

# 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による 宮城県沿岸部の園芸施設の被害状況

石井雅久\*・奥島里美\*・森山英樹\*・相澤正樹\*\*

## 目 次

I 緒 言	89	1 被災事例 D（宮城県東松島市）：津波による鉄骨造温室の損壊被害および浸水被害	95
II 仙台圏域の被害状況の概要	90	2 被災事例 E（宮城県石巻市）：津波による鉄骨造温室の倒壊・損壊被害および浸水被害	98
1 被災事例 A（宮城県亶理郡山元町）：津波による鉄骨造温室の浸水被害	90	3 被災事例 F（宮城県石巻市）：地震に伴う温室の停電被害および地震動による付帯施設の損壊	99
2 被災事例 B（宮城県亶理郡亶理町）：津波による鉄骨造温室の倒壊・損壊被害および浸水被害	92	IV 結 言	101
3 被災事例 C（宮城県亶理郡山元町）：津波による鉄骨造温室の倒壊被害	93	参考文献	102
III 石巻圏域の被害状況の概要	95	Summary	103

## I 緒 言

2011 年 3 月 11 日に三陸沖を震源とするマグニチュード 9.0 の地震が発生し、青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県など、東日本の太平洋側各県を中心とする広い地域が、地震動や津波により甚大な被害を受けた。農林水産省（2011）の調査では、上記 6 県は津波により 23,600ha の農地が流出・冠水などの被害を受けたが、宮城県は被害面積が広く 15,002ha（6 県全被害面積の内、約 64%）に及んだ（Table 1）。また、宮城県農林水産部（2011）の調査では、用排水路、農業施設、排水機場、海岸堤防などの農業基盤が津波によって大きな被害を受けた。特に、パイプハウスや温室などの園芸施設の損壊は 22,050 箇所あり、被災した生産者の多くは施設の倒壊や損傷によって生産基盤が失われた（Table 2）。農村工学研究所では園芸施設の被害状況の把握と今後の津波、地震対策に資するため、宮城県農林水産部、宮城県農業・園芸総合研究所の協力を得て、園芸施設の被害調査を行ってきた（奥島ら（2011）、森山ら（2011a）、森山ら（2011b）、石井ら（2011a）、石井ら（2011b））。園芸施設は、曲げ加工した鉄パイプを頂部でつなぎ、下端を地中に押し込み建設する地中押し込み式パイプハウスと、型鋼や鋼管を用いて柱や合掌などの主要構造物を構成する鉄骨造温室に大別されるが、ここでは宮城県太

**Table 1** 津波により流失や冠水等の被害を受けた農地の推定面積  
Presumption area of damaged farmland such as outflows and floods were caused by the tsunami

県名	耕地面積 (平成 22 年) (ha)	流失・冠水等被害推定面積		推定面積の田畑別内訳の試算	
		(ha)	被害面積率 (%)	田耕地面積 (ha)	畑耕地面積 (ha)
青森県	156,800	79	0.1	76	3
岩手県	153,900	1,838	1.2	1,172	666
宮城県	136,300	15,002	11.0	12,685	2,317
福島県	149,900	5,923	4.0	5,588	335
茨城県	175,200	531	0.3	525	6
千葉県	128,800	227	0.2	105	122
合 計	900,900	23,600	2.6	20,151	3,449

（農林水産省，2011 年 3 月 29 日）

**Table 2** 宮城県の農業関連被害の状況  
Situation of damaged agriculture in Miyagi Prefecture

被害種別	被害箇所等	被害額 (億円)	被害内訳
農地・農業用施設	4,617 箇所 (794 箇所)*	3,812 (3,690)	用排水路・農道等の損壊 (用排水路の損壊、農地浸水 14,341he 等)
農業施設	22,431 箇所 (22,050 箇所)	317 (285)	農産倉庫・コントリーエレベ ーター等の損壊 (園芸施設の損壊)
農業用資機材	14,165 台 (14,160 台)	435 (435)	トラクター、コンバイン、田植機、乾燥機 (トラクター、コンバイン、田植機、 乾燥機)
農作物被害	895hr (891he)	27 (26)	いちご、野菜類、麦類、花き等 (いちご、野菜類、麦類)
農作物被害	20,620t (20,620t)	39 (39)	米、大豆の浸水、流失等 (米、大豆の浸水、流失等)
生活環境施設	106 箇所 (21 箇所)	269 (151)	集落配水施設の損壊 (集落配水施設の損壊)
農地海岸保全施設	102 箇所 (102 箇所)	245 (245)	海岸防潮堤等の損壊 (26.5km) (海岸防潮堤等の損壊 (26.5km))

\*下段の（ ）書きは、津波被害によるもの（宮城県農林水産部，2011 年 9 月 7 日）

\* 農地基盤工学研究領域農業施設工学担当

\*\* 宮城県農林水産部農産園芸環境課

平成 23 年 12 月 15 日受理

キーワード：園芸施設，地震，津波，停電，環境制御

平洋沿岸の仙台圏域および石巻圏域に建設されていた鉄骨造温室の被害状況を分類し、被害状況からみた今後の課題を整理する。

なお、本調査に当たり、宮城県農林水産部、農業・園芸総合研究所、亶理農業改良普及センター、石巻農業改良普及センター、JAみやぎ亶理の関係者各位、ならびに被災された施設生産者各位には、被災後にも関わらずご協力を頂いた。ここに記して感謝申し上げます。

