

津波被災水田におけるイネ病害虫の発生実態

佐藤 直紀・加進 丈二・中畑 庸子¹⁾・狐塚 慶子²⁾・辻 英明³⁾

小野 亨³⁾・大槻 恵太・鈴木 智貴

Occurrence of Diseases and Insect Pests of Rice in Paddy Fields Affected by the Tsunami Caused by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

Naoki Sato, Joji Kashin, Yoko Nakahata, Keiko Kitsunezuka, Hideaki Tsuji, Tohru Ono, Keita Otsuki
and Tomotaka Suzuki

抄 録

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う大津波により宮城県沿岸地帯の農地では海水が流入する大きな被害を受けた。津波被災した水田の一部では除塩作業が行われ、その後イネが作付けされた。このような栽培条件が病害虫の発生に与える影響は明らかになっていない。また津波被災により休耕した水田では、雑草が繁茂し、斑点米カメムシ類の発生源となることが懸念された。被災水田と被災していない一般水田との病害虫発生状況を比較した結果、病害では被災水田と比較し発生程度が高くなる傾向は認められなかった。虫害ではイネツトムシとヒメトビウンカの発生程度が高まる傾向が認められたが、イネの収量や品質への影響は小さいと考えられた。イヌビエやコウキヤガラが発生した休耕田において斑点米カメムシ類の発生状況を調査した結果、アカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ等の発生が確認された。また、これらの雑草の穂からはアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメがふ化したことから、このような休耕田は斑点米カメムシ類の発生源となることが明らかとなった。

【キーワード】 津波被災水田, イネ, 病害, 虫害

Key words: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Tsunami-devastated paddy field, Rice, Disease, Insect pests

諸 言

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により大津波が発生し、沿岸部に甚大な被害をもたらした。津波により沿岸地帯の農地には海水が流入し、宮城県の耕地面積の1割を超える約14,300haの農地が流失・冠水する等の被害を受けた。被災した農地では、流入した海水による土壌中の塩分を取り除く除塩作業が行われた。震災直後の2011年は、5月～6月の緊急的除塩事業によって1,150haの水田で作付けが可能となった。除塩作業に伴い、水稻の移植は被災していない水田と比較して遅くなる傾向があったが、このような栽培条件の違いが病害虫の発生や被害にどのような影響を及ぼすかは不明であった。そこで、宮城県古川農業試験場作物保護部と宮城県病害虫防除所が共同で被災水田の病害虫発生

実態調査を行った。震災直後の緊急除塩事業で作付け可能になった水田は被災水田の約1割であり、残りの被災水田ではがれきや泥土等の流入により、除塩作業を行うことができなかったため、作付けがされず休耕田となった。このような休耕田では雑草の繁茂が認められ、斑点米カメムシ類の発生源となること懸念されたため、斑点米カメムシ類の発生実態調査を行った。本研究では、被災水田における栽培管理上の問題点を抽出するとともに、水田の早期再生へ向けて必要な対策を講じるための基礎的知見として、病害虫発生実態の調査を行った。

材料および方法

1. イネ栽培水田における病害虫の発生

調査は2011年6月から9月にかけて実施した。被

洪水田における調査は、仙台市3地点、名取市1地点、石巻市4地点、東松島市1地点の合計9地点で行った(第1表)。調査を実施した被災水田は、がれきや泥土等の流入がなく、海水のみの流入であったため、震災直後の緊急的除塩事業によって作付けが可能となった水田である。被災水田と被災していない水田(以下、一般水田)との間で病害虫の発生程度を比較するため、病害虫防除所が農作物有害動物発生予察事業で行った62地点の調査結果を一般水田のデータとして活用した。

調査の対象は、ばか苗病 *Gibberella fujikuroi*, 黄化萎縮病 *Sclerophthora macrospora*, ごま葉枯病 *Cochliobolus miyabeanus*, 白葉枯病 *Xanthomonas oryzae pv. oryzae*, 縞葉枯病 *Rice stripe Virus*, 稲こうじ病 *Ustilaginoidea virens*, いもち病 *Pyricularia grisea*, 紋枯病 *Thanatephorus cucumeris*, イネヒメハモグリバエ(イネミギワバエ) *Hydrellia griecola*, イネハモグリバエ *Agromyza oryzae*, イネドロオイムシ(イネクビソハマムシ) *Oulema oryzae*, イネミズゾウムシ *Lissohoptrus oryzophilus*, ニカメイチュウ(ニカメイガ) *Chilo suppressalis*, イネカラバエ(イネキモグリバエ) *Chlorops oryzae*, イネツトムシ(イチモンジセセリ) *Parnara guttata*, コブノメイガ *Cnaphalocrocis medinalis*, ツマグロヨコバイ *Nephotettix cincticeps*, ヒメトビウンカ *Laodelphax striatella*, コバネイナゴ *Oxya yezoensis*, クサキリ類, ササキリ類, フタオビコヤガ *Naranga aenescens*, 斑点米カメムシ類とした。

調査方法および「無」、「少」、「中」、「多」、「甚」の発生程度は農林水産省が定めた発生予察事業の調査基準に準じて区分した(第2表)。同基準において

すくい取り法による調査方法および発生程度の区分が示されていないコバネイナゴ, クサキリ類, ササキリ類, フタオビコヤガについては斑点米カメムシ類の基準を当てはめた。また, カメムシ類による斑点米の発生程度は次のように区分した。

- 無： 斑点米率0%
- 少： 斑点米率0%超～0.1%未満
- 中： 斑点米率0.1%以上～0.3%未満
- 多： 斑点米率0.3%以上～1.0%未満
- 甚： 斑点米率1.0%以上

上記の方法で区分した各調査地点の発生程度をスコア化するため、「無」、「少」、「中」、「多」、「甚」に対し「0」、「1」、「2」、「3」、「4」の整数を与えて、この数値を目的変数とした。被災水田と一般水田の病害虫発生程度の統計的な差はWilcoxonの順位和検定によって確認し、 $P < 0.05$ を統計的に有意であると判断した。

各病害虫の調査方法の詳細は以下に示す。

1) ばか苗病

調査は6月中旬および6月下旬～7月上旬に行った。任意に選んだ1,000株を調査し、発病株率を算出した。

2) 黄化萎縮病

調査は6月中旬および6月下旬～7月上旬に行った。任意に選んだ25株を以下の基準により調査した。

- A：発病茎が61%以上の株。
- B：発病茎が31～60%以上の株。
- C：発病茎が11～30%以上の株。
- D：発病茎が10%以下の株。
- E：全く発病茎がない株。

発病度は次式により求めた。

$$\text{発病度} = (4A+3B+2C+D) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$$

第1表 被災水田における調査地点の病害虫防除実施状況

No.	地点名	品種	移植日	出穂期	育苗箱施用			茎葉散布・水面施用			
					処理時期	農薬名	処理量	処理時期	農薬名	処理方法	処理量/10a
1	仙台市若林区荒井	ひとめぼれ	5月22日	8月16日	移植当日	クロチアニジン・オリサストロビン粒剤	50g/箱	7月29日	ピロキロン粒剤	無人ヘリ	1kg
2	仙台市若林区下飯田	ひとめぼれ	5月27日	8月12日	移植当日	ジノテフラン・プロベナゾール粒剤	50g/箱	8月上旬	エトフェンブロックスマイクロカプセル剤	無人ヘリ	16倍, 0.8L
3	仙台市若林区今泉	まなむすめ	5月20日	8月8日	移植当日	ジノテフラン・プロベナゾール粒剤	50g/箱	8月11日	エトフェンブロックスマイクロカプセル剤	無人ヘリ	16倍, 0.8L
4	名取市堀内	ひとめぼれ	6月3日	8月13日	播種時	フィプロニル・オリサストロビン粒剤	50g/箱	-	-	-	-
5	石巻市蛇田字道上	まなむすめ	5月19日	8月13日	移植当日	フィプロニル・オリサストロビン粒剤	50g/箱	8月20日	ジノテフラン液剤	無人ヘリ	8倍, 0.8L
6	石巻市蛇田字深田	ひとめぼれ	5月22日	8月13日	移植当日	フィプロニル・オリサストロビン粒剤	50g/箱	8月18日	ジノテフラン液剤	無人ヘリ	8倍, 0.8L
7	石巻市大瓜	ひとめぼれ	5月21日	8月10日	移植当日	フィプロニル・オリサストロビン粒剤	50g/箱	8月17日	ジノテフラン液剤	無人ヘリ	8倍, 0.8L
8	石巻市中野	まなむすめ	5月25日	8月10日	移植当日	フィプロニル・オリサストロビン粒剤	50g/箱	8月23日	ジノテフラン液剤	無人ヘリ	8倍, 0.8L
9	東松島市浅井	ササニシキ	5月28日	8月10日	移植当日	フィプロニル・オリサストロビン粒剤	50g/箱	8月16日	ジノテフラン液剤	無人ヘリ	8倍, 0.8L

3) ごま葉枯病

調査は7月中旬, 7月下旬~8月上旬, 8月下旬および成熟期に行った. 任意に選んだ25株において葉および穂の発病程度を以下の基準により調査した.

(葉身の基準)

A: 1株の上葉に非常に多くの病斑が認められ, 上位3葉での枯死葉も認められる.

B: 1株の上葉にかなり多くの病斑が認められ, 上位3葉の一部に枯死葉が認められる.

C: 1株の上葉に病斑がかなり認められる.

D: 1株中病斑がわずかに認められる.

(穂の基準)

A: 穂枯れ症状が1株穂数の2/3以上に認められる.

B: 穂枯れ症状が1株穂数の1/3~2/3程度に認められる.

C: 穂枯れ症状が1株穂数の1/3以上に認められる.

D: 穂枯れ症状は認めないが, 葉に発病が認められる.

発病度は次式により求めた.

$$\text{発病度} = (4A+3B+2C+D) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$$

4) 白葉枯病

調査は7月中旬, 7月下旬~8月上旬, 8月下旬および成熟期に行った. 任意に選んだ25株において葉の発病程度を以下の基準により調査した.

A: 全葉面積に発病した株数.

B: 調査全葉面積に対する病斑面積の和が2/3以上の株数.

C: 調査全葉面積に対する病斑面積の和が1/3~2/3の株数.

D: 調査全葉面積に対する病斑面積の和が1/3以下の株数.

E: 発病なし.

発病度は次式により求めた.

$$\text{発病度} = (6A+5B+3C+D) / (6 \times \text{調査株数}) \times 100$$

5) 縞葉枯病

調査は7月中旬および7月下旬~8月上旬に行った. 任意に選んだ25株において葉の発病程度を以下の基準により調査した.

A: 株のほとんどの茎(90%以上)が発病している.

B: 株の2/3以上の茎が発病している.

C: 株の1/3~2/3の茎が発病している.

D: 株の1/3以下の茎が発病している.

E: 発病が認められない.

発病度は次式により求めた.

$$\text{発病度} = (4A+3B+2C+D) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$$

6) 稲こうじ病

調査は8月下旬および成熟期に行った. 任意に選んだ25株を調査し発病株率を求めた.

7) いもち病

葉いもちの調査は6月中旬, 6月下旬~7月上旬, 7月中旬および7月下旬~8月上旬に行った. 葉いもちの初発調査として, 1,000株程度の発病株数を調査し, 全般発生期の調査として, 25株の発病株数を以下の基準により調査した.

A: 下葉は枯死し, 完全なずり込み症状を呈する(病斑面積率50%以上).

B: かなり病斑が見られ軽いずり込み症状を呈する(病斑面積率10%程度).

C: 病斑がかなり見られる(病斑面積率2.0%程度).

D: 病斑がわずかに見られる(病斑面積率0.5%程度).

E: 病斑なし.

発病度は次式により求めた.

$$\text{発病度} = (4A+3B+2C+D) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$$

穂いもちの調査は8月下旬および成熟期に行った. 任意に選んだ25株において発病穂数を計数し, 発病穂率を求めた. なお, 首いもち(穂首部が罹病し白穂になったもの, またはこのためかなり不稔を起こしているもの)と枝梗いもち(穂首部以外で一次枝梗以上が侵され枯死したもの)を発病穂とした.

8) 紋枯病

調査は6月中旬, 6月下旬~7月上旬, 7月中旬, 7月下旬~8月上旬, 8月下旬および成熟期に行った. 任意に選んだ25株において以下の基準により調査し, 発病株率, 発病度を算出した.

A: 株の半数以上の茎が発病し, そのほとんどが止葉から穂首まで侵され, 止葉が枯死の状態を呈する.

B: 株の半数以上の茎が発病し, 大部分の病斑が止葉葉鞘まで達しているが, 止葉には生色がある.

C: 株の半数以上の茎が発病し, 大部分の病斑が第2葉鞘まで達している.

D: 病斑が第3葉鞘まで達している.

E: 全く発病を認めない, 又は第4葉鞘以下の発病.

