊されており、地表や排水溝は海水もしくは雨水が貯留したままであった。

(2011年5月9日、宮城県名取市)



津波の直撃を受けたパイプハウス②

海岸から数100 mに位置する仙台平野のパイプハウス団地。撮影地点の標高は約0.9 m。南北棟を南西に向かって撮影。パイプハウスの間口は4.5 m。全てのアーチパイプが津波の第一波で内陸側に押し倒されている。棟部の接合金具の多くは失われていた。写真奥に見える電柱は被災当時のものではなく、電力復旧のために新設中のもの。

(2011年5月9日、宮城県名取市)



津波の直撃をうけたパイプハウス③

南に向かって撮影(右前方は仙台空港)。撮影地点の標高は約1.0 m。団地内の作業道路は、アスファルト舗装(厚さ5 cm)が一部剥離しており、路盤が露出していた。電柱は至る所で転倒しており、ライフラインは完全に途絶したとみられる。

(2011年5月9日、宮城県名取市)

ビニールハウスの被害



海岸付近のビニールハウスの骨組みは、津波により、海側から陸側に向かって折れ曲がっている様子が確認された。

(2011年3月18日、宮城県亘理町)

被災前後の比較(パイプハウス)①



海岸から数100 mに位置する仙台平野のパイプハウス団地。1998年1月に北に向かって撮影。撮影地点の標高は約0.5m。東側(写真右)には防潮林が茂っており、その奥が太平洋。被災前は中央の作業用道路をはさんで東西棟のパイプハウスが立ち並んでいた。団地内のパイプハウスのアーチパイプ直径は概ね19.1～22.2 mm、間口は4.5～5.4 mであり、各棟は比較的小規模であった。主として葉菜類を栽培していた。

(1998年1月24日、宮城県名取市)

被災前後の比較(パイプハウス)②



上の写真と同じ場所、同じアングルで被災後に撮影。パイプハウスは1棟残らず倒壊した。東側(海側)の防潮林の多くが津波によって流失している。団地内の北釜排水機場は完全に破壊され、海水もしくは雨水が地表に貯留したままとなっている。団地内作業道路のアスファルト舗装(厚さ5 cm)は一部が剥離し、路盤が露出している。

(2011年6月24日、宮城県名取市)

被災前後の比較(パイプハウス)③



排水溝をまたぐボックスカルバートの周辺は津波による洗掘が著しい。ボックスカルバート上部に設置されていたガードレールは内陸側に向かって折れ曲がっている。敷地内には引き抜かれて漂流した樹木が残留している。

(2011年6月24日、宮城県名取市)

遡上した津波で破壊されたパイプハウス①



減勢工として機能した仙台東部道路の海岸側に位置するパイプハウス。海岸から約2.5kmの距離に位置する。標高約0.5m。奥が仙台東部道路およびその橋梁部。パイプハウスの骨組はほぼ破壊されている。敷地には漂流物が多数残存している。

(2011年5月10日、宮城県亘理町)

遡上した津波で破壊されたパイプハウス②



上の写真のパイプハウスに隣接していた鉄骨ハウス。コンクリート基礎は完全に引き抜かれ、上部構造は内陸に向かって押し流されている。骨組は全壊した。仙台東部道路の西側(内陸側)に建てられていた温室構造が破壊されなかったことと対照的な結果となった。

(2011年5月10日、宮城県亘理町)

遡上した津波で破壊されたパイプハウス③



敷地に堆積した海泥と残された漂流物。津波は当該地点に至るまでに農地や住宅地を經由してきたため、漂流物は多種多様である。ガラス片も多く混在しており、たいへん危険である。営農再開にはこれらの除去が必須。

(2011年5月10日、宮城県亘理町)

減勢された津波を受けたパイプハウス①



減勢工として機能した仙台東部道路の内陸側に位置するパイプハウス。海岸から約3kmの距離に位置する。標高約0.8m。津波は仙台東部道路のボックスカルバートや橋梁部を介して到達した。パイプハウス骨組にはほとんど変形はみられなかった。ウォーターマークは160cm。周辺の地表面には津波によってもたらされた海泥が堆積していた。

(2011年5月10日、宮城県亘理町)

減勢された津波を受けたパイプハウス②



上の写真のパイプハウス内部。内部へ海水が浸入し、作土が塩害を受けた。他、漂流物も残留している。被覆材が茶色に汚濁しているが、これは保温用ウォーターカーテンに使用した水に含まれる内容物が原因であり、津波とは無関係。

(2011年5月10日、宮城県亘理町)

減勢された津波を受けたパイプハウス③



周辺の地表に堆積した海泥。厚さは約5cm。海泥には重金属が多く含まれている。営農再開に際しては、海泥の除去が必須である。

(2011年5月10日、宮城県亘理町)