## II 仙台圏域の被害状況の概要

2011年5月10日に仙台圏域にある亶理郡亶理町および山元町において、園芸施設の被害調査を行った(Fig. 1)。亶理町および山元町は、イチゴの産出額が約33億円を超える産地であったが、津波により大きな被害を受けた。被災前の栽培面積は約99ha、イチゴ生産者は380名いたが、そのうち95%の面積が津波で被災し、イチゴの出荷を継続できる生産者は24名まで減少した(Table 3)。

仙台平野の南部に位置する亶理町および山元町では、津波によって運ばれた土砂や漂流物が広範囲に堆積している状況がみられた(Fig. 2, 3)。

### 1 被災事例 A (宮城県亶理郡山元町)：津波による鉄骨造温室の浸水被害

山元町山寺地区には鉄骨造の丸屋根型連棟温室が建設されていたが、温室構造に大きな被害はなく、表面や側面の裾の一部が損傷した程度であった(Fig. 4)。温室の中には津波によって運ばれたヘドロが室内全体に堆積したが、現地には高さ1.3mの高設栽培ベッドが導入されていたため、土壌の除塩を行う必要はなく、イチゴ生産は早期に復旧をできる状況であった(Fig. 5)。この温室は海岸からの距離が2.4kmにあるが、海側には防風林や住居などがあり、敷地も周囲の水田から約1m盛土されていたために津波が減勢され、被害を軽減できたと考えられる(Fig. 6)。調査地点の津波の浸水深は約0.8mあった。



Fig. 1 亶理町および山元町の園芸施設の調査地点

○：調査地点を示す

Observation points of horticultural structures in Watari and Yamamoto town

○：Observation points

Table 3 亶理町および山元町のイチゴ産地被害状況  
Situation of damaged strawberry production locality in Watari and Yamamoto town

市町村	栽培面積 (ha)	被害面積 (ha)	被害割合 (%)	産出額 (百万円)	生産者数 (人)	出荷後継者 (人)
亶理町	60.8	57	93	2,051	251	19
山元町	37.8	37	97	1,275	129	5
計	98.6	94	95	3,326	380	24

(宮城県亶理農業改善普及センター, 2011年5月10日)



**Fig. 2** 津波の被害を受けた亙理町荒浜地区の農地の状況  
Situation of damaged farmland in Arahama, Watari town by the tsunami



**Fig. 3** 津波の被害を受けた山元町高瀬地区の農地の状況  
Situation of damaged farmland in Takase, Yamamoto town by the tsunami



調査温室の仕様

温室構造・形状	鉄骨造・丸屋根型
基礎	独立基礎
方位	南北棟
間口×連棟数	6m × 10 連棟 (60m)
奥行	52m
面積	3120m <sup>2</sup>
被覆材	屋根：農業用 PO フィルム 側面：農業用 PO フィルム
換気窓	天窓：谷部巻き上げ 側窓：妻面・側面巻き上げ
暖房	温風暖房
作物・栽培方法	イチゴ・高設養液栽培

**Fig. 4** 津波の被害を受けた丸屋根型連棟温室の外部の状況  
External situation of damaged curvilinear multi-span greenhouse by the tsunami



**Fig. 5** 津波の被害を受けた丸屋根型連棟温室の室内の状況  
Internal situation of damaged curvilinear multi-span greenhouse by the tsunami

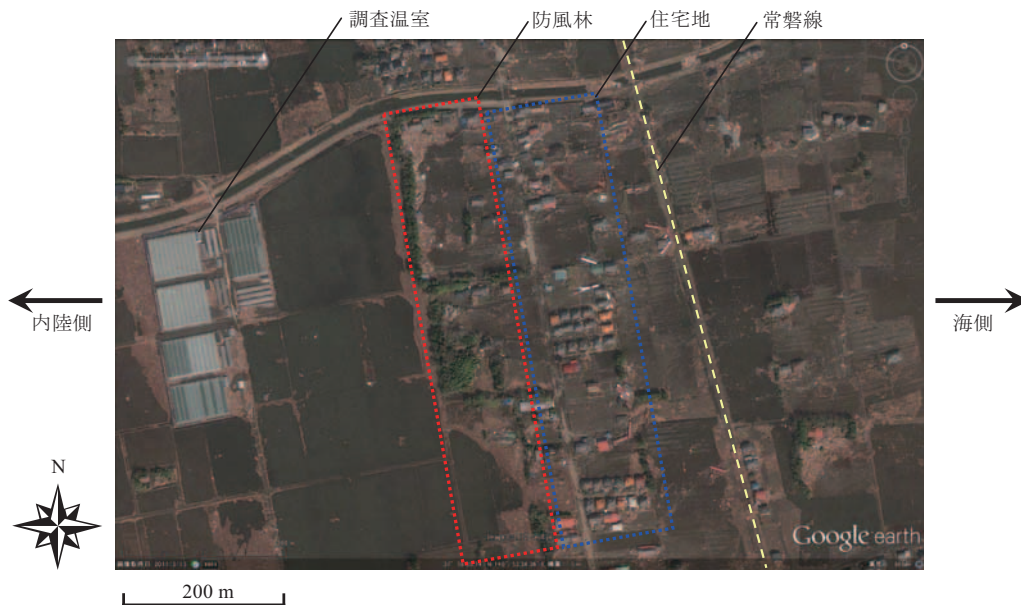


Fig. 6 山元町山寺地区で調査した丸屋根型連棟温室の航空写真  
Aerial photograph of observed curvilinear multi-span greenhouse in Yamadera, Yamamoto town