発病度は次式により求めた.

$$\text{発病度} = (4A+3B+2C+D) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$$

9) イネヒメハモグリバエ

調査は6月中旬に行った. 任意に選んだ25株において被害葉数を調査し, A: 被害葉率51%以上, B:

31~50%, C: 16~30%, D: 1~15%, E 被害なし、の5段階に区分して次式により被害度を求めた。

$$\text{被害度} = (4A+3B+2C+D) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$$

10) イネハモグリバエ

調査は6月中旬および6月下旬~7月上旬に行った。調査および被害度の算出はイネヒメハモグリバエと同じ方法で行った。

11) イネドロオイムシ

調査は6月中旬および6月下旬~7月上旬に行った。調査および被害度の算出はイネヒメハモグリバエと同じ方法で行った。

12) イネミズゾウムシ

調査は6月上~中旬に行った。任意に選んだ25株において被害葉数を調査し、A: 被害葉率91%以上、B: 61~90%, C: 31~60%, D: 1~30%, E 被害なし、の5段階に区分して次式により被害度を求めた。

$$\text{被害度} = (4A+3B+2C+D) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100$$

13) ニカメイチュウ

調査は7月中旬に行った。任意に選んだ25株において被害株数を調査し、被害株率を算出した。

14) イネカラバエ

調査は7月中旬および8月下旬に行った。任意に選んだ25株において傷葉または傷穂の有無から被害株数を調査し、被害株率を算出した。

15) イネツトムシ

調査は8月下旬に行った。任意に選んだ25株において苞数を調査した。

16) コブノメイガ

調査は8月下旬に行った。任意に選んだ25株において上位2葉の被害葉を調査し、被害葉率を算出した。

17) ツマグロヨコバイ

調査は6月下旬~7月上旬、7月中旬、7月下旬~8月上旬および8月下旬に行った。捕虫網(柄の長さ1m, 口径36cm)を用いて20回振りのすくい取りを行い、捕獲した成虫および幼虫数を計数した。

18) ヒメトビウンカ

調査は6月下旬~7月上旬、7月中旬、7月下旬~8月上旬および8月下旬に行った。調査はツマグロヨコバイと同じ方法で行った。

19) セジロウンカ

調査は6月下旬~7月上旬、7月中旬、7月下旬~

8月上旬および8月下旬に行った。調査はツマグロヨコバイと同じ方法で行った。

20) コバネイナゴ

調査は6月下旬~7月上旬、7月中旬、7月下旬~8月上旬および8月下旬に行った。調査はツマグロヨコバイと同じ方法で行った。

21) クサキリ類

調査は6月下旬~7月上旬、7月中旬、7月下旬~8月上旬および8月下旬に行った。調査はツマグロヨコバイと同じ方法で行った。

22) ササキリ類

調査は7月中旬、7月下旬~8月上旬および8月下旬に行った。調査はツマグロヨコバイと同じ方法で行った。

23) フタオビコヤガ

調査は7月中旬、7月下旬~8月上旬および8月下旬に行った。捕虫網を用いて20回振りのすくい取りを行い、捕獲した幼虫数を計数した。

24) 斑点米カメムシ類

調査は6月下旬~7月上旬、7月中旬、7月下旬~8月上旬および8月下旬に行った。捕虫網を用いて20回振りのすくい取りを行い、捕獲した成虫は種別に計数し、カスミカメムシ類幼虫は種を分類せずに数を計数した。

成熟期に任意に選んだ穂50本を抜き取り、乾燥調製後、1.8mmの篩で屑米を除去した精玄米の粒数およびカメムシ類による斑点米被害粒数を計数した。全精玄米粒数に対する斑点米粒数の比率を斑点米率とした。全精玄米粒数に対する斑点米粒数の比率を斑点米率とした。

3. 休耕田におけるカメムシ類の発生

調査は仙台市若林区荒井(以下、仙台)、石巻市北上町橋浦A(以下、石巻A)、同B(以下、石巻B)、名取市下増田(以下、名取)の4か所で行った。いずれの地点も津波被災の影響により耕作されておらず雑草が繁茂していた。仙台、石巻Aおよび名取ではイネ科のイヌビエ *Echinochloa crus-galli* が優占種であったが、仙台ではアカザ科のシロザ *Chenopodium album* など広葉雑草の発生も認められた。石巻Bではコウキヤガラ *Scirpus maritimus* のみの発生であった。これらの地点における斑点米カメムシ類の発生状況を把握するため、2011年7月29

日は石巻Aと石巻Bにおいて、2011年8月5日は仙台と名取において捕虫網による20回振りのすくい取り調査を行った。捕獲したカメムシ類のうち、成虫は種別に計数し、カスミカメムシ類幼虫は種を分類せずに計数した。

イヌビエとコウキヤガラの群落におけるカメムシ類の繁殖の実態を確認するため、石巻Aからイヌビエの穂20本、石巻Bからコウキヤガラの穂60本を採集し、これらの穂から発生するカメムシ類を調べ

た。水で湿らせたろ紙を敷いたプラスチックシャーレ（直径90mm、高さ20mm）に穂を1本ずつ入れて、25℃、長日条件下（16時間明-8時間暗）に置いた。ふ化幼虫はすべてカスミカメムシ類であったことから、餌としてコムギ芽出し苗^{5), 15)}を入れた透明プラスチック製の飼育容器（60mm×60mm×100mm）に幼虫を20～30頭ずつ入れて25℃、長日条件下で飼育し、羽化後に種を判別した。

第2表 調査対象病害虫の発生程度別基準

病害虫名	評価項目	発生程度基準				
		無	少	中	多	甚
病害						
1 ばか苗病	発病株率(%)	0	1～5	6～15	16～30	31以上
2 黄化萎縮病	発病度	0	1～20	21～40	41～70	71以上
3 ごま葉枯病	発病度	0	1～20	21～40	41～70	71以上
4 白葉枯病	発病度	0	1～5	6～20	21～50	51以上
5 縞葉枯病	発病度	0	1～5	6～10	11～30	31以上
6 稲こじ病	発病株率(%)	0	1～5	6～15	16～30	31以上
7 いもち病						
葉いもち	発病度	0	1～20	21～40	41～70	71以上
穂いもち	発病穂率(%)	0	1～10	11～30	31～60	61以上
8 紋枯病	発病度	0	1～20	21～40	41～70	71以上
虫害						
9 イネヒメハモグリバエ	被害度	0	1～20	21～40	41～70	71以上
10 イネハモグリバエ	被害度	0	1～20	21～40	41～70	71以上
11 イネドロオイムシ	被害度	0	1～20	21～40	41～70	71以上
12 イネミズゾウムシ	被害度	0	1～20	21～40	41～70	71以上
13 ニカメイチュウ	被害株率(%)	0	1～30	31～60	61～90	91以上
14 イネカラバエ						
7月中旬(傷葉)	被害株率(%)	0	1～20	21～50	51～80	81以上
8月中旬(傷穂)	被害株率(%)	0	1～29	30～64	65～94	95以上
15 イネツトムシ	25株当たり苞数	0	1～10	11～20	21～40	41以上
16 コブノメイガ	被害葉率(%)	0	1～5	6～15	16～45	46以上
17 ツマグロヨコバイ	すくい取り虫数	0	1～50	51～750	751～1,500	1,501以上
18 ヒメトビウンカ	すくい取り虫数	0	1～10	11～30	31～100	101以上
19 セジロウンカ	すくい取り虫数	0	1～100	101～300	301～700	701以上
20 コバネイナゴ	すくい取り虫数	0	1～3	4～10	11～30	31以上
21 クサキリ類	すくい取り虫数	0	1～3	4～10	11～30	31以上
22 ササキリ類	すくい取り虫数	0	1～3	4～10	11～30	31以上
23 フタオビコヤガ	すくい取り虫数	0	1～3	4～10	11～30	31以上
24 斑点米カメムシ類	すくい取り虫数	0	1～3	4～10	11～30	31以上
	斑点米率(%)	0	<0.1	<0.3	<1.0	1.0以上

結 果

1. イネ栽培水田における病害虫の発生

被災水田と一般水田におけるイネ病害の調査結果は第3表に示した。被災水田において発生が確認された病害は紋枯病のみであった。水稻の重要病害であるいもち病の発生は確認されなかった。一般水田

では発生程度は低いものの、ばか苗病、稲こじ病、いもち病、紋枯病が認められた。

被災水田と一般水田におけるイネ害虫の調査結果は第4表に示した。イネカラバエとコブノメイガは被災水田、一般水田ともに発生は認められなかった。イネハモグリバエ、イネドロオイムシ、ニカメイチ

ユウおよびクサキリ類は一般水田のみで発生が認められた。イネツトムシは被災水田のみで確認された。その他の害虫については被災水田と一般水田の両方で発生が認められた。被災水田と一般水田の間で発生程度に差が認められ、かつ一般水田に比べて被災水田の発生程度が高い傾向を示したのはイネヒメハモグリバエ、イネツトムシ、ヒメトビウンカおよびアカヒゲホソミドリカスミカメであった。

各病害虫の発生実態調査の結果の詳細を下記に記す。

1) ばか苗病

一般水田では発生が認められたが、被災水田では発生が認められなかった。

2) 黄化萎縮病

一般水田、被災水田ともに発生が認められなかった。

3) ごま葉枯病

一般水田、被災水田ともに発生が認められなかった。

4) 白葉枯病

一般水田、被災水田ともに発生が認められなかった。

5) 縞葉枯病

一般水田、被災水田ともに発生が認められなかった。

6) 稲こうじ病

一般水田では発生が認められたが、被災水田では発生が認められなかった。

7) いもち病

葉いちは一般水田では発生が認められたが、被災水田では発生が認められなかった。穂いちは一般水田では発生が認められたが、被災水田では発生が認められなかった。

8) 紋枯病

一般水田、被災水田ともに発生が認められた。被災水田と一般水田の発生程度に有意な差は認められなかった。

9) イネヒメハモグリバエ

一般水田、被災水田ともに発生程度は少以下であった。被災水田における少発生地点の割合は、一般水田に比べて有意に高かった。

10) イネハモグリバエ

発生は一般水田のみで確認され、発生程度は少以

下であった。

11) イネドロオイムシ

発生は一般水田のみで確認され、発生程度は中以下であった。

12) イネミズゾウムシ

一般水田、被災水田ともに発生が確認された。発生程度は一般水田が中発生以下、被災水田が少発生以下で、両者の発生程度に明瞭な差は認められなかった。

13) ニカメイチュウ

発生は一般水田のみで確認された。一般水田の発生程度は大部分が少発生以下であったが、一部で多発生が確認された。

14) イネカラバエ

一般水田、被災水田ともに発生は認められなかった。

15) イネツトムシ

一般水田では発生は確認されなかった。被災水田では9地点中1地点で発生が確認され、発生程度は中であった。一般水田と被災水田の発生程度には有意な差が認められた。

16) コブノメイガ

一般水田、被災水田ともに発生は認められなかった。

17) ツマグロヨコバイ

6月下旬～7月上旬と7月中旬の調査では、一般水田、被災水田ともに発生は確認されなかった。7月下旬～8月上旬の調査では一般水田のみで発生が確認され、発生程度は少発生以下であった。8月下旬の調査では一般水田、被災水田ともに発生が確認され、発生程度は両者ともに中発生以下であった。一般水田と被災水田の発生程度にはいずれの調査時期においても有意な差は認められなかった。

18) ヒメトビウンカ

6月下旬～7月上旬の調査では一般水田、被災水田ともに少発生以下であった。その後、調査時期が進むにしたがって一般水田、被災水田ともに発生程度は高まる傾向が認められた。4回の調査のうち7月下旬～8月上旬を除く3回の調査において、被災水田の発生程度は一般水田に比べて有意に高い傾向を示し、8月下旬の調査では被災水田7地点全てで甚発生となり、石巻市蛇田(字道上)では上位葉にすす病の発生が認められた。

19) セジロウンカ

6月下旬～7月上旬と7月中旬の調査では、一般水田、被災水田ともに発生程度は少発生以下であった。7月中旬の調査以降、一般水田における発生地点の割合および発生程度は高まる傾向が認められた。被災水田では7月下旬～8月上旬と8月下旬の調査において発生は確認されなかった。一般水田と被災水田の発生程度には、8月下旬のみで有意な差が認められた。

20) コバネイナゴ

一般水田ではいずれの調査時期でも発生が確認され、発生程度は7月～8月上旬に最も高まり、甚発生水田も確認された。被災水田において確認されたのは7月下旬～8月上旬のみで、発生程度は一般水田に比べて低かった。

21) クサキリ類

一般水田では8月下旬の調査で発生が確認され、発生程度は中発生以下であった。被災水田では発生が確認されなかった。

22) ササキリ類

一般水田、被災水田ともにいずれの時期でも発生が確認された。一般水田では7月下旬～8月上旬の発生程度が最も高く多発生地点も確認されたが、被災水田ではいずれの調査時期でも少発生以下であった。なお、発生種は一般水田、被災水田ともにコバ

ネササキリ *Conocephalus japonicus*が主体であった。

23) フタオビコヤガ

一般水田、被災水田ともにいずれの時期においても発生が確認された。一般水田では7月中旬、7月下旬～8月上旬に甚発生地点が確認された。発生地点の割合、発生程度ともに7月中旬が最も高かった。被災水田の発生程度は多発生以下であった。一般水田と被災水田の発生程度には有意な差は認められなかった。

24) 斑点米カメムシ類

すくい取り調査により捕獲したカメムシ類は、一般水田、被災水田ともにアカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus*が最も多く、この他にアカヒゲホソミドリカスミカメ *Trigonotylus caelestialium* およびカスミカメムシ類幼虫が確認された。被災水田では8月下旬のアカヒゲホソミドリカスミカメ発生程度が一般水田に比べて高まったが、他の時期では有意な差は認められなかった。また、アカスジカスミカメ、カスミカメムシ類幼虫およびカメムシ類合計では一般水田と被災水田の間で有意な差は認められなかった。斑点米率については一般水田では無～甚発生、被災水田では無～多発生となり、両者の間に有意な差は認められなかった。

第3表 被災水田と一般水田におけるイネ病害発生程度の比較

病害名	調査時期	調査項目	区分	地点数	被害程度別割合(%)					区分間の比較 ^{a)}
					無	少	中	多	甚	
ばか苗病	6月中旬	発病株率	一般	62	96	4	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	6月下旬～7月上旬	発病株率	一般	62	94	6	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
黄化萎縮病	6月中旬	発病株率	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	6月中旬～下旬	発病株率	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
ごま葉枯病	7月中旬	発病度	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	7月下旬～8月上旬	発病度	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
ごま葉枯病(葉)	8月下旬	発病度	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	成熟期	発病度	一般	55	100	0	0	0	0	ns
			被災	8	100	0	0	0	0	
ごま葉枯病(穂)	8月下旬	発病度	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	成熟期	発病度	一般	55	100	0	0	0	0	ns
			被災	8	100	0	0	0	0	

第3表 続き

白葉枯病	7月中旬	発病度	一般 被災	62 9	100 100	0 0	0 0	0 0	0 0	ns
	7月中旬～8月上旬	発病度	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	8月下旬	発病度	一般 被災	62 9	100 100	0 0	0 0	0 0	0 0	ns
成熟期	発病度	一般	55	100	0	0	0	0	ns	
		被災	8	100	0	0	0	0		
縞葉枯病	7月中旬	発病度	一般 被災	62 9	100 100	0 0	0 0	0 0	0 0	ns
	7月下旬～8月上旬	発病度	一般 被災	62 9	100 100	0 0	0 0	0 0	0 0	ns
稲こうじ病	8月下旬	発病株率	一般 被災	62 9	85 100	15 0	0 0	0 0	0 0	ns
	成熟期	発病株率	一般	55	71	7	13	5	4	ns
被災			8	100	0	0	0	0		
葉いもち	6月中旬	発病度	一般 被災	62 9	100 100	0 0	0 0	0 0	0 0	ns
	6月下旬～7月上旬	発病度	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	7月中旬	発病度	一般 被災	62 9	98 100	0 0	2 0	0 0	0 0	ns
7月下旬～8月上旬	発病度	一般 被災	62 9	98 100	0 0	2 0	0 0	0 0	ns	
穂いもち	8月上旬	発病穂率	一般 被災	55 9	98 100	2 0	0 0	0 0	0 0	ns
	成熟期	発病穂率	一般	55	98	2	0	0	0	ns
被災			8	100	0	0	0	0		
紋枯病	6月中旬	発病度	一般 被災	62 9	100 100	0 0	0 0	0 0	0 0	ns
	6月下旬～7月上旬	発病度	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	7月中旬	発病度	一般	62	97	3	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	8月上旬	発病度	一般 被災	62 9	87 100	13 0	0 0	0 0	0 0	ns
8月下旬	発病度	一般	62	53	44	3	0	0	ns	
		被災	9	67	11	0	22	0		
成熟期	発病度	一般 被災	55 8	45 62	49 13	4 0	2 25	0 0	ns	