塩害を受けたパイプハウス①



海岸から直線距離で約2kmに位置するパイプハウス。標高約1.2m。河口付近で南北方向に大きく蛇行する阿武隈川の河川堤防によって津波が堰き止められた。南方に上陸した津波が北方にも広がりながら徐々に到達したため、津波の波圧がパイプハウスに作用しなかった。パイプハウスの間口は4.5m、棟高は2.4mで、津波高の痕跡（ウォーターマーク）は地面から約40cm。撮影時には除塩作業のために、既に妻面は撤去されていた。

（2011年5月10日、宮城県亘理町）

塩害を受けたパイプハウス②



上の写真のパイプハウス内部。内部へ海水が浸入し、5日間冠水が継続したため、作物が全て枯死した。海泥の堆積はほぼなかった。骨組構造には津波による変形は全くみられなかった。撮影時には既にマルチが剥がされ、除塩が試みられていたが、海水を思わせる臭いが砂地盤に僅かに残されていた。

（2011年5月10日、宮城県亘理町）

塩害を受けたパイプハウス③



上の写真のパイプハウス周辺の地表面。砂地盤に雑草が茂っている。パイプハウス内外の地表面には多少の浸食痕はあるものの、海泥の堆積は全くなかった。当該地点に至るまでに、津波はかなりの程度減勢されていたため、海泥は伴わず海水のみ到達した。

（2011年5月10日、宮城県亘理町）

津波による鉄骨ハウスの被害①



海岸から約2.1kmに位置する南北棟の鉄骨ハウス。標高約0.5m。南側(海側)は水田が開けている。鉄骨ハウスの南側の妻面が著しく破壊された。基礎は引き抜かれ、主骨組は大きく折れ曲がっていた。当該妻面以外では津波による変形は顕著ではなく、主骨組は比較的健全なまま残存していた。

(2011年5月11日、宮城県東松島市)

津波による鉄骨ハウスの被害②



上の写真の鉄骨ハウス基礎(南側妻面)。完全に引き抜かれている。手前は基礎が埋設されていた穴の跡。海泥で埋まっている。基礎に接続している柱は大きく変形していた。基礎の立ち上がり部は0.58m、床版直径は0.65m、床版厚さは0.1mで、温室では一般的な寸法である。

(2011年5月11日、宮城県東松島市)

津波による鉄骨ハウスの被害③



上の写真の鉄骨ハウス内部。南側妻面以外は、妻面の変形に引きずられるような柱の転倒以外は、骨組に大きな変形は見られなかった。室内には津波が浸入し、海泥が堆積していた。津波高の痕跡(ウォーターマーク)は地面から約2.4mである。

(2011年5月11日、宮城県東松島市)

漂流物による被災の助長①



海岸から約2.2kmに位置する鉄骨ハウス。標高約0.5m。海側は石巻港および市街地から構成される。被害状況は、漂流物の衝突によると思われる骨組の倒壊が著しい。敷地東側の海側に自動車教習所があり、建物のない開けた土地利用となっていた。

(2011年5月11日、宮城県石巻市)

漂流物による被災の助長②



上の写真の鉄骨ハウス内部。柱の転倒や折れ曲がりにより、屋根が落下している。海泥の堆積も著しい。漂流物が多数残留している。

(2011年5月11日、宮城県石巻市)

漂流物による被災の助長③



上の写真の鉄骨ハウス基礎。完全に引き抜かれている。鉄骨ハウス内外には海泥が堆積していた。鉄骨ハウス外側における海泥の堆積厚さは約5 cmである。

(2011年5月11日、宮城県石巻市)

集出荷施設の被害①



海岸から約1.7kmに位置するイチゴの集出荷施設。標高約1.1m。海泥の堆積と流木の残留が顕著である。津波による施設の移動はほとんどみられない。

(2011年5月10日、宮城県亘理町)

集出荷施設の被害②



上の写真の集出荷施設の外部(海側)。壁際に流木が残留している。窓ガラスが割れており、ここから建物内に流木が侵入した。海岸沿いの防潮林はほとんど引き抜かれており、防潮林(マツ)の漂流による被害の増幅が顕著である。

(2011年5月10日、宮城県亘理町)

集出荷施設の被害③



海岸から600mに位置するイチゴの集中選果場。標高約2.1m。内部施設は津波によって完全に押し流されている。床面の砂の堆積も著しい。流木も残留しており、建物のシャッターや外壁等には流木の衝突によって破壊された形跡があった。本選果場は海岸から見て小学校の校舎の背後に位置するが、津波の減勢や流木の侵入を防ぐことは出来なかった。小学校の海岸側にあった防潮林は、ほとんど引き抜かれていた。建物周囲の排水溝は、ほぼ砂で埋没している。

(2011年5月10日、宮城県山元町)