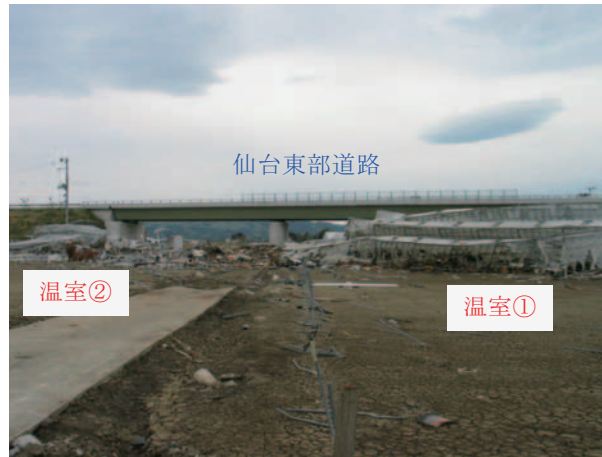
2 被災事例 B (宮城県亶理郡亶理町)：津波による鉄骨造温室の倒壊・損壊被害および浸水被害

亶理町長瀨地区には鉄骨造の大屋根型連棟温室や丸屋根型連棟温室が複数建設されていたが、立地条件によって温室の被害状況が大きく異なった (Fig.7)。Fig.7 に示す③から⑥の温室は津波により一部損壊したが、①および②の温室は倒壊した。これは①および②の温室の西側にある仙台東部道路の一部が盛土ではなく、一般道と交

差する部分が高架橋であったことに原因があり、盛土から高架橋に代わる部分が開口部となり津波の流れが集中し、その流れの線上にあった温室が倒壊したと考えられる (Fig.8)。一方、③から⑤の温室は仙台東部道路よりも海側にあったが、海側には防風林や住居などがあったために津波が減勢され、被害を軽減できたと考えられる (Fig.9.10)。調査地点は海岸から約 2.4km の距離に位置し、津波の浸水深は約 1.7m あった。



Fig. 7 亶理町長瀨地区で調査した連棟温室の航空写真  
Aerial photograph of observed multi-span greenhouse in Nagatoro, Watari town



**Fig. 8** 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室（①および②）の外部の状況  
External situation of damaged multi-span greenhouse (No. 1 and 2) by the tsunami



調査温室の仕様

温室構造・形状	鉄骨造・大屋根型
基礎	独立基礎
方位	南北棟
間口×連棟数	6m × 5 連棟 (30m)
奥行	51m
面積	1530m <sup>2</sup>
被覆材	屋根：農業用 PO フィルム 側面：農業用 PO フィルム
換気窓	天窗：跳ね上げ式方天窗 側窓：側面巻き上げ
暖房	温風暖房
作物・栽培方法	イチゴ・高設養液栽培

**Fig. 9** 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室（③）の外部の状況  
External situation of damaged multi-span greenhouse (No. 3) by the tsunami



**Fig. 10** 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室（③）の内部の状況  
Internal situation of damaged multi-span greenhouse by the tsunami

3 被災事例 C（宮城県亶理郡山元町）：津波による鉄骨造温室の倒壊被害

山元町高瀬地区には鉄骨造の丸屋根型連棟温室（Fig.11）が複数建設されていたが、津波によりすべて

の温室が倒壊・流出した（Fig.12, 13）。また、この温室に隣接し、木造の農産物直売所とトイレが建設されていたが（Fig.14）、直売所はコンクリートの布基礎を残して津波により流出したが、布基礎の上にコンクリート



調査温室の仕様

温室構造・形状	鉄骨造・丸屋根型
基礎	独立基礎
方位	南北棟
間口×連棟数	6 m × 9 連棟 (54m)
奥行	58 m
面積	3132 m <sup>2</sup>
被覆材	屋根：農業用 PO フィルム 側面：農業用 PO フィルム
換気窓	天窗：谷部巻き上げ 側窓：妻面・側面巻き上げ
暖房	温風暖房
作物・栽培方法	イチゴ・高設養液栽培

Fig. 11 津波の被害を受ける前の丸屋根型連棟温室の状況  
Situation of gothic curvilinear multi-span greenhouse before the tsunami



Fig. 12 山元町高瀬地区で調査した丸屋根型連棟温室の航空写真  
Aerial photograph of observed curvilinear multi-span greenhouse in Takase, Yamamoto town



Fig. 13 津波の被害を受けた丸屋根型連棟温室の建設資材  
Construction of damaged gothic multi-span greenhouse by the tsunami



Fig. 14 津波の被害を受ける前の農産物直売所の状況  
Situation of farmer's shop before the tsunami



Fig. 15 津波の被害を受けた農産物直売所の状況  
Situation of farmer's shop after the tsunami

ブロック造の腰壁を設けていたトイレは流出を免れた (Fig.15)。調査地点は海岸から約 1.5km の距離に位置し、津波の浸水深は約 2.5m あった。山元町 (2011) は、津波の浸水深が 1.5m 以上 2m 未満では建物の半壊、全壊の割合が多くなり、2m 以上の浸水深になると建物の全壊被害が急激に増大することを報告している。また、気象庁 (2012) の指標では、建築物の被害程度は津波の波高によって異なり、鉄筋コンクリートビルでは約 5m の波高まで持ちこたえるが、木造家屋では 2m 以上の波高で全面破壊に至ることが示されている。鉄骨造の温室は木造家屋と同様に、津波の浸水深が 2m を超えると被害が大きくなると考えられる。