^{a)}nsは5%水準で有意差がないことを示す(Wilcoxonの順位と検定)

第4表 被災水田と一般水田におけるイネ害虫発生程度の比較

害虫名	調査時期	調査項目	区分	地点数	被害程度別割合(%)					区分間 の比較 ^{a)}
					無	少	中	多	甚	
イネヒメハモグリバエ	6月中旬	被害度	一般	62	84	16	0	0	0	*
			被災	9	56	44	0	0	0	
イネハモグリバエ	6月中旬	被害度	一般	62	98	2	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	6月下旬～7月上旬	被害度	一般	62	97	3	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
イネドロオイムシ	6月中旬	被害度	一般	62	82	16	2	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	6月下旬～7月上旬	被害度	一般	62	72	23	5	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
イネミズゾウムシ	6月上中旬	被害度	一般	60	65	32	3	0	0	ns
			被災	5	20	80	0	0	0	
ニカメイチュウ	7月中旬	被害株率	一般	62	87	11	0	2	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
イネカラバエ	7月中旬	被害度	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	
	8月下旬	被害度	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	5	100	0	0	0	0	
イネツトムシ	8月下旬	苞数/25株	一般	62	100	0	0	0	0	*
			被災	9	89	0	11	0	0	
コブノメイガ	8月下旬	被害葉率	一般	62	100	0	0	0	0	ns
			被災	9	100	0	0	0	0	

第4表 続き

ツマグロヨコバイ	6月下旬～7月上旬	すくい取り/20回	一般	31	100	0	0	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
	7月中旬	すくい取り/20回	一般	39	100	0	0	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	48	85	15	0	0	0	ns	
	(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0		
8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	92	6	2	0	0	ns	
	(成幼虫)	被災	7	86	0	14	0	0		
ヒメトビウンカ	6月下旬～7月上旬	すくい取り/20回	一般	31	74	26	0	0	0	*
		(成幼虫)	被災	7	29	71	0	0	0	
	7月中旬	すくい取り/20回	一般	39	82	18	0	0	0	*
		(成幼虫)	被災	7	28	29	43	0	0	
	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	48	36	52	8	4	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	43	14	43	0	0	
	8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	6	15	21	33	25	*
		(成幼虫)	被災	7	0	0	0	0	100	
セジロウンカ	6月下旬～7月上旬	すくい取り/20回	一般	31	90	10	0	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	86	14	0	0	0	
	7月中旬	すくい取り/20回	一般	39	92	8	0	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	86	14	0	0	0	
	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	48	69	31	0	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
	8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	27	71	2	0	0	*
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
コバネイナゴ	6月下旬～7月上旬	すくい取り/20回	一般	31	84	13	3	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
	7月中旬	すくい取り/20回	一般	39	54	23	15	8	0	*
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	48	48	23	17	4	8	ns
		(成幼虫)	被災	7	86	0	14	0	0	
	8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	69	19	12	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
クサキリ類	7月中旬	すくい取り/20回	一般	39	100	0	0	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	48	100	0	0	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
	8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	73	25	2	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
ササキリ類	7月中旬	すくい取り/20回	一般	39	67	28	5	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	57	43	0	0	0	
	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	48	39	42	15	4	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	43	57	0	0	0	
	8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	73	25	2	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	57	43	0	0	0	
フタオビコヤガ	7月中旬	すくい取り/20回	一般	39	20	26	23	18	13	ns
		(成幼虫)	被災	7	58	14	14	14	0	
	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	48	42	27	17	8	6	ns
		(成幼虫)	被災	7	71	29	0	0	0	
	8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	61	29	4	6	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	46	26	14	14	0	
斑点米カメムシ類 アカスジカスミカメ	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	47	53	30	9	6	2	ns
		(成幼虫)	被災	7	72	14	14	0	0	
8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	77	17	2	4	0	ns	
	(成幼虫)	被災	7	72	14	14	0	0		
斑点米カメムシ類 アカヒゲホソドリカスミカメ	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	47	77	19	4	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	96	4	0	0	0	*	
	(成幼虫)	被災	7	58	14	14	14	0		
斑点米カメムシ類 カスミカメムシ類幼虫	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	47	85	11	4	0	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	100	0	0	0	0	
8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	90	8	2	0	0	ns	
	(成幼虫)	被災	7	86	14	0	0	0		
斑点米カメムシ類 合計	7月下旬～8月上旬	すくい取り/20回	一般	47	53	30	9	6	2	ns
		(成幼虫)	被災	7	72	14	14	0	0	
	8月下旬	すくい取り/20回	一般	52	71	21	2	6	0	ns
		(成幼虫)	被災	7	43	14	29	14	0	
成熟期	斑点米率	一般	56	43	32	9	14	2	ns	
		被災	8	36	38	13	13	0		

a)*は5%水準で区分間に有意差があること、nsは同水準で有意差がないことを示す(Wilcoxonの順位和検定)口

第5表 雑草が繁茂した休耕田におけるカメムシ類の発生状況

地点名	主な雑草種	すくい取り虫数(20回振り) ¹⁾ (%)					合計
		アカスジ	アカヒゲ	ムギ	幼虫	その他	
仙台	イヌビエ	4 (10.8)	21 (56.8)	0 (0.0)	12 (32.4)	0 (0.0)	37
石巻A	イヌビエ	138 (64.5)	54 (25.2)	2 (0.9)	19 (8.9)	1 (0.5)	214
石巻B	コウキヤガラ	101 (57.1)	19 (10.7)	4 (2.3)	52 (29.4)	1 (0.6)	177
名取	イヌビエ	93 (43.3)	88 (40.9)	0 (0.0)	33 (15.3)	1 (0.5)	215

¹⁾カメムシ類の種名

アカスジ:アカスジカスミカメ, アカヒゲ:アカヒゲホソミドリカスミカメ

ムギ:フタトゲムギカスミカメ

幼虫:カスミカメムシ類幼虫, その他, ホソハリカメムシ, アカヒメヘリカメムシ

第6表 イヌビエとコウキヤガラの穂からふ化したカメムシ類

雑草種	供試穂数	ふ化幼虫数	羽化成虫数 ¹⁾ (%)		合計
			アカスジ	アカヒゲ	
イヌビエ	20	606	318 (92.2)	27 (7.8)	345
コウキヤガラ	60	98	84 (97.7)	2 (2.3)	86

¹⁾カメムシ類の種名

アカスジ:アカスジカスミカメ, アカヒゲ:アカヒゲホソミドリカスミカメ

2. 休耕水田におけるカメムシ類の発生

調査した全4地点で斑点米カメムシ類が確認された(第5表)。カメムシ類の種は、アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ、フタトゲムギカスミカメ *Stenodema calcarata* のカスミカメムシ類とその幼虫が主体で、この他にホソハリカメムシ *Cletus punctiger* とアカヒメヘリカメムシ *Rhopalus maculatus* がわずかに含まれていた。アカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメの個体数の割合は場所によって異なったものの、いずれの地点でもこの2種が全体の多くを占めていた。

石巻Aから採集したイヌビエの穂20本からふ化した幼虫数は606個体、このうち成虫になったのは345個体であった。石巻Bから採集したコウキヤガラの穂60本からふ化した幼虫数は98個体、このうち成虫になったのは86個体であった。両地点ともに発生した種はアカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメのみであり、種構成はアカスジカスミカメが90%以上と多くを占めた(第6表)。

考 察

1. イネ栽培水田における病害虫の発生

今回の調査では、被災水田において水稻の主要病害であるいもち病の発生は確認されなかった(第3表)。2011年の本県におけるいもち病の発生は、アメダスデータを利用したBLASTAMによると、いもち病の感染好適条件は出現したものの、7月の出現回数は平年よりもかなり少なく、発生は少なかった¹²⁾。また、種子消毒による防除、箱施用剤による防除が普及し、いもち病防除が徹底されたことが葉いもちの発生が確認されなかった要因と考えられる。穂いもちについては、伝染源となる葉いもちの発生が少なかったため、最終的に穂いもちの発生が認められなかったと考えられる。

紋枯病については、被災水田、一般水田ともに発生が確認された。2011年の本県における紋枯病の発生量は平年並であり、出穂期以降高温で経過したため、病勢進展には好適であった^{3), 12)}。被災水田7地点では紋枯病の防除に有効なクロチアニジン・オリサストロビン粒剤およびフィプロニル・オリサストロビン粒剤が使用されていた(第1表)。被災水田において紋枯病が確認された地点では、これら紋枯病に有効な薬剤が施用されておらず、このため発病が確認されたと考えられる。紋枯病の発生は、栽培条件および気象条件による発病とみられ、津波被災によるものではないと考えられた。

ばか苗病については、近年本県での発生が増加傾向にある病害であるが、被災水田において発病は確認されなかった。

稲こうじ病については、一般水田のみの発生で被災水田では発生が確認されなかった。稲こうじ病は前年の伝染源や気象条件が発生に影響し²³⁾、津波被災が発生に影響を与えることはないと考えられた。

その他の病害については、近年発生が少なく、伝染源も少ないため、被災水田、一般水田ともに発生は認められなかったと考えられた。

これらのことから、水稻病害については、津波による海水の流入が直接的に病害の発生に影響したとは考えにくく、発生要因は気象条件や栽培条件によるものであると考えられた。ただし、泥土が流入した農地において堆積泥を鋤きこんだ場合、窒素の無機化量が多くなる可能性がある¹¹⁾。いもち病、紋枯病、

稲こうじ病などは多窒素状態で発生が増加する傾向が認められ^{10), 22), 23)}, このような堆積泥が鋤き込まれたほ場では, こうした病害の発生に注意する必要がある。

虫害では, イネヒメハモグリバエ, イネツトムシとヒメトビウンカの発生程度が一般水田に比べて高まる傾向が認められた。

イネヒメハモグリバエの成虫発生盛期は, 本県では例年4月～6月の期間内において4月中旬～5月上旬と6月上旬～中旬に2回現れる²¹⁾。1回目と2回目の成虫発生盛期に田植時期が当たると被害葉率が高まるが, 本県において一般的である5月中旬の田植は成虫発生量が少ない時期に当たるために被害を回避していると考えられている⁸⁾。一般水田に比べて被災水田の被害程度が高まった理由として, 被災水田の田植時期が除塩作業等の影響で5月下旬～6月上旬に遅れたことにより, 田植直後の成虫侵入量と産卵数が一般水田に比べて多くなった可能性がある。ただし, 被災水田の発生程度は一般水田と同様少発生以下のレベルであった。これは殺虫剤の育苗箱施用により幼虫による食害が低く抑えられたものと考えられた。なお, イネドロオイムシやイネミズゾウムシ等の他の本田初期害虫においても発生程度が中以上に達したものはなく, イネヒメハモグリバエと同様に殺虫剤の育苗箱施用による防除により発生が低く抑えられたと考えられた。

本県においてヒメトビウンカ成虫の発生盛期は, 越冬世代が5月下旬, 第1世代が7月上旬, 第2世代が8月中旬, 第3世代が9月中～下旬で, 水田内の密度が急激に高まるのは第2世代幼虫が出現し始めるイネの幼穂形成期以降である⁶⁾。一般水田, 被災水田ともに出穂期前後となる7月下旬～8月上旬から8月下旬にかけて発生程度の高い地点が増加したことから, いずれの発生消長もこれまでの知見と大きな違いはないと考えられた。しかし, 一般水田と被災水田の発生程度を比較すると, 被災水田では6月下旬～7月上旬の第1世代発生盛期の時点ですでに一般水田よりも発生程度が高い傾向が認められており, その傾向は調査期間を通じて認められた。ヒメトビウンカの水田への侵入とその後の増殖はイネの作型の影響を受けることが知られており, 一般的には田植の早期化が水田への侵入を助長すると考えられている^{9), 20)}。これとは反対に, 被災水田では田

植時期が全般に遅れたにもかかわらず本種は多発した。この要因については更に検討する必要がある。本種の多発にともなう被害は, 茎葉におけるすす病の発生や本種のウイルス媒介による縞葉枯病の発生と吸汁害などが知られている。すす病の発生は被災水田の一部で確認されたが, これによる収量への影響は小さいことから²⁾大きな問題となることはないと思われる。もっとも重視すべきは縞葉枯病の発生であろう。県内における縞葉枯病の病原ウイルス保毒虫は2011年の調査¹²⁾において20地点中7地点で確認されているが, 発病は一般水田, 被災水田ともに発生は認められなかった。これは, ウイルス伝搬に大きく関与する第2世代幼虫がウイルスに感染しにくい幼穂形成期以降に出現しているためと考えられる⁶⁾。したがって, 被災水田における本病の発生が被災水田で大きな問題となる可能性は低いと思われる。本種の初への直接的な加害は減収, 千粒重や外観品質の低下をもたらすことが知られているが^{2), 20)}, 県内ではその被害実態について詳しい調査は行われていない。本種の多発生水田は被災の有無にかかわらず県内に散見されており, 今後, どの程度の発生密度で減収等の被害が生じるのかについて明らかにしていく必要がある。

イネツトムシは, 本県において移植時期の遅い水田や直播栽培など, 通常の移植栽培と比べてイネの生育ステージが遅れた水田で多発する傾向がある。今回の調査では一般水田に比べて田植時期が遅れた被災水田のみで発生が確認されたが, 1地点のみの局所的な発生であった。このことから, イネツトムシは被災水田において被害程度が高まる特徴的な害虫とは言い難いが, 田植が遅れた場合には多発する場合もあるので発生には注意が必要である。

斑点米カメムシ類では, 一般水田に比べて被災水田のアカヒゲホソミドリカスミカメ発生量が8月下旬のみで高まる傾向が認められたものの, カメムシ類を合計した発生密度や斑点米の発生程度は一般水田と被災水田の間に明瞭な差は認められなかった。県内の多くの水田ではカメムシ類に対して出穂期以降の殺虫剤散布が行われており, 今回調査した被災水田においても1地点(名取市堀内)を除いて防除が行われていたことを考えると, 一般水田と被災水田の間でカメムシ類による被害リスクに大きな違いはないと思われた。斑点米被害をもたらすカメムシ