### Ⅲ 石巻圏域の被害状況

2011 年 5 月 11 日に石巻圏域にある東松島市および石巻市において、園芸施設の被害調査を行った。この地域

の特徴として、沿岸部には単独経営による小規模な園芸施設と、石巻市の内陸部には補助事業により経営を集約化した大規模な園芸施設がある (Fig.16)。

#### 1 被災事例 D (宮城県東松島市)：津波による鉄骨造温室の損壊被害および浸水被害

東松島市大曲地区は定川と南北上運河によって三方を囲まれている。宮城県東部土木事務所 (2011) によると、津波が来襲したときは南北上運河の堤防の一部と定川の右岸堤防が破堤するとともに、大曲第二排水機場が全壊した。また、国土交通省 (2011) は、定川の破堤箇所付近の津波の波高は最大で 5.8m あったことを報告している (Fig.17)。

大曲地区には鉄骨造の温室が複数建設されていたが、津波により温室が損傷した (Fig.18)。現地調査を行った大屋根型連棟温室では、基礎の引き抜き、柱の変形、妻面や側面などの被害が生じていた (Fig.19, 20)。ま

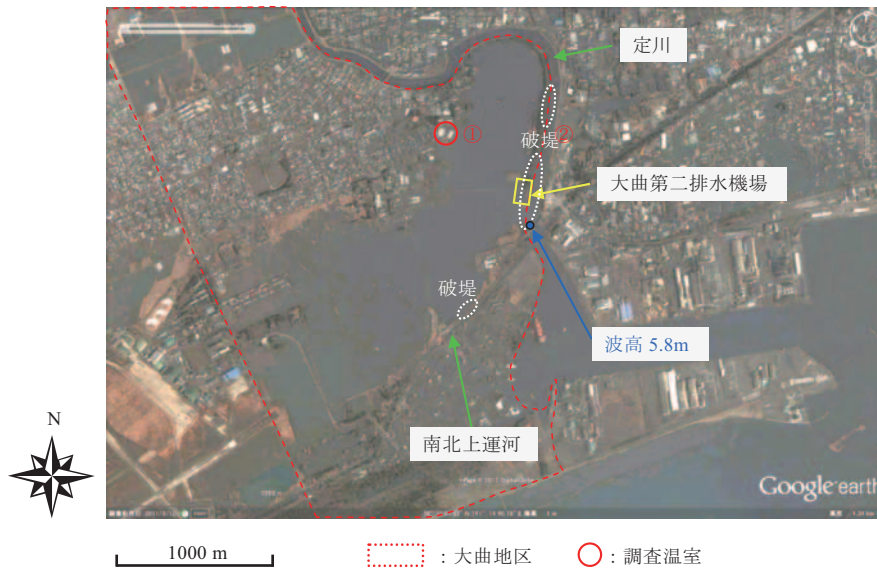


Fig. 16 東松島市および石巻市の園芸施設の調査地点

○：調査地点を示す

Observation points of horticultural structures in Higashi-matsushima and Ishinomaki city

○：Observation points



**Fig. 17** 東松島市大曲地区で調査した大屋根型連棟温室の航空写真  
Aerial photograph of observed multi-span greenhouse in Oomagari, Higashi-matsushima city



**Fig. 18** 東松島市大曲地区で調査した大屋根型連棟温室の航空写真  
Aerial photograph of observed multi-span greenhouse in Oomagari, Higashi-matsushima city



調査温室の仕様

温室構造・形状	鉄骨造・大屋根型
基礎	独立基礎
方位	南北棟
間口×連棟数	8m × 3 連棟 (24m)
奥行	45m
面積	1080m <sup>2</sup>
被覆材	屋根：硬質フィルム 側面：農業用 PO フィルム
換気窓	天窗：跳ね上げ式天窗 側窓：妻面・側面巻き上げ
暖房	温風暖房
作物・栽培方法	トマト・土耕栽培

**Fig. 19** 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室 (①) の外部の状況  
External situation of damaged multi-span greenhouse (No. 1) by the tsunami





**Fig. 20** 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室 (②) の外部の状況  
External situation of damaged multi-span greenhouse (No. 2) by the tsunami

た、この地区の海側には港湾施設や住居があったため、津波とともに様々な漂流物が温室に衝突し、温室の被害が大きくなった (Fig.21, 22)。しかし、一部の温室では基礎や柱などの主要構造に大きな損傷はなく、温室の修



**Fig. 21** 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室 (①) の内部の状況  
Internal situation of damaged multi-span greenhouse (No. 1) by the tsunami

調査温室の仕様

温室構造・形状	鉄骨造・大屋根型
基礎	独立基礎
方位	南北棟
間口×連棟数	8m × 4 連棟 (32m)
奥行	45m
面積	1440m <sup>2</sup>
被覆材	屋根：硬質フィルム 側面：農業用 PO フィルム
換気窓	天窓：跳ね上げ式天窓 側窓：妻面・側面巻き上げ
暖房	温風暖房
作物・栽培方法	キュウリ・土耕栽培

復は可能であると考えられた (Fig.23)。調査地点は海岸から約 2.2km の距離に位置し、津波の浸水深は約 1.7m あった。

一方、この地域ではトマトやキュウリなど果菜類を中



**Fig. 23** 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室 (①) の内部の状況  
Internal situation of damaged multi-span greenhouse (No. 1) by the tsunami



**Fig. 22** 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室 (②) の室内の状況  
Internal situation of damaged multi-span greenhouse (No. 2) by the tsunami



**Fig. 24** 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室 (②) の内部の状況  
Internal situation of damaged multi-span greenhouse (No. 2) by the tsunami

心に土耕栽培されていたが、津波によって運ばれたヘドロが堆積するとともに、様々な漂流物が漂着し、早期復旧の妨げとなっていた (Fig.24)。特に、ヘドロには海

水の塩分や海底に堆積した硫化化合物などが含まれていることが多く、土壌として使用するには問題があり、乾燥させた後に全て除去する必要があった (Fig.25)。



Fig. 25 温室に堆積したヘドロ  
Sludge accumulated on greenhouse floor

2 被災事例 E (宮城県石巻市)：津波による鉄骨造温室の倒壊・損壊被害および浸水被害

石巻市門脇地区の 5 連棟の大屋根型連棟温室では、3 棟は津波により倒壊したが 2 棟は倒壊を免れた (Fig.26, 27, 28)。また、温室に併設されていた単棟温室も倒壊した (Fig.29)。この温室の海側には自動車教習所、住居、工場、港湾施設などがあったが、倒壊した家屋、家具類、乗用車などの漂流物が温室に衝突し、被害が大きくなった。特に、倒壊した温室 3 棟と単棟温室は、自動車教習所の教習路面に隣接していたために津波が減勢されず、倒壊被害が拡大したと考えられる。調査地点は石巻港から約 1.3km の距離に位置し、津波の浸水深は約 2.2m あった。

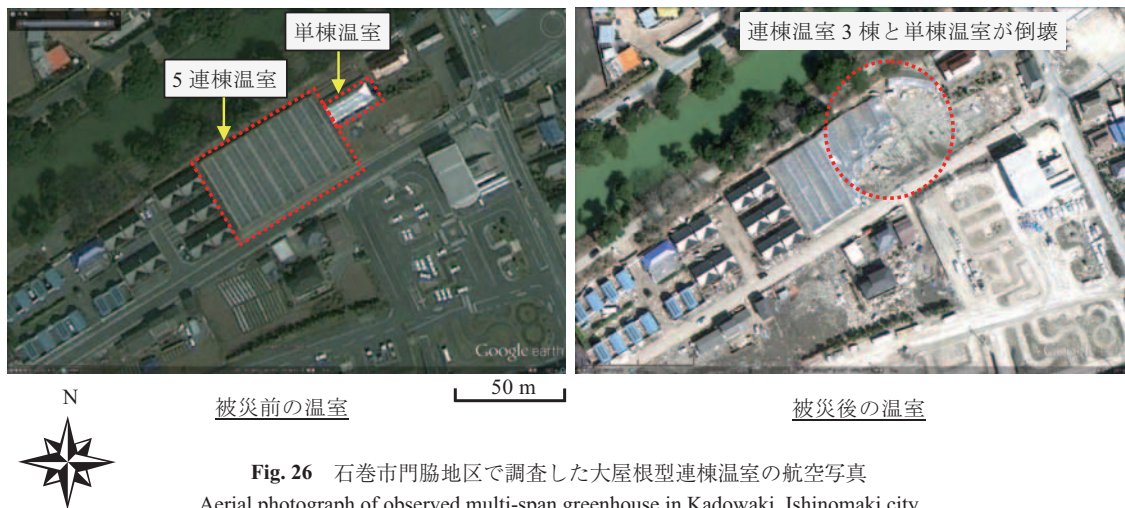


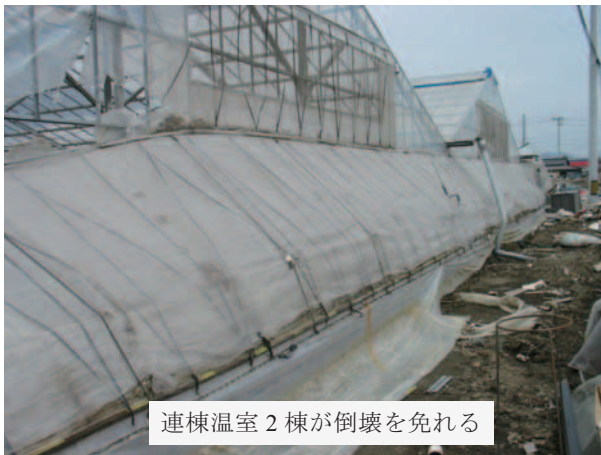
Fig. 26 石巻市門脇地区で調査した大屋根型連棟温室の航空写真  
Aerial photograph of observed multi-span greenhouse in Kadowaki, Ishinomaki city



Fig. 27 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室の外部の状況  
External situation of damaged multi-span greenhouse by the tsunami

調査温室の仕様

温室構造・形状	鉄骨造・大屋根型
基礎	独立基礎
方位	南北棟
間口×連棟数	12m × 5 連棟 (60m)
奥行	36m
面積	2160m <sup>2</sup>
被覆材	屋根：農業用 PO フィルム 側面：農業用 PO フィルム
換気窓	天窓：跳ね上げ式天窓 側窓：妻面・側面巻き上げ
暖房	温風暖房
作物・栽培方法	キュウリ・土耕栽培



連棟温室 2 棟が倒壊を免れる

Fig. 28 津波の被害を受けた大屋根型連棟温室の外部の状況  
External situation of damaged multi-span greenhouse by the tsunami