類は本県の稲作において最も重要な害虫であるので、水田周辺の牧草地¹⁹⁾や水田雑草⁷⁾の植生管理を適切に行った上で薬剤による防除を行うというこれまでと同様の対策を被災水田においても実施する必要がある。

以上から被災水田においては、津波による被災が直接的に病害虫の発生に影響したとは考えにくく、防除については慣行の病害虫防除を基本とし、突発的に発生する病害虫については、発生状況に応じた防除を検討することが望ましい。

2. 休耕水田におけるカメムシ類の発生

津波被災水田のうち 2011 年に休耕した水田の多くは泥土が流入した農地である。このような水田で発生が最も目立った雑草種はイヌビエで、次いでコウキヤガラ¹⁷⁾の発生が多かった。これは、もともとイヌビエは低地部、コウキヤガラは沿岸部に分布が局在しているということともあるが、堆積した泥土に含まれる塩分の影響で、耐塩性の強い草種がさらに優占したことによるものと考えられる。コウキヤガラの耐塩性は他の雑草種と比べても特に強いことが知られており¹⁾、今回調査した石巻 B のように河口や海岸線に近く泥土が厚く堆積した場所では、他の植物との競合がない単一の群落を形成していた。

このようなイヌビエやコウキヤガラが発生した休耕田においてすくい取り調査を行った結果、いずれの地点でも斑点米の原因となるカメムシ類の発生が確認された。種構成は、イヌビエやコウキヤガラの草種に関わらずアカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメが優占しており、カスミカメムシ類幼虫はいずれの地点でも確認された。また、イヌビエとコウキヤガラの穂からはカスミカメムシ類の幼虫が孵化した。孵化幼虫を羽化するまで飼育し種を判別した結果、両草種から発生した幼虫はアカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメであることが確認され、その割合は両草種ともにアカスジカスミカメが 90%以上であった。このことから、被災休耕田はこれらのカメムシ類の繁殖場所となっていることが明らかとなった。

イネ科のヒエ類はこれらのカスミカメムシ類が寄主として利用することは以前から知られていた^{4), 15)}。一方、カヤツリグサ科ではイヌホタルイ *Scirpus juncooides* Roxb. とシズイ *Scirpus nipponicus* がア

カスジカスミカメの寄主であることは知られていたが¹⁸⁾、コウキヤガラが両種の寄主となることは新たな知見である。調査を行った7月下旬～8月上旬は、アカスジカスミカメでは第1世代、アカヒゲホソミドリカスミカメでは第2世代の成虫発生時期に当たる^{13), 16)}。両草種ともに出穂後間もない状態であったこと、休耕田内には寄主となり得る草種が他に見当たらなかったことを考えると、越冬世代成虫は休耕田外の場所で発生、産卵し第1世代以降の成虫が休耕田に侵入したものと考えられた。調査地点周辺の畦畔や河川堤防の法面では出穂後に夏枯れした状態のイタリアンライグラス *Lolium multiflorum* が確認された。このような休耕田は水田へ侵入する前のカメムシ類の生息場所であったと推測される。周辺でイネを作付けする水田への影響を考えると、休耕田だけではなくその周辺も含めて草刈りを行うなどカメムシ類が発生しにくい植生管理を行うことが重要である。

休耕田の多くは、今後泥土の除去と除塩作業が行われた後に水田として復旧されることが見込まれる。休耕田における雑草の多発生と増殖は、稲作を再開した後の水田内の雑草発生量にも影響すると考えられる。これらの雑草が水田内で多発した場合、光や養分の競合に起因する減収が生じるとともに、イヌホタルイ⁷⁾と同様に水田内における寄主としてアカスジカスミカメの密度を高めて斑点米被害を増大する可能性がある。稲作を再開するに当たってはこれらの雑草の発生に注意して適切な防除対策を講じる必要がある。

2011年10月11日には東日本大震災により津波被害を受けた農地を対象とした無人ヘリコプター用の除草剤が農薬登録された。このような防除技術も活用しながら被災農地の復旧が早期に進展することを期待したい。

要 約

津波被災水田では、被災していない一般水田と比較して発生程度が高くなる病害は認められなかった。虫害ではイネツトムシとヒメトビウンカの発生程度が高まる傾向が認められたが、イネの収量や品質への影響は小さいと考えられた。

休耕田では、イヌビエやコウキヤガラが繁茂し、アカスジカスミカメやアカヒゲホソミドリカスミカ

メの発生が確認され、斑点米カメムシの発生源となることが明らかになった。

引用文献

- 1) 千葉和夫. 2005. 水田多年生雑草コウキヤガラの生態, 雑草害および防除. 東北の雑草 5 : 3-8.
- 2) 八谷和彦・秋山安義. 1987. 異常多発生したヒメトビウンカの吸汁害によるイネの減収. 応動昆, 33 : 104-105.
- 3) 羽柴輝良. 1984. イネ紋枯病の発生と被害の予測法. 北陸農試報 26 : 115-164
- 4) 林 英明・中沢啓一. 1988. アカスジメクラガメの生態と防除に関する研究 第 1 報 生息場所と発生推移. 広島農試報 51 : 45-53.
- 5) 樋口博也・高橋明彦. 2000. アカヒゲホソミドリカスミカメの小麦苗による飼育. 北陸病虫研報 48 : 23-25.
- 6) 本蔵良三・藤崎祐一郎・永野敏光. 1987. 宮城県におけるイネ縞葉枯病の発生生態. 宮城農セ報 55 : 37-46.
- 7) 加進丈二. 2010. 水田雑草イヌホタルイの発生がアカスジカスミカメによる斑点米被害に与える影響. 植調 44 : 228-233.
- 8) 城所 隆・藤崎祐一郎・高野俊昭 (1982) イネヒメハモグリバエの多発要因としての田植時期について. 応動昆 : 26 : 306-308.
- 9) 小林 尚・日和田太郎. 1968. ヒメトビウンカの増殖における水稻の早期および早植栽培の意義. 日本生態学会誌 18 : 179-185.
- 10) 松山宣明. 1975. 窒素多肥イネの細胞壁物質生成といもち病抵抗力. 日植病報 41. 56-61
- 11) 宮城県. 2012. 「農業の早期復興に向けた試験研究期間連携プロジェクト」ホームページ http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/res_center/revival.html
- 12) 宮城県病害虫防除所. 2012. 平成 23 年度植物防疫年報:pp1-91.
- 13) 永野敏光・藤崎祐一郎・宮田将秀. 1992. 宮城県における斑点米の原因となるカメムシ類の発生状況. 宮城農セ報 58 : 10-24.
- 14) 長澤淳彦・樋口博也. 2008. イネ科雑草の穂による採卵とコムギ幼苗を用いたアカスジカスミカメの飼育法. 応動昆 52 : 1-6.
- 15) 長澤淳彦・斉藤 毅. 2006. アカヒゲホソミドリカスミカメのイネ科雑草の穂に対する産卵. 北陸病虫研報 55 : 13-16.
- 16) 大場淳司・小野 亨. 2004. 冷害年における割れ粃の発生が斑点米カメムシ類の加害に与える影響. 北日本病虫研報 55 : 122-124.
- 17) 大川茂範. 2012. 東日本大震災により被害を受けた農地の現状と復旧に向けた取り組み. 植調 46 : 127-142.
- 18) 大友令史・菅 広和・田中誉志美. 2005. アカスジカスミカメの生態に関する 2, 3 の知見. 北日本病虫研報 56 : 105-107.
- 19) 小野 亨・加進丈二・城所 隆・佐藤浩也・石原なつ子. 2010. アカスジカスミカメに対する繁殖地の密度抑制技術と新規殺虫剤による斑点米被害の抑制. 宮城古川試農試報 8 : 35-45.
- 20) 鈴木忠夫. 1967. ヒメトビウンカによる水稻出穂期前後の被害解析. 北陸病虫研報 15 : 44-46.
- 21) 高野俊昭・藤崎祐一郎. 1985. イネヒメハモグリバエ成虫の発生時期. 北日本病虫研報 36 : 14-16.
- 22) 立石 晁・村田 全. 1959. 稲紋枯病の発生と肥料要素との関係. 九州病虫研報 5:2-4
- 23) 辻 英明・横須賀知之・天野昭子・中野理子・松本幸子. 1996. 稲こうじ病の発生生態と防除. 植物防疫 50 : 359-363.

Occurrence of Diseases and Insect Pests of Rice in Paddy Fields Affected by the Tsunami from the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

Naoki Sato, Joji Kashin, Yoko Nakahata, Keiko Kitsunozuka, Hideaki Tsuji, Tohru Ono,
Keita Otsuki and Tomotaka Suzuki

Summary

The tsunami caused by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake caused serious damage to the coastal farmlands of Miyagi Prefecture. Rice had been planted in part of the tsunami-devastated paddy area after salt-removal work. It is not known how these cultivation conditions affect the occurrence of insect pests and diseases of rice. In addition, there has been concern that fallow fields, where rice cannot be planted, will act as site of multiplication of rice bugs. A field-survey comparison of tsunami-devastated paddy fields and non-devastated fields, revealed that the former paddy fields did not have higher rates of disease. However, there were higher rates of occurrence of the rice plant skipper *Parnara guttata* and the small brown planthopper *Laodelphax striatella* in tsunami-devastated paddies than in non-devastated paddies, although the impact of these pests on rice yield and quality was thought to be small. Investigation of fallow fields in which *Echinochloa crus-galli* and *Scirpus maritimus* grew showed that the sorghum plant bug *Stenotus rubrovittatus* and the rice leaf bug *Trigonotylus caelestialium* were present. We confirmed that these rice bugs hatched from the ears of these weeds. Thus these fallow fields could be a source of rice bugs invading the rice paddies.

別表 被災水田におけるイネ病害虫の発生調査結果

水稲病害

1.ばか苗病

調査地点名	発病株率(%)	
	6月中	6月下旬 ～7月上旬
仙台市若林区荒井	0	0
仙台市若林区下飯田	0	0
仙台市若林区今泉	0	0
名取市堀内	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0
石巻市大瓜	0	0
石巻市中野	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0

2.黄化萎縮病

調査地点名	発病株率(%)	
	6月中旬	6月下旬 ～7月上旬
仙台市若林区荒井	0	0
仙台市若林区下飯田	0	0
仙台市若林区今泉	0	0
名取市堀内	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0
石巻市大瓜	0	0
石巻市中野	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0

3.ごま葉枯病

調査地点名	発病株率(%)		発病度 ¹⁾					
	7月中旬	7月下旬 ～8月上旬	8月下旬	成熟期	7月中旬	7月下旬 ～8月上旬	8月下旬	成熟期
仙台市若林区荒井	0	0	0	0	0	0	0	0
仙台市若林区下飯田	0	0	0	0	0	0	0	0
仙台市若林区今泉	0	0	0	-	0	0	0	-
名取市堀内	0	0	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0	0	0	0	0

1) 被害度=(4A+3B+2C+D)/(4×調査株数)×100

A: 上位葉での病斑が非常に多く、上位3葉での枯死葉あり。

B: 上位葉での病斑がかなり多く、上位3葉の一部に枯死葉あり。

C: 上位葉に多くの病斑。

D: 株にわずかな病斑。

E: 発病なし。

4.白葉枯病

調査地点名	発病株率(%)		発病度 ¹⁾					
	7月中旬	7月下旬 ～8月上旬	8月下旬	成熟期	7月中旬	7月下旬 ～8月上旬	8月下旬	成熟期
仙台市若林区荒井	0	0	0	0	0	0	0	0
仙台市若林区下飯田	0	0	0	0	0	0	0	0
仙台市若林区今泉	0	0	0	-	0	0	0	-
名取市堀内	0	0	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0	0	0	0	0

1) 被害度=(4A+3B+2C+D)/(4×調査株数)×100

A: 全葉面積に発病。

B: 全葉面積の2/3以上に発病。

C: 全葉面積の1/3～2/3に発病。

D: 全葉面積の1/3以下で発病。

E: 発病なし。

5. 縮葉枯病

調査地点名	発病株率(%)		発病度 ¹⁾	
	7月中旬	7月下旬 ~8月上旬	7月中旬	7月下旬 ~8月上旬
仙台市若林区荒井	0	0	0	0
仙台市若林区下飯田	0	0	0	0
仙台市若林区今泉	0	0	0	0
名取市堀内	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0

1) 発病度=(4A+3B+2C+D)/(4×調査株数)×100

A: 発病茎率90%以上。

B: 発病茎率2/3以上。

C: 発病茎率1/3~2/3。

D: 発病茎率1/3以下。

E: 発病なし。

6. 稲こじ病

調査地点名	発病株率(%)		発病穂率(%)	
	8月下旬	成熟期	8月下旬	成熟期
仙台市若林区荒井	0	0	0	0
仙台市若林区下飯田	0	0	0	0
仙台市若林区今泉	0	-	0	-
名取市堀内	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0

7. 葉いもち

調査地点名	発病株率(%)				
	6月中旬	6月下旬 ~7月上旬	7月中旬	7月下旬 ~8月上旬	8月上~中旬
仙台市若林区荒井	0	0	0	-	0
仙台市若林区下飯田	0	0	0	-	0
仙台市若林区今泉	0	0	0	-	0
名取市堀内	0	0	0	-	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0	0

調査地点名	発病度 ¹⁾				
	6月中旬	6月下旬 ~7月上旬	7月中旬	7月下旬 ~8月上旬	8月上~中旬
仙台市若林区荒井	0	0	0	-	0
仙台市若林区下飯田	0	0	0	-	0
仙台市若林区今泉	0	0	0	-	0
名取市堀内	0	0	0	-	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0	0

1) 発病度=(4A+3B+2C+D)/(4×調査株数)×100

A: 下位葉は枯死しずり込み症状を呈する。病斑面積率50%以上。

B: かなり病斑が見られ軽いずり込み症状を呈する。病斑面積率10%以上。

C: 病斑がかなり見られる。病斑面積率2%程度。

D: 病斑がわずかに見られる。病斑面積率0.5%

E: なし。

8.穂もち

調査地点名	発病穂率(%)			
	穂首(a)	枝梗(b)	(a)+(b)	粳いもち
仙台市若林区荒井	0	0	0	0
仙台市若林区下飯田	0	0	0	0
仙台市若林区今泉	0	0	0	0
名取市堀内	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0