単棟温室が倒壊

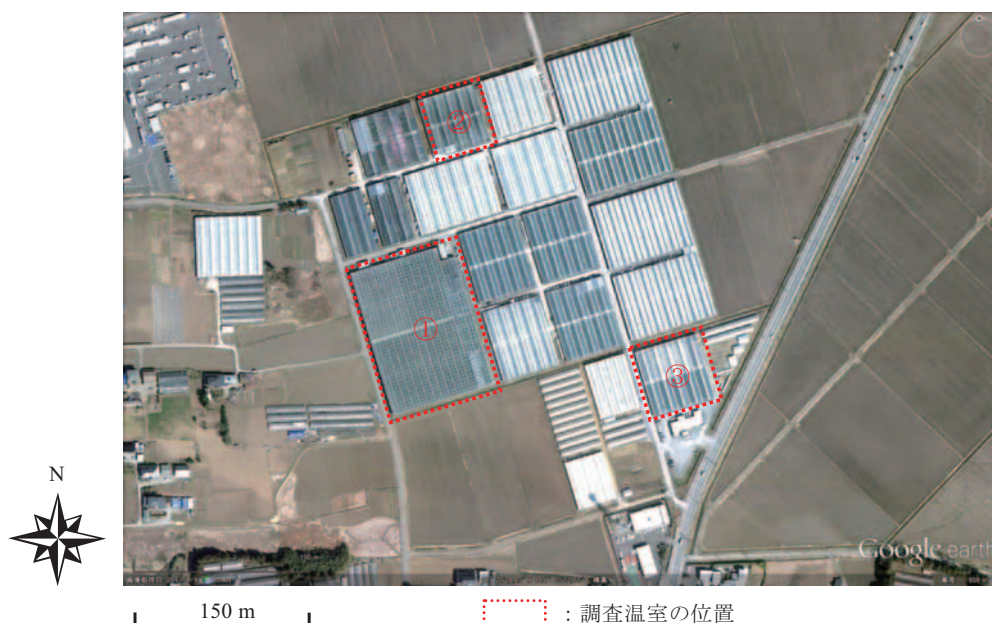
Fig. 29 津波の被害を受けた大屋根型単棟温室の外部の状況  
External situation of damaged single-span greenhouse by the tsunami

### 3 被災事例 F（宮城県石巻市）：地震に伴う温室の停電被害および地震動による付帯施設の損壊

石巻市蛇田地区は市内の内陸部に位置するが、大規模温室団地を造成し、営農を行っている生産グループがある（Fig.30）。この生産グループの多くは、もともと沿岸部で小規模な温室で営農していたが、経営の規模拡大のために内陸部に生産拠点を移した経緯がある。

この地区では津波の浸水被害はなかったが、調査を行ったフェンロー型温室（①）では（Fig.31）、地震動によって独立基礎の上端の一部に亀裂が生じた（Fig.32）。また、この団地内では地震後に発生した停電が約 5 日継続したが、フェンロー型温室の付帯設備である換気窓、暖房機、保温カーテンなどの環境制御装置や灌水装置が停止し、栽培していたトマトに低温障害や養水分不足が生じ、収量が通常の 25% 程度まで減少した（Fig.33）。また、団地内の他の大屋根型連棟温室（②）では（Fig.34）、停電時に天窓が開放されていたため、換気窓を閉めることができず、栽培していたトマトに低温障害が発生した（Fig.35）。この温室の換気窓開閉用モータには手動開閉用のプーリーが取り付けられていたが、プーリーに掛ける鎖および開閉器用モータまで登る長梯子がなかったため、停電時に天窓を手動で閉じることができなかった（Fig.36）。今後は停電や断水などへの対応手段を点検・整備するとともに、貯水タンクの設置や非常用発電機の導入などを検討する必要がある。

一方、高設の養液栽培装置を導入し、イチゴ生産を大規模に行っている大屋根型連棟温室（③）があったが（Fig.37）、地震動により栽培ベッドが架台から落下した（Fig.38）。一般に、温室は園芸用施設安全構造基準（日



: 調査温室の位置

Fig. 30 石巻市蛇田地区で調査した大規模温室団地の航空写真  
Aerial photograph of observed large-scale greenhouse estate in Hebita, Ishinomaki city



**Fig. 31** フェンロー型温室 (①) の外部の状況  
External situation of observed Venlo greenhouse (No. 1)

#### 調査温室の仕様

温室構造・形状	鉄骨造・フェンロー型
基礎	独立基礎
方位	南北棟
間口×連棟数	3.2m × 28 連棟 (89.6m)
奥行	126m
面積	11290m <sup>2</sup>
被覆材	屋根：ガラス 側面：ポリカーボネート
換気窓	天窗：跳ね上げ式天窗
暖房	温水暖房
作物・栽培方法	トマト・養液栽培



**Fig. 32** フェンロー型温室 (①) の独立基礎に発生したクラック  
Cracks on the crest of the single footing of Venlo greenhouse (No. 1)



**Fig. 33** 停電の被害を受けたフェンロー型温室 (①) の室内の状況  
Internal situation of damaged Venlo greenhouse (No. 1) by power failure



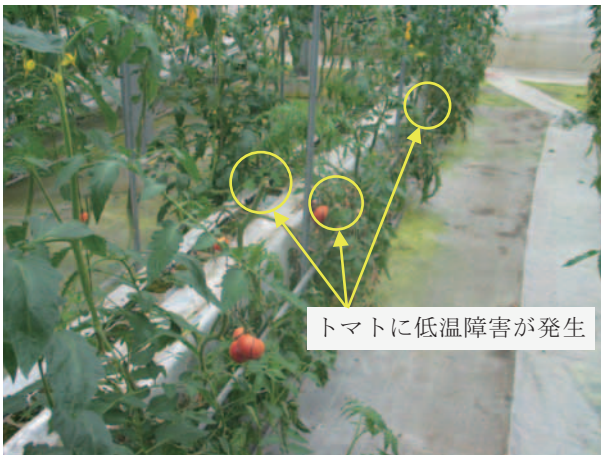
**Fig. 34** 大屋根型温室 (②) の外部の状況  
External situation of observed multi-span greenhouse (No. 2)

#### 調査温室の仕様

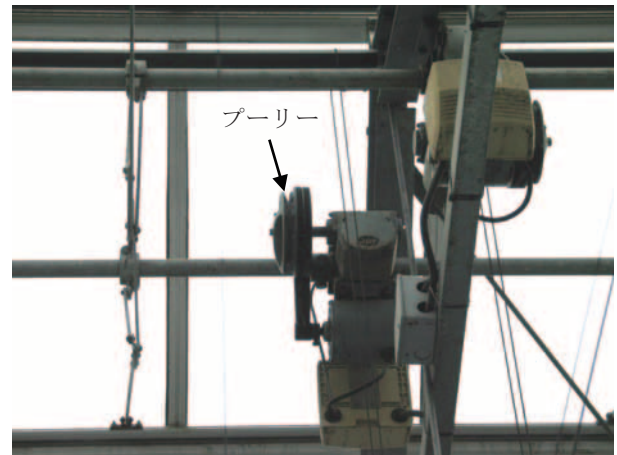
温室構造・形状	鉄骨造・大屋根型
基礎	独立基礎
方位	南北棟
間口×連棟数	9m × 5 連棟 (45m)
奥行	51m
面積	2295m <sup>2</sup>
被覆材	屋根：ガラス 側面：農業用 PO フィルム
換気窓	天窗：跳ね上げ式天窗 側窓：妻面・側面巻き上げ
暖房	温風暖房
作物・栽培方法	トマト・養液栽培

本施設園芸協会, 1997) に基づいて耐風・耐雪・耐震設計され安全性が保たれているが, 栽培装置などの付帯設備に基準はない。今後は温室の付帯設備に関する補強を

検討する必要がある。



**Fig. 35** 停電の被害を受けた大屋根型温室 (②) の室内の状況  
Internal situation of damaged multi-span greenhouse (No. 2) by power failure



**Fig. 36** 大屋根型連棟温室 (②) の天窓開閉装置  
Roof ventilator drive system of multi-span greenhouse (No. 2)



**Fig. 37** 大屋根型温室 (③) の外部の状況  
External situation of observed multi-span greenhouse (No. 3)

#### 調査温室の仕様

温室構造・形状	鉄骨造・大屋根型
基礎	独立基礎
方位	南北棟
間口×連棟数	10.9m × 5 連棟 (54.5m)
奥行	27m
面積	3106.5m <sup>2</sup>
被覆材	屋根：硬質フィルム 側面：農業用 PO フィルム
換気窓	天窓：跳ね上げ式天窓 側窓：妻面・側面巻き上げ
暖房	温風暖房
作物・栽培方法	イチゴ・高設養液栽培



**Fig. 38** 地震動の被害を受けた高設栽培ベッドの状況  
Situation of damaged high bench cultivation system by seismic motion

## IV 結言

宮城県太平洋沿岸に位置する仙台圏域および石巻圏域において園芸施設の被害状況を調査した結果、海岸に近く、浸水深が2m以上あった地域の鉄骨造温室（被災事例CおよびE）は津波によって大きな被害を受けたが、海岸から離れ、浸水深が2m以下の地域では修復が可能な温室（被災事例A、BおよびD）があった。園芸施設よりも構造的に強固な鉄筋コンクリート造や鉄骨造の建築物が津波により被災している中で（津波被害調査班, 2011）、パイプハウスや鉄骨造温室など園芸施設の被災を防ぐことには限界がある。農村工学研究所では、過去の津波災害と今回の東北地方太平洋沖地震の津波災害の調査・研究により、海岸堤防－農地－第2堤防－農地－第3堤防からなる津波減勢型農地整備（減災農地）を提案しているが（桐, 2011）、園芸施設は第2堤以降かつ予測される津波の最大浸水深が2m以下の農地に建設することにより、津波による被災を軽減できると考えられ

る。また、津波の被害を受けた園芸施設を復旧する上で、石巻圏域のように内陸部に大規模な温室を新たに建設する方法があるが、地域住民の間で様々な意志決定を図ることが重要である(福与(2011), 毛利(2011))。

一方、津波によって運ばれた土砂やヘドロの堆積、土壌の塩類集積などが迅速な復旧を妨げていたが(被災事例D)、高設栽培ベッドや養液栽培装置の導入(被災事例AおよびF)が有効である。ただし、高設栽培ベッドや養液栽培装置は、一般の土耕栽培と比べて設置・運転費用が増大するので、その導入には綿密な収支計画が必要である。また、地震に伴って発生した停電や断水によって換気窓、保温カーテン、暖房機、灌水装置などが停止し、生産作物に二次的な被害が発生したが(被災事例F)、停電、断水、燃油不足などに対応した環境制御技術を確立することが新たな課題である。さらに、わが国は台風や積雪などの気象災害が発生しやすく、また、地震の多発地域であるので、施設構造および付帯設備の強化・補強技術を体系的に検討することも重要な課題である。