8/22～24調査

調査地点名	発病穂率(%)			
	穂首(a)	枝梗(b)	(a)+(b)	粳いもち
仙台市若林区荒井	0	0	0	0
仙台市若林区下飯田	0	0	0	0
仙台市若林区今泉	0	0	0	0
名取市堀内	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0

成熟期

9.紋枯病

調査地点名	発病株率(%)					
	6月中旬	6月下旬 ～7月上旬	7月中旬	7月下旬 ～8月上旬	8月下旬	成熟期
仙台市若林区荒井	0	0	0	0	48	100
仙台市若林区下飯田	0	0	0	0	44	88
仙台市若林区今泉	0	0	0	0	16	-
名取市堀内	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0	4
石巻市大瓜	0	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0	0	0

調査地点名	発病度 ¹⁾			
	7月中旬	7月下旬 ～8月上旬	8月下旬	成熟期
仙台市若林区荒井	0	0	12	55
仙台市若林区下飯田	0	0	21	61
仙台市若林区今泉	0	0	4	-
名取市堀内	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	2
石巻市大瓜	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0

1) 被害度=(4A+3B+2C+D)/(4×調査株数)×100

A: 半数以上の茎が発病し、そのほとんどが止葉から穂首まで侵され、止葉が枯死の状態を呈する。

B: 半数以上の茎が発病し、大部分の病斑が止葉葉鞘まで達しているが止葉には生色がある。

C: 半数以上の葉が発病し、大部分の病斑が第2葉鞘まで達している。

D: 病斑が第3葉鞘まで達している。

D': 第4葉鞘以下の発病。

E: 発病なし。

1. イネヒメハモグリバエ

調査地点名	被害株率(%)		被害度 ¹⁾
	6月中旬	6月中旬	
仙台市(若)荒井	8	2	
仙台市(若)下飯田	0	0	
仙台市(若)今泉	16	4	
名取市堀内	8	2	
石巻市蛇田(字道上)	0	0	
石巻市蛇田(字深田)	0	0	
石巻市大瓜	4	1	
石巻市中野	0	0	
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	

1) 被害度=(4A+3B+2C+D)/(4×調査株数)×100

A: 被害率51%以上

B: 同31~50%

C: 同16~30%

D: 同15%以下

E: 被害なし

2. イネハモグリバエ

調査地点名	被害株率(%)		被害度 ¹⁾	
	6月中旬	6月下旬 ~7月上旬	6月中旬	6月下旬 ~7月上旬
仙台市(若)荒井	0	0	0	0
仙台市(若)下飯田	0	0	0	0
仙台市(若)今泉	0	0	0	0
名取市堀内	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0

1) 被害度はイネヒメハモグリバエと同じ方法で算出。

3. イネドロオオムシ

調査地点名	成虫数/25株		被害株率(%)		被害度 ¹⁾	
	6月中旬	6月中旬	6月下旬 ~7月上旬	6月中旬	6月下旬 ~7月上旬	
仙台市(若)荒井	-	0	0	0	0	
仙台市(若)下飯田	-	0	0	0	0	
仙台市(若)今泉	-	0	0	0	0	
名取市堀内	-	4	0	1	0	
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0	
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0	
石巻市大瓜	0	0	0	0	0	
石巻市中野	0	0	0	0	0	
東松島市浅井(字駒塚)	1	0	0	0	0	

1) 被害度はイネヒメハモグリバエと同じ方法で算出。

4. イネミズゾウムシ

調査地点名	成虫数/25株		被害株率(%)		被害度 ¹⁾
	6月上~中旬	6月上~中旬	6月上~中旬	6月上~中旬	
仙台市(若)荒井	-	-	-	-	
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-	
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	
名取市堀内	-	-	-	-	
石巻市蛇田(字道上)	0	24	6	6	
石巻市蛇田(字深田)	0	4	1	1	
石巻市大瓜	0	8	2	2	
石巻市中野	0	0	0	0	
東松島市浅井(字駒塚)	0	4	1	1	

1) 被害度=(4A+3B+2C+D)/(4×調査株数)×100

A: 被害率91%以上

B: 同61~90%

C: 同31~60%

D: 同1~30%

E: 被害なし

5. ニカメイガ

調査地点名	被害株率(%)
7月中旬	
仙台市(若)荒井	0
仙台市(若)下飯田	0
仙台市(若)今泉	0
名取市堀内	0
石巻市蛇田(字道上)	0
石巻市蛇田(字深田)	0
石巻市大瓜	0
石巻市中野	0
東松島市浅井(字駒塚)	0

6. イネカラバエ

調査地点名	被害株率(%)	
	7月中旬	8月下旬
仙台市(若)荒井	0	-
仙台市(若)下飯田	0	-
仙台市(若)今泉	0	-
名取市堀内	0	-
石巻市蛇田(字道上)	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0
石巻市大瓜	0	0
石巻市中野	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0

7. イネツトムシ

調査地点名	苞数/25株
8月下旬	
仙台市(若)荒井	0
仙台市(若)下飯田	0
仙台市(若)今泉	0
名取市堀内	0
石巻市蛇田(字道上)	15
石巻市蛇田(字深田)	0
石巻市大瓜	0
石巻市中野	0
東松島市浅井(字駒塚)	0

8. コブノメイガ

調査地点名	上位2葉 被害葉/25株
8月22日	
仙台市(若)荒井	0
仙台市(若)下飯田	0
仙台市(若)今泉	0
名取市堀内	0
石巻市蛇田(字道上)	0
石巻市蛇田(字深田)	0
石巻市大瓜	0
石巻市中野	0
東松島市浅井(字駒塚)	0

9. ツマグロヨコバイ

調査地点名	6月下旬 ～7月上旬			7月中旬		
	成虫数	幼虫数	計	成虫数	幼虫数	計
仙台市(若)荒井	0	0	0	0	0	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0	0	0

調査地点名	7月下旬 ～8月上旬			8月下旬		
	成虫数	幼虫数	計	成虫数	幼虫数	計
仙台市(若)荒井	0	0	0	0	0	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	307	179	486
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0	0	0

20回振り虫数

10. ヒメトビウンカ

調査地点名	6月下旬 ～7月上旬			7月中旬		
	成虫数	幼虫数	計	成虫数	幼虫数	計
仙台市(若)荒井	0	0	0	0	0	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	3	0	3	5	0	5
石巻市蛇田(字深田)	1	0	1	7	6	13
石巻市大瓜	8	0	8	2	7	9
石巻市中野	4	0	4	8	5	13
東松島市浅井(字駒塚)	1	0	1	3	9	12

調査地点名	7月下旬 ～8月上旬			8月下旬		
	成虫数	幼虫数	計	成虫数	幼虫数	計
仙台市(若)荒井	0	0	0	128	72	200
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	268	173	441
石巻市蛇田(字道上)	18	12	30	414	346	760
石巻市蛇田(字深田)	10	1	11	278	727	1005
石巻市大瓜	0	0	0	73	125	198
石巻市中野	14	0	14	189	312	501
東松島市浅井(字駒塚)	2	3	5	170	820	990

20回振り虫数

11. セジロウンカ

調査地点名	6月下旬 ～7月上旬	7月中旬	7月下旬 ～8月上旬	8月下旬
	成虫数	成虫数	成虫数	成虫数
仙台市(若)荒井	0	0	0	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	1	0	0
石巻市大瓜	1	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0

20回振り虫数

12.コバネイナゴ

調査地点名	6月下旬 ~7月上旬	7月中旬	7月下旬 ~8月上旬	8月下旬
	成幼虫数	成幼虫数	成幼虫数	成虫数
仙台市(若)荒井	0	0	7	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0

20回振り虫数

13.クサキリ類

調査地点名	6月下旬 ~7月上旬	7月中旬	7月下旬 ~8月上旬	8月下旬
	成幼虫数	成幼虫数	成幼虫数	成虫数
仙台市(若)荒井	0	0	0	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0

20回振り虫数

14.ササキリ類(コバネササキリ)

調査地点名	6月下旬 ~7月上旬	7月中旬	7月下旬 ~8月上旬	8月下旬
	成幼虫数	成幼虫数	成幼虫数	成虫数
仙台市(若)荒井	0	0	0	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	2	2
石巻市蛇田(字道上)	0	1	2	0
石巻市蛇田(字深田)	1	2	2	0
石巻市大瓜	0	0	0	0
石巻市中野	0	2	0	1
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	3	1

20回振り虫数

15.フタオビコヤガ

調査地点名	7月中旬	7月下旬 ~8月上旬	8月下旬
	幼虫数	幼虫数	幼虫数
仙台市(若)荒井	0	3	1
仙台市(若)下飯田	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-
名取市堀内	0	0	0
石巻市蛇田(字道上)	2	0	17
石巻市蛇田(字深田)	0	1	0
石巻市大瓜	0	0	0
石巻市中野	4	0	3
東松島市浅井(字駒塚)	11	0	4

20回振り虫数

16.斑点米カメムシ類

調査地点名	6月下旬 ～7月上旬					その他
	カスミカメムシ類					
	アカスジ	アカヒゲ	ムギ	幼虫	計	
仙台市(若)荒井	0	0	0	-	0	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	-	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	14	1	0	0	15	0
石巻市大瓜	0	5	0	0	5	0
石巻市中野	0	0	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0	0	0

調査地点名	7月中旬					その他
	カスミカメムシ類					
	アカスジ	アカヒゲ	ムギ	幼虫	計	
仙台市(若)荒井	0	0	0	-	0	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	-	0	0
石巻市蛇田(字道上)	0	0	0	0	0	0
石巻市蛇田(字深田)	1	1	1	1	4	0
石巻市大瓜	0	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	3	0	3	0
東松島市浅井(字駒塚)	1	0	0	0	1	0

調査地点名	7月下旬 ～8月上旬					その他
	カスミカメムシ類					
	アカスジ	アカヒゲ	ムギ	幼虫	計	
仙台市(若)荒井	0	0	0	-	0	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	-	-
名取市堀内	0	0	0	-	0	0
石巻市蛇田(字道上)	4	0	0	0	4	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	0	0	0	0	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	1	0	1	0

調査地点名	8月下旬					その他
	カスミカメムシ類					
	アカスジ	アカヒゲ	ムギ	幼虫	計	
仙台市(若)荒井	0	14	0	0	14	0
仙台市(若)下飯田	-	-	-	-	-	-
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	-	-
名取市堀内	4	1	1	1	7	0
石巻市蛇田(字道上)	3	0	0	0	3	0
石巻市蛇田(字深田)	0	0	0	0	0	0
石巻市大瓜	0	0	0	0	0	0
石巻市中野	0	4	5	0	9	0
東松島市浅井(字駒塚)	0	0	0	0	0	0

20回振り虫数

アカスジ:アカスジカスミカメ

アカヒゲ:アカヒゲホソミドリカスミカメ

ムギ:フタトゲムギカスミカメ

17.斑点米調査・割れ糶調査

調査地点名	調査粒数	斑点米粒数				計	被害粒率 %	全糶数	割れ糶数	割れ糶率 %
		頂部	側部	その他						
仙台市(若)荒井	3,457	1	0	0	1	0.03	1,064	1	0.1	
仙台市(若)下飯田	4,149	12	2	0	14	0.34	993	1	0.1	
仙台市(若)今泉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
名取市堀内	3,506	9	0	0	9	0.26	925	17	1.8	
石巻市蛇田(字道上)	3,513	0	0	0	0	0.00	4,929	32	0.6	
石巻市蛇田(字深田)	4,017	0	0	0	0	0.00	4,922	13	0.3	
石巻市大瓜	3,546	0	0	0	0	0.00	4,440	13	0.3	
石巻市中野	3,664	1	1	0	2	0.05	4,113	96	2.3	
東松島市浅井(字駒塚)	4,198	1	0	0	1	0.02	5,499	34	0.6	

1)斑点米調査:50穂,精玄米1.8mm以上

2)割れ糶調査:防除所10穂,古試50穂

東日本大震災の被災地域における農業経営体の1年後の 復旧状況

大泉眞由美, 村田和浩*, 綾井直子, 鈴木文子

The restoration of Agriculturist situation one year after
in the damage area of the Great East Japan Earthquake

Mayumi OIZUMI, * Kazuhiro MURATA, Naoko AYAI and Fumiko SUZUKI

抄 録

調査対象とした県内農業の担い手経営体における, 東日本大震災発生から一年経過した時点での農業経営の復旧は, 津波被害を受けた経営体で26.9%にとどまっている。

また, 津波被害を受けなかった地域の経営体では63.1%が回復しているものの, 54.7%で放射性物質の風評被害や, 15.2%で担い手の高齢化により, 復旧が阻害されているとしている。

さらに, 平成23年から平成24年にかけての復旧状況の変化を, 回答者の復興時期の予想と実績という点で見ると, 平成23年調査で「従来の状態に戻っている」と「来年(平成24年)には回復できる」を合わせた回答が, 津波被害者で45.1%, 他被害者で81.9%であったのに対し, 平成23年に「被害があった」と回答した経営体を対象とした平成24年調査では, 「既に回復している」との回答が, 農地で津波被害者31.5%, 他被害者69.1%, 施設で津波被害者44.2%, 他被害者66.0%, 機械で津波被害者56.8%, 他被害者75.9%と, 津波被害者では機械の復旧は平成23年の予想より進んでいるものの農地の復旧が進んでいないこと, 他被害者では農地や施設の復旧が予想ほど進んでいないことがうかがえた。

〔キーワード〕 東日本大震災, 1年後, 復旧状況

緒 言

東北地方太平洋沖地震による大津波により, 宮城県沿岸及び三陸沿岸の農地の浸水は約12,758ha, イチゴ等の農産物の流出等が約900haに及び, 特に亘理町・山元町のイチゴや岩沼市玉浦地区のキュウリ等施設園芸は壊滅的な被害を受けた(平成23.5.17 宮城県農林水産部)。

また, 東松島市の大曲地区では定川堤防の決壊により, 長期間にわたり水田が浸水状態となった。農業用施設の破壊と砂, 汚泥, 塩分の流入により, 多くの農業者が経営を断念せざるを得ないことが懸念された。

被害にあった農地の生産性の回復を図るため, 関係機関との連携のもと, 農業者の意向と市町が作る復興計画等の実現に向け, 初期復興支援及び中長期的な支援を行う必要がある。

本調査では, 県内各被災地域の実情を総合的に把握し, 対象地域に応じた的確な支援内容や手法

を整理するため, 平成23年には被害地域における農業経営体の実態調査を行い被害概況を, 平成24年にはその調査に基づく詳細な被害状況と被災1年後の復旧状況を把握したので報告する。