最後に、本地震で亡くなられた方およびそのご遺族に対し深く哀悼の意を表するとともに、被災された方々に心からお見舞い申し上げます。

### 参考文献

- 1) 福与徳文(2011): 地域社会の機能と再生, 232, 日本経済評論社, 東京
- 2) 石井雅久・森山英樹・奥島里美・佐瀬勘紀・相澤正樹(2011a): 東北地方太平洋沖地震による大屋根型温室の震災被害と災害対応, 2011年度農業施設学会大会講演要旨, 3-4
- 3) 石井雅久・森山英樹・奥島里美・相澤正樹・常盤秀夫・田場昭男(2011b): 東北地方太平洋沖地震によるガラス室・鉄骨ハウスの被害調査, 2011年度農業施設学会大会講演要旨, 117-118
- 4) 気象庁(2012): 津波波高と被害程度, 気象庁HP(津波について), <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/faq/faq26.html> (データ取得日: 2012年2月10日)
- 5) 国土交通省(2011): 河川流域における津波被害状況, 国土交通省(河川津波対策検討会)HP, [http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/kasentsunamitaisaku/dai01kai/dai01kai\\_siryou2.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/kasentsunamitaisaku/dai01kai/dai01kai_siryou2.pdf) (データ取得日: 2012年2月10日)
- 6) 宮城県農林水産部(2011), 農林水産関係被害額の概要(東日本大震災 農林水産部関係対応状況), 宮城県県庁HP(農林水産関係被害状況), <http://www.pref.miyagi.jp/nosui/110311/110907.pdf> (データ取得日: 2012年2月10日)
- 7) 宮城県東部土木事務所(2011): 平成23年東北地方太平洋沖地震公共土木施設の応急復旧状況【河川・海岸編】, 宮城県東部土木事務所HP(河川・海岸の被害状況〔東部土木事務所管内版〕), <http://www.pref.miyagi.jp/et-dbk/hisai/panhu2-1.pdf> (データ取得日: 2012年2月10日)
- 8) 毛利栄征(2011): 農村地域の復旧と復興(東日本大震災における農地・農業用施設等の技術支援報告会資料), 農村工学研究所HP(東日本大震災復興支援農工研特設サイト), <http://nkk.naro.affrc.go.jp/2011fukkoushien/houkokukaisiryoyou/pdf/6-1.pdf> (データ取得日: 2012年2月10日)
- 9) 森山英樹・石井雅久・奥島里美・佐瀬勘紀(2011): 東北地方太平洋沖地震の津波によるパイプハウスの被災パターン, 2011年度農業施設学会大会講演要旨, 1-2
- 10) 森山英樹・石井雅久・奥島里美・佐瀬勘紀(2012): 東北地方太平洋沖地震の津波によるパイプハウスの被災特徴, 農業施設, 42, 193-200
- 11) 日本施設園芸協会(1997): 園芸用施設安全構造基準(暫定基準), 平成9年版, 151, 日本施設園芸協会, 東京
- 12) 桐 博英(2011): 減災農地の考え方, 農村工学研究所HP(「農村工学研究所メールマガジン」第16号(2011年7月号)), <http://nkk.naro.affrc.go.jp/merumaga/16/01-02.pdf> (データ取得日: 2012年2月10日)
- 13) 農林水産省(統計部, 農村振興局)(2011): 東日本大震災(津波)による農地の推定被害面積, 農林水産省HP(東日本大震災関係統計情報), <http://www.maff.go.jp/j/tokei/saigai/pdf/shinsai.pdf> (データ取得日: 2012年2月10日)
- 14) 奥島里美・石井雅久・森山英樹(2011): 農業施設編(被災した施設の調査・復旧方法), 農村工学研究所HP(東日本大震災復興支援農工研特設サイト), <http://nkk.naro.affrc.go.jp/2011fukkoushien/fukkyuuhouhou/fukkyuuhouhou.html> (データ取得日: 平成24年2月10日)
- 15) 津波被害調査班(2011): 第6章 津波による建築物の被害, 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査研究(速報), 国土技術政策総合研究所資料(第636号)・建築研究所(第132号), 1-150
- 16) 山元町有識者会議(2011): 第2回山元町復興会議資料, 山元町HP(震災復興有識者会議), <http://www.town.yamamoto.miyagi.jp/fukkou/pdf/siryou02.pdf> (データ取得日: 2012年2月10日)

# Horticultural Structures Damaged Along the Coast Part of Miyagi Prefecture by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

ISHII Masahisa, OKUSHIMA Limi, MORIYAMA Hideki and AIZAWA Masaki

## Summary

Many structures for horticulture such as high tunnels and greenhouses along the Pacific Coast of Miyagi Prefecture suffered crushing damage due to the tsunami caused by the 2011 offshore the Pacific Coast of Tohoku Earthquake. The National Institute for Rural Engineering (NIRE) investigated damage of structures for horticulture due to the tsunami and seismic motion. The purpose of this paper is to report an outline of the damage to horticultural structures and incidental facilities by the earthquake, and consider disaster correspondence in the future. Major economical damage by the tsunami consisted of the agricultural facilities (794 locations, 369.0 billion yen), structures for horticulture (22050 locations, 28.5 billion yen), agricultural machines (14160 locations, 43.5 billion yen) and other agricultural equipment in Miyagi Prefecture. The structures for horticulture typically seen damaged were as follows: (1) inshore greenhouses washed away by the tsunami, (2) damage of greenhouse structures distant from the shore was slight, (3) some high bench cultivation systems of multi-span greenhouses was damaged by the earthquake and (4) production of plants decreased because environmental control systems (ventilator, thermal curtain, heater, etc) and irrigation systems were stopped due to power failure. Earthquakes and meteorological disasters such as typhoons and snowfall frequently occur in Japan, so reinforcement of greenhouse structures is important. In addition, development of environmental control technology that prepares for power failures and suspension of water supplies is needed.

**Keywords** : greenhouse, earthquake, tsunami, power failure, controlled environment