I 調査対象と方法

1 聞き取り調査

被災地域の農業経営体(法人, 個別経営体)に対し, 震災による直接的被害状況, 震災による経営への影響, 復旧状況, 農業復興施策に対する対応, 評価, 今後の農業復興に対する要望等について, 聞き取り調査を行った。

1) 調査時期

平成23年(以下H23年)6月22日から29日まで(被害概況等)と, 平成24年(以下H24年)6月22日から28日まで(復旧状況等)。

2) 調査対象

a 内陸地域(地震被害) 栗原市(パプリカ), 栗

原市(トマト), 登米市(イチゴ), 美里町(イチゴ), 美里町(バラ), 石巻市(イチゴ)の6経営体

b 沿岸地域(地震+津波被害) 山元町(水稲+大豆), 名取市(水稲+転作+農産加工), 山元町(イチゴ)の3経営体

3) 調査方法

調査対象および普及センターからの聞き取り

4) 調査項目

- a 震災による直接的被害および復旧状況(農地, 施設, 機械, 生産物等)
- b 震災後の経営への影響(H24 年度の作付状況, H23 年度の販売実績等)
- c 復興への取り組み状況
- d 今後の農業復興に対する要望等

2 アンケート調査

1) 調査時期

H23 年 11 月 11 日から 30 日までと, H24 年 11 月 9 日から 12 月 5 日まで。

2) 調査対象(海に面している区・市町を「沿岸地域」, 海に面していない区・市町村を「内陸地域」とした。)

< H23 年度 >

824 経営体(H 22 年度経営所得安定対策参加全農業経営体)に加入する沿岸地域の経営体の 50 % に当たる 473 経営体・内陸地域の経営体の 15% に当たる 351 経営体)

< H24 年度 >

(H23 年度調査対象者のうち「被害あり」と回答した農業経営体) 339 経営体(沿岸地域 186 経営体,

内陸地域 153 経営体)

3) 調査方法: 郵送によるアンケート調査

4) 調査項目

< H23 年度 >

a 震災による被害状況の把握

b 農業復興に対する意見・要望等

< H24 年度 >

a 震災による直接的被害の復旧状況(農地, 施設, 機械, 生産物等)

b 震災による経営への影響(経営継続の意向, 経営再開に要する期間・経費, 経営再開に対する課題等)

c 農業復興施策に対する対応

d 今後の農業復興に対する意見要望等

II 被害および復旧状況や今後の意向などに関する調査の結果と考察

1 聞き取り調査対象農家の復旧状況等

H23 年度の調査結果では, 地震による被害は, 鉄骨ハウスのブレース(筋交い)湾曲・断裂, 支柱屈曲, 被覆材破損, 栽培ベッド・高設ベンチ転倒・支柱破損・歪みによる排水不良, 給水タンク・配管破損, 炭酸ガス配管破損, 燃料タンク転倒・破損, 電照用電球落下, 生産物落果等があり, 停電・断水・燃料不足により, 苗死滅, 生育遅れ, 品質低下(尻腐れ, 奇形果等)等の被害も見られた(第1表)(なお, 詳細な分析・検討については農村工学研究所で実施。「宮城県および福島県の農業施設被災地域調査」2011.7.14)。

第1表 被災地域における農業経営体の実態調査結果(H23年度)

表 1 被災地域における農業経営体の実態調査結果 (H23年度)

○内陸地域(地震被害)

調査対象	A農場(栗原市)	B農場(栗原市)	C農場(登米市)
経営品目	パプリカ	トマト	イチゴ
被害状況	ブレース湾曲, 被覆材の破損, 栽培ベッド歪み・排水不良, 給水タンク・配管破損, 苗枯死, 品質低下等	ブレース断裂, 支柱屈曲, ガラス破損, 栽培ベッド転倒, 給水配管歪み, 落果等	高設ベンチ転倒・支柱破損, 被覆材破損, 地中配管, 炭酸ガス配管破損, 燃料タンクの転倒・破損, 苗枯死等
調査対象	D農場(美里町)	E農場(美里町)	F農場(石巻市)
経営品目	イチゴ	バラ	イチゴ
被害状況	高設ベンチ転倒, 内張りカーテン巻き上げシャフト断裂, 送風ダクト使用不可等	栽培ベッド転倒, 給水管破損, 養液タンクパイプ破損, 噴霧器レール波打ち, 品質低下等	鉄骨ハウスブレース緩み, 鉄骨固定ボルト緩み, 高設ベンチ転倒, 側面巻き上げ断裂, 地中暖房配管破損, 電照用電球落下, 生産減等

○沿岸地域(津波被害)

調査対象	G農場(名取市)	H農場(山元町)	I農場(山元町)
経営品目	水稲, 麦・大豆, 野菜, 加工他	水稲, 大豆, 稲ワラ販売	水稲, イチゴ
被害状況	津波で水田9割冠水, 残り作付自粛指定, トラクター3台, テッダーレーキ, ロールベラー, キャリアダンプ大破, イチゴ栽培中止	津波で作業舎・米低温貯蔵庫内70cm浸水, 乾燥機・田植機, 冷蔵機全損, 種籾軽トラック1台分・前年産米300袋被害	津波でパイプハウス等全て流出・全損, 水田冠水・作付不能等

注) 調査時期は平成23年6月

津波による被害は甚大で、農地浸水、施設・機械・生産物流出・損壊はもとより、浸水を免れた地域でも排水施設損壊による水稻作付自粛の指定を受ける地域も多かった。

内陸地域では、まず自力で復旧作業を進め、本格的な復旧は東日本大震災農業生産対策交付金の動向を見ながら進めたいと考えるケースが多く、沿岸地域では、まずは排水施設の早急な復旧を望む声が高く、水田の復旧は、大区画圃場整備を伴う復旧で

なければ農業再建は困難との意見があった。

H24年度の調査結果によれば、聞き取り調査対象(大規模農業経営体(法人, 個別経営体))のほとんどが表面的には復旧しているが、栽培が周年継続していることや資金不足などの理由から、本格的な修理はできない状況であり、土地利用型経営体では、生産コスト(借入地代含む)が担い手の大きな負担になっていた(第2-1, 2-2表)。

第2-1表 被災地域における農業経営体の実態調査結果(H24年度)

○内陸地域(地震被害)

調査対象		A農場(栗原市)	B農場(栗原市)	C農場(登米市)
経営品目		パプリカ	トマト	イチゴ
生産施設	被害及び復旧状況	・地震で被害のあった施設は修復され、今作は順調に生育。	・ブレースは9割以上破断、鉄骨が根元付近から曲がり傾いたが、修復。 ・ベッド支柱、温水管支柱の転倒修復。	・鉄骨ハウスは被害なし。 ・ベッド支柱の接合部破断等によりベッドの多くが転倒、側面巻き上げ、地中給水管、炭酸ガス配管の破損等を修復。
	被害額等	・施設修繕費に41,400千円程度要したが、東日本生産対策交付金(16,813千円)、その他自己負担(24,572千円)で整備。	・施設修繕費に8,000~9,000千円程度要する見込み。 ・全農からの助成があり修繕したが、本格的修繕は難しい。	・登米市からの助成が、(事業費の1/3)5,000千円まで受けられ活用。 ・自己資金分は日本政策金融公庫のセーフティネット、スーパーLを活用。
作物	被害及び復旧状況	・栽培環境はほぼ復旧。人員が不足し収穫量が減少。	・H23前半の価格はH22年の半分以下。 ・H23年作は収量が若干落ち込んだが、結果的に震災後の単価上昇、直売に助けられ収益は平年並み(総売上で約2億円)。	・H24年は、前年同様に定植したが復旧工事がずれ込み、9月15日より定植と平年(8月末)より大幅に遅れた。
	被害額等	・苗の3割が被害を受け、育苗中の4,000株は全滅。0.36haに当たる10,642株が枯死。被害額は約30,000千円。	・4~6月の出荷ができず、被害額は4,000~5,000千円程度。	・H23年は、暖房が使えず、花が全滅状態。残ったイチゴを避難所へ提供して、栽培は終了。出荷はしなかった。
課題等		・雇用者の高齢化で高所作業が困難。収穫する生産物はあっても収穫不可。	・自社直売所利用者が200名程度/日あり、規格外品の販路として機能している。	・風評の影響があり、放射能に対する消費者及び流通業者の理解を得たい。
要望・動き等		・『玉磨き』や『袋詰め』作業を効率化できる機械の導入を検討したい。	・燃料高騰に対応するため、バイオマス利用を検討中。	・最低限の修繕で再スタート。親苗用ベンチの二重カーテンへの助成を願う ・補助事業に関する情報。
調査対象		D農場(美里町)	E農場(美里町)	F農場(石巻市)
経営品目		イチゴ	バラ	イチゴ
生産施設	被害及び復旧状況	・鉄骨ハウスは被害なし ・従来は3条のロータリーベンチ、ベンチ高さ65cm、震災後は震災前の資材をそのまま活用し固定ベンチを自作、ベンチ高さは20cm程度低く(45cm)なった。	・鉄骨ハウスは被害なし。 ・ベッド転倒、給水管破損、養液タンクのパイプ破損等は修復済み。 ・転倒したベンチはジャッキアップして自力復旧	・鉄骨ハウスに大被害なし。 ・一部で、トラブルが多発しメーカーで無償交換。現在もその都度修復する等、何とか作業している。 ・電照用電球は修復した。
	被害額等	・自力復旧し修繕コストはかからなかった。 ・内張・シャフト・暖房機ダクト等で750千円程度要したが生産対策交付金で7割補助された。	・フィルム等の張り替えが必要だが、資金調達が課題。 ・東日本生産対策交付金(11,193千円)、その他(12,314千円)で対応。	・東日本生産対策交付金(10,512千円)、その他(11,563千円)で整備予定。
作物	被害及び復旧状況	・補修等で作業が遅れ、収穫は3月から ・株数は従来の22,000株から16,000株に減らした(約30%減)が、管理作業に手が回り、収量は従来と同程度。	・出荷状況(H23年1~12月:1,437,947本, H23年1~6月:652,962本)(H24年1~6月:521,225本)決算ではH22年比16.3%減。	・前作の収量は、市場出し(平均)で5.7t/10a。直売は周辺商業施設の集客の相乗効果で年々増え、全体の25~30%だが今後直売の割合は増えそう。
	被害額等	・倒れたベンチで生産を続けた。収穫できたのは1/2程度(販売額は約10,000千円)。	・作付状況(H23年9,000株枯死)H24年に9,000株改植→118,420株。 ・栽培ベンチ、バラ苗代4,653千円、内張カーテン48千円かかった。	・前作(H23年6月まで)の収穫量は平年の70%、H23年作(H24年6月まで)の収穫量は、炭疽病被害で平年の60%。
課題等		・年を考えると無理はできない。今後、両親の介護等も出てくる。ベンチが低く、作業する妻の負担が大。 ・もういっこを全体の1/3まで増やす予定	・震災後バラの消費が伸び悩み販売単価が低下。 ・栽培開始から15年が経過し、改植の必要あり。	・倒れたベンチを復旧中。直管パイプで耐震補強。 ・補修箇所をカバーしながらの生産で、生産環境に大きな不安定要因がある。
要望・動き等		・日本政策金融公庫のセーフティネット資金は、申請が簡単で大変助かった。	・公庫に15,000千円(今後5年間)返済予定。5年据え置きを相談している。	・自社は中途半端な復旧。津波被災者が優遇され不公平と感じている。 ・公庫のセーフティネット資金は助かった

注) 調査時期は平成23年6月及び平成24年6月

一方、震災前東北一のイチゴ産地(栽培面積96ha, 生産者 380名)であった亘理地区は、津波等によりその95%に当たる92haで被害を受けたが、約2割(19ha, 103名)で栽培を再開し、H23年11月中旬から出荷を開始しているうえ、地域全体として大規模なイチゴ団地の整備に取り組んでいた。

聞き取り調査対象としているイチゴ農家でも、普及

センター等の支援を受けながら、周辺農家3戸で新たな法人を立ち上げ、生産対策交付金等を活用して施設を導入しイチゴ栽培を開始するなど、復興に向けた動きが見られた。

第2-2表 被災地域における農業経営体の実態調査結果(H24年度)

○沿岸地域(津波被害)

調査対象		G農場(名取市)	H農場(山元町)	I農場(山元町)
経営品目		水稻, 麦・大豆, 野菜, 加工他	水稻, 大豆, 稲ワラ販売	水稻, イチゴ
生産施設	被害及び復旧状況	・東日本生産対策交付金(12,502千円), その他自己負担(13,753千円)でトラクター, 大豆コンバイン, ローダー, ジャイロ等を購入予定。	・震災支援で集まった農機のうち乾燥機(50石)2機を譲り受け, 中古の籾すり機を200千円で購入し乾燥調製作業を凌いだ。	・東日本生産対策交付金(244,987千円), その他自己負担(274,301千円)で温室本体, 養液栽培設備, 機械・集荷室等を整備予定。
	被害額等	・圃場で作業中だったトラクター3台, テンダーレーキ, ロールベラー, キャリアダンプが浸水大破。 ・事務所の施設被害はない。	・自宅は津波被害なし。 ・作業舎等は浸水, 乾燥機は全損。 ・田植機(8条植)は全損。トラクター, ロールベラー等は, 被害なし。コンバイン(6条刈)は使用可能, 大豆播種機も浸水したが修理済み。	・自宅, バイブハウスともに津波で流出, 全損。現在, 仮設住宅住まい。 ・水田も冠水, H23年度の作付不可。
作物	被害及び復旧状況	・試験的に除塩作業後の田植え。代播き6回でも塩分は0.4%までしか低下せず。農機具メーカーと共同で水田における除塩実証ほを設置 ・耐塩性作物として綿花の試験栽培。 ・JAから水稻育苗作業を受託, 育苗ハウス5棟+イチゴハウス4棟で対応。 ・大豆播種35haを受託, 自作地も含めて58ha播種実施。 ・もち米生産5ha程度を角田市の法人, 丸森町の農家へ委託。 ・大曲地区のひまわり播種作業70a受託 ・排水機場への給油作業受託も終了。	・水稻は27ha, ミヤコガネ10haまで復旧。 ・除塩やとも補償での水稻作付面積拡大に伴い大豆作付けは1.5haのみ。 ・従業員2名の雇用を維持するため, 除塩作業を請け負っている。 ・震災以降給付された準備金で, レーザーベラーを購入し圃場の復旧作業中。	・避難指示地域なので, 何もできない。 ・JAでは小山地区のイチゴ団地を設置し, 若手生産者を中心に利用希望をとったが, 利用面積が20aまでで, ハウスも最低限の華奢なもので, 補強は自己負担のため, 4戸の利用にとどまっている。利用している農家も, (20a規模)労働力2人で十分で, 両親が生産。 ・調査対象者を含む3名で法人を結成し, イチゴ栽培を開始(H24年作~)。
	被害額等	・経営水田の9割が冠水, H23年産の水稻作付は皆無, 冠水を免れた圃場も, 作付自粛。 ・水稻育苗受託に対応するためイチゴハウス4棟のイチゴ栽培を中止。	・米低温貯蔵庫内の貯蔵米は1,000袋中300袋被害。被害にあった300袋については保険適用となった。	・水稻, イチゴとも全損
課題等		・年間を通じての仕事を確保。 ・水稻の作付は無くても, 借地地権者への年貢(80kg/10a)が発生する。 ・沿岸部等の未整備地区は基盤整備しないと復興は進まない。それも地権者負担が0に近づかないとできない。	・現在の機械装備等では, 水稻40ha, 大豆30ha程度が限度。 ・震災前まで使用していた遠赤外線乾燥機(80石)を購入したいが, 1戸1法人で交付金の対象外。	・団地化では, 水源の確保, 販売方法の検討, 機械の共同化等を検討しているが, 個別経営で機械の共同化のみを志向する人もある一方, 若手の3, 4割は全面共同化を希望。息子に継がせたい等の意識もあり法人化は難しい。
要望・動き等		・関係機関の各種試験に協力しており, 時間的にも制約を受ける。これに対する対策をお願いしたい。	・米価の低迷で経営的に厳しいが, 周辺地域の農地を保全する必要性から10ha程度は委託希望がある。 ・復興計画の策定に当たっては, 実際に生産を担っている我々の意見を反映してほしい。 ・水稻作付自粛地域には用排水費が入ってこないのが経営的に大変厳しい。 ・事業等で農機を決定する場合, 作業性を維持するため等の理由から導入機械の選定はメーカー指定したいので, 補助の要件に含めて欲しい。	・山下園芸振興会のイチゴ農家約120戸(うち35歳以下の若手は23名)のうち, 水稻主体3戸, イチゴのみ5戸, その他は水稻+イチゴであるが, 水稻を止めると考えている人が8割, イチゴは続けたいと考えている人が6割(若手は100%)で, 水田を供出し, 畑の集約化をすすめるよう要望がある模様。 ・住宅が残った人には, 自宅付近での生産再開希望が多いが, 若手23名中住宅が残ったのは1名のみで, 若手は自宅近くにこだわりは少なく, 若手だけで団地化したい希望はある。

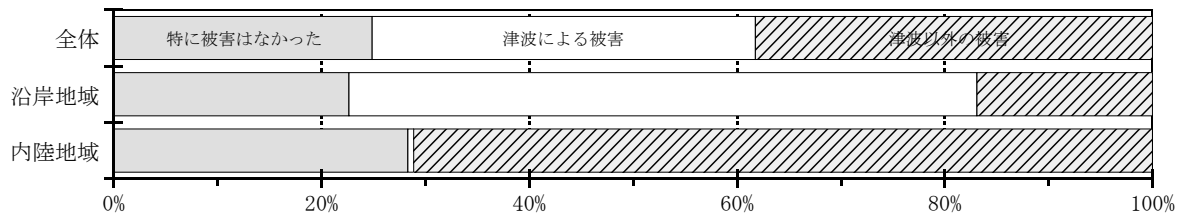
注) 調査時期は平成23年6月及び平成24年6月

2 アンケート調査対象農家の被害状況および復旧状況

H23 年度に調査対象とした 824 経営体のうち、回答があったのは沿岸地域 58.8 %、内陸地域 51.3 % で全体では 55.6 % (458 件)、H24 年度は調査対象とした 339 経営体のうち沿岸地域 87.8 %、内陸地域 49.7 % で全体では 68.1 % (231 件) から回答を得た。

1) 被害状況等

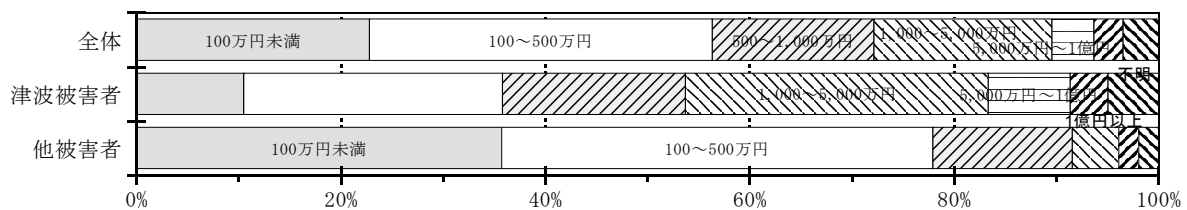
震災発生年 (H23) の調査によると、回答のあった 458 経営体のうち特に被害のなかった経営体は 114 件 (24.9%) で、津波による被害を受けた経営体 (以下「津波被害者」) が 169 件 (36.9%)、津波以外の被害を受けた経営体 (以下「他被害者」) が 175 件 (38.2%) あった (第1図)。



第1図 宮城県内農業経営体の東日本大震災による被害の有無(H23)

被害を金額換算すると、全体では「100～500万円」が 106 件 (33.5%)、「100万円未満」が 72 件 (22.8%)、「1,000～5,000万円」が 55 件 (17.4%)、「500～1,000万円」が 50 件 (15.8%) の順で多く、津波被害者で「1,000～5,000万円」,

「100～500万円」の割合が、他被害者では「100～500万円」, 「100万円未満」の割合が高く、津波被害者が他被害者よりも被害額が大きい傾向であった (第2図)。



第2図 宮城県内農業経営体の東日本大震災による被害額(H23)

2) 復旧状況

「被害があった」経営体について、震災発生から1年後 (H24 年) の経営が「すでに回復している」との回答は、他被害者が 63.1% (「特に影響はなかった」を含む) に対し、津波被害者では 26.9% であった (第3図)。

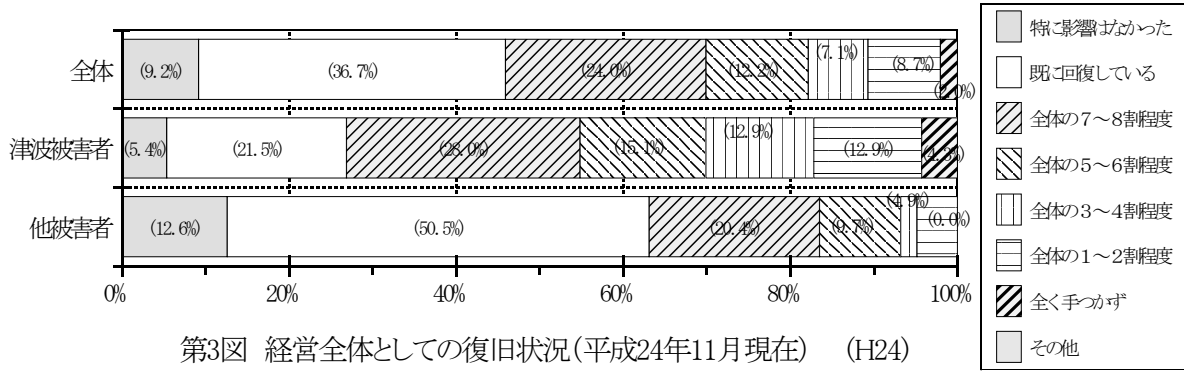
また、他被害者の 54.7% が放射性物質等による風評被害の影響を受けていると回答した (第4図)。

さらに、震災前の経営水準に回復するための阻害要因としては、全体では「売上げの低下」、津波被害者で「農地が復旧していない」、「機械・施設が復旧していない」、「復興方針が確定していない」、「生活基盤が整っていない」であるのに対し、他被害者では「売上げの低下」が震災前の経営水準に

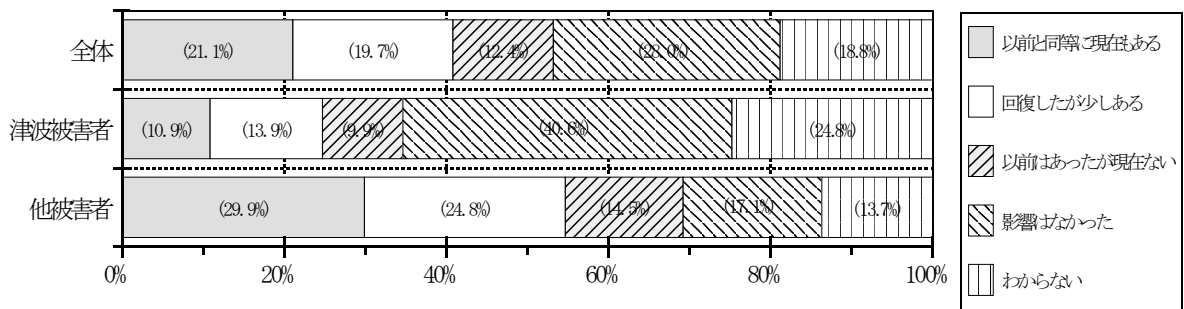
回復するための阻害要因となっていると 19.9% が回答していた (第5図)。

H23 年から H24 年にかけての復旧状況を、回答者の復興時期の予想と実績という点で見ると、H23 年調査で「従来の状態に戻っている」と「来年 (H24 年) には回復できる」を合わせた回答が、津波被害者で 45.1 %、他被害者で 81.9 % であったのに対し (第6図)、H24 年調査 (震災発生から1年後のアンケート調査は、H23 年に「被害があった」と回答した経営体を対象として実施している。) で回答のあった 231 経営体のうち、実績として「既に回復している」との回答が、農地で津波被害者 31.5 %、他被害者 69.1 % (第7図)、施設で津波被害者 44.2 %、他被害者 66.0 % (第8図)、機械で津波被害者 56.8 %、他被

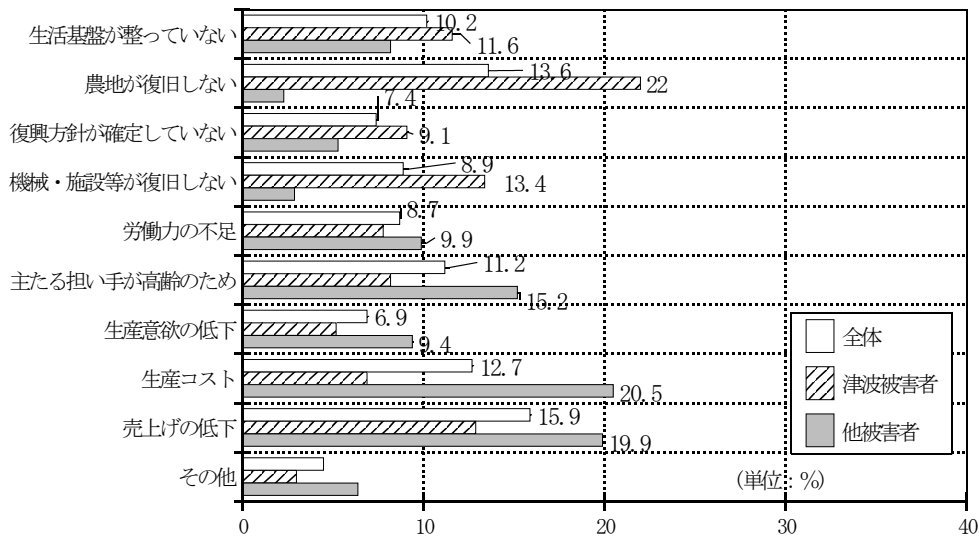
害者 75.9 % (第9図) 等と、津波被害者では、機械の復旧が思ったほど進んでいないことが伺えた。復旧は昨年時の予想より進んでいるものの農地の復旧が進んでいないこと、他被害者では農地や施設の



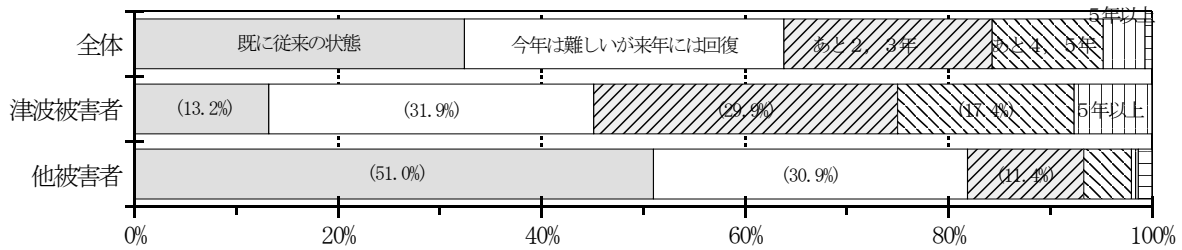
第3図 経営全体としての復旧状況(平成24年11月現在) (H24)



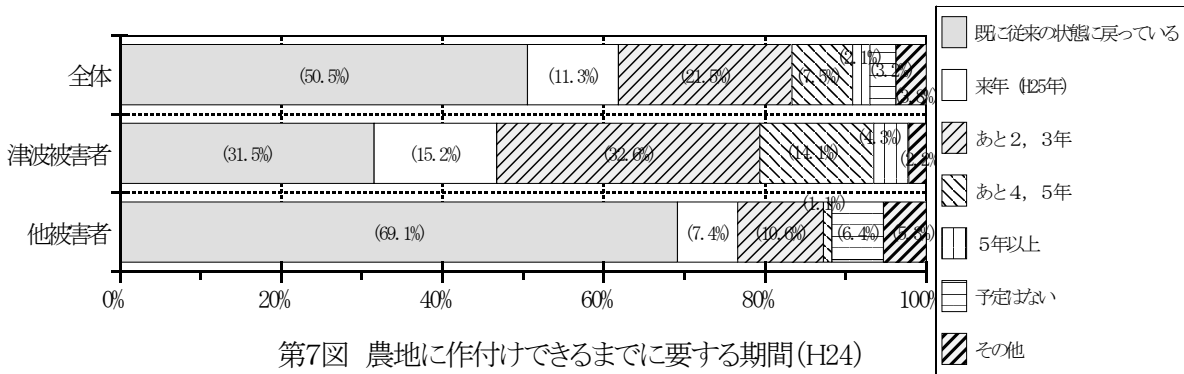
第4図 放射性物質およびその風評被害による経営への影響 (H24)



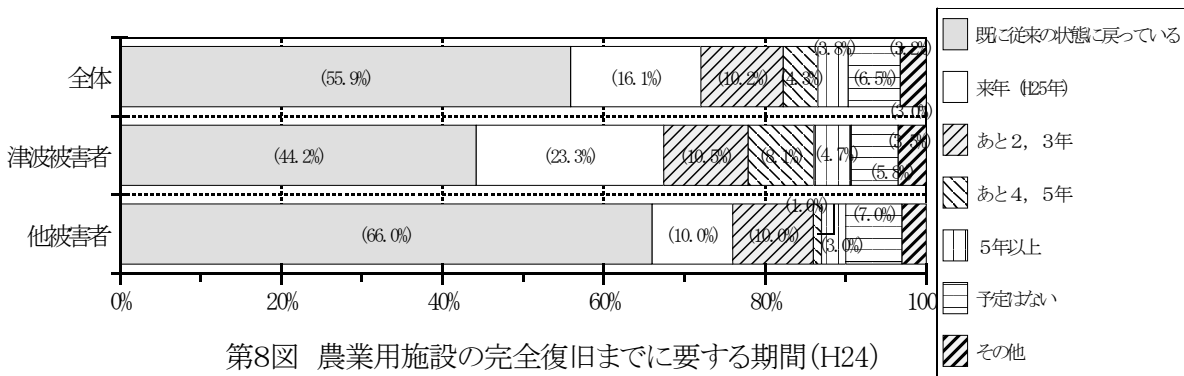
第5図 震災前の経営水準に回復するための主な阻害要因 (H24)



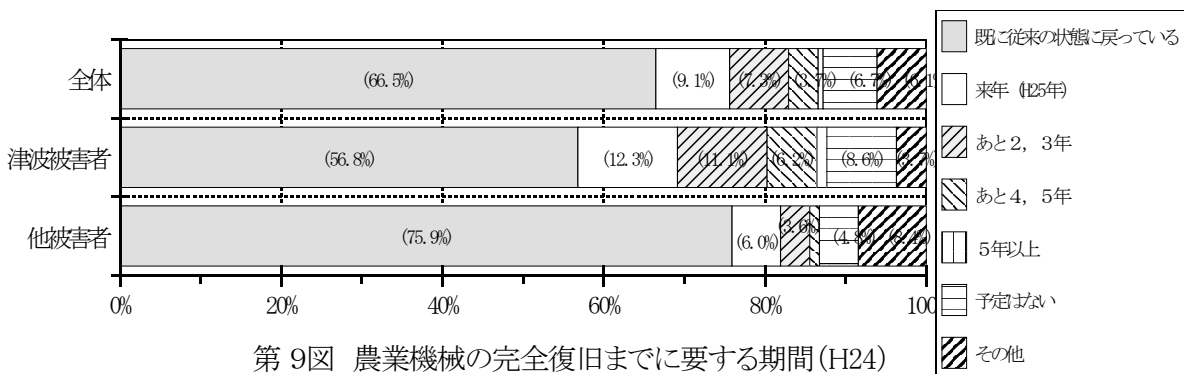
第6図 農業経営の全面復旧に要する期間 (H23)



第7図 農地に作付けできるまでに要する期間 (H24)



第8図 農業用施設の完全復旧までに要する期間 (H24)



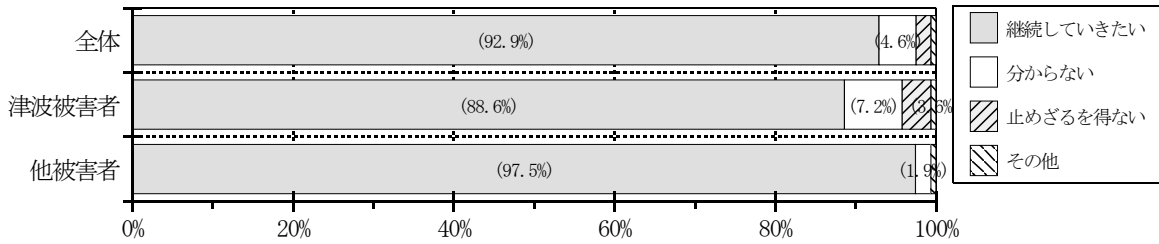
第9図 農業機械の完全復旧までに要する期間 (H24)

3) 経営意向

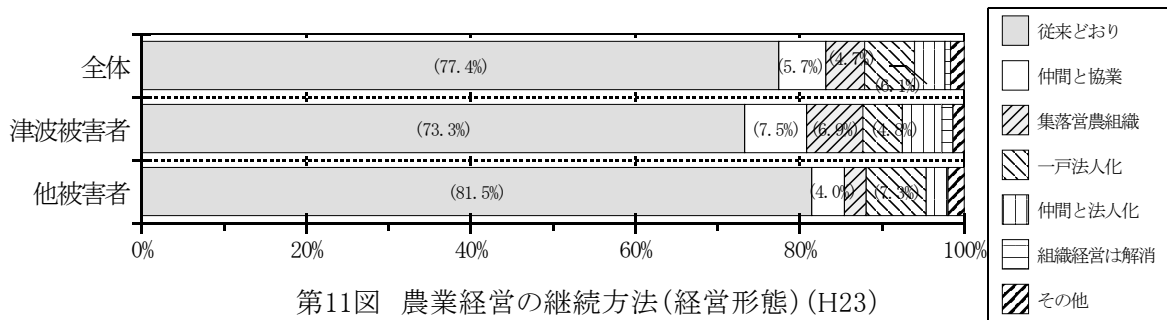
H23年の調査では農業経営を「継続していきたい」経営体がほとんどで(第10図), 経営形態は「従来どおりでいきたい」が大半を占めたが(第11図), 2割弱ではあるが法人化・組織化の意向も見られ(第11

図), 経営規模拡大の意向も強かった(第12図)。

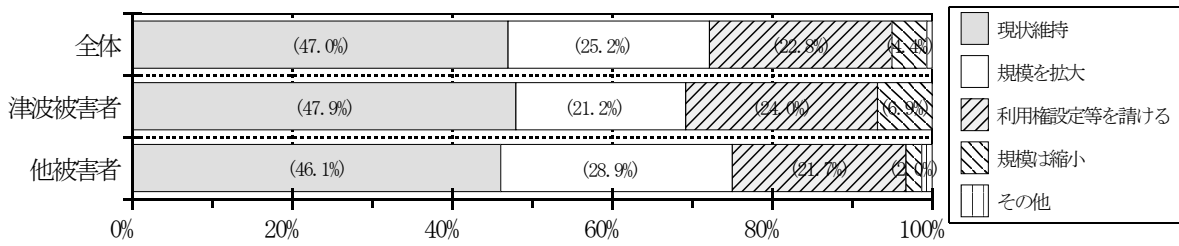
H24年の調査でも, 津波被害の有無にかかわらずほとんどの経営体で農業経営に継続意向があり(第13図), 規模拡大志向が強かった(第14図)。



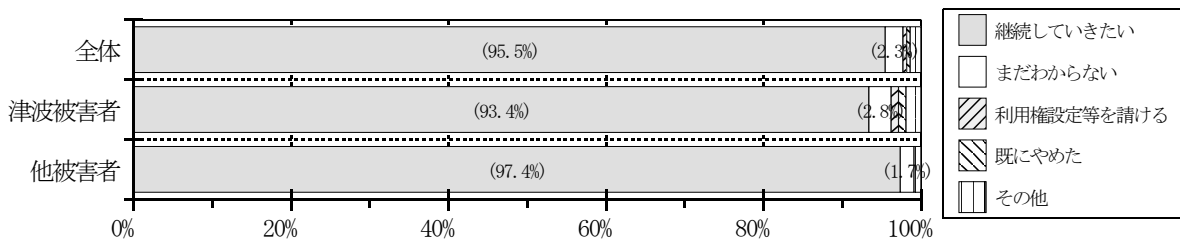
第10図 農業経営の継続意向 (H23)



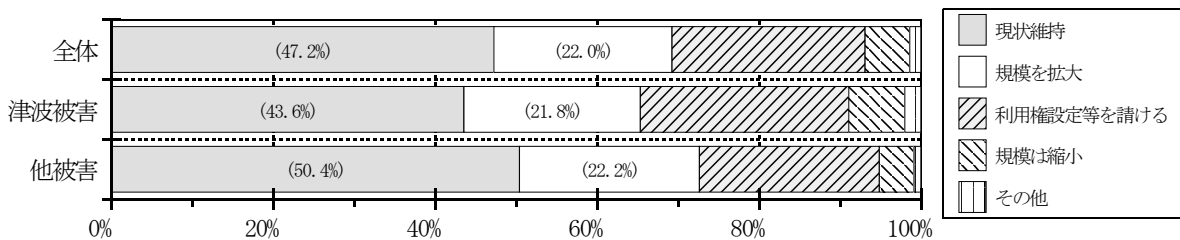
第11図 農業経営の継続方法(経営形態) (H23)



第12図 農業経営の継続方法(経営規模) (H23)



第13図 農業経営の継続意向 (H24)



第14図 今後の経営規模に対する考え方 (H24)

4) 震災前の経営水準に回復するための課題・要望等

H23年の調査では、津波被害者からは「大区画基盤整備の推進」が求められており、宮城県震災復興

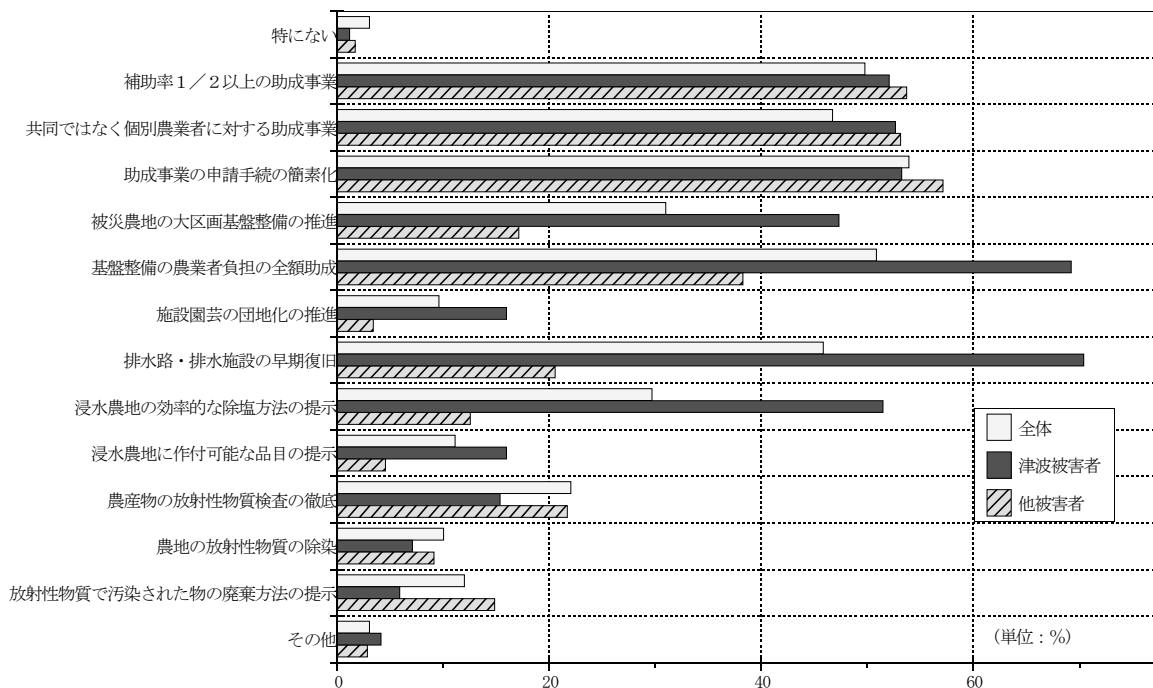
計画で示されている「広域的で大規模な土地利用や効率的な営農方式の導入」と方向性的には一致していると思われたが、同時に、「排水路・排水施設の早期復旧」、「効率的除塩」等も求められており(第15

図), 作付可能な圃場の早期確保等, 復興期間中の被災農業経営体の生活を維持できるだけの収入源(生産基盤)を早期に確保しつつ復興を進める必要があると考えられた。また, 自由記述では, 行政からの情報提供の不足や遅さに対する不満も見られ, 震災発生後の迅速な情報提供が強く求められていた(データ省略)。

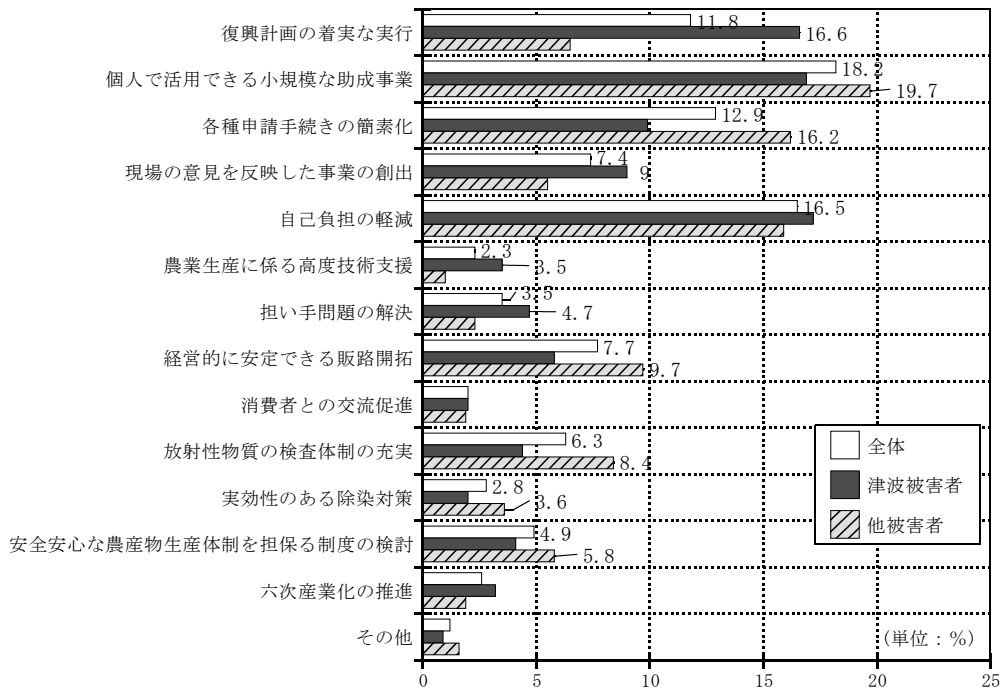
H24年の調査では, 前述のとおり, 全体では「売上げの低下」を, 津波被害者で「農地が復旧しない」, 「機械・施設が復旧しない」, 「復興方針が確定していない」, 「生活基盤が整っていない」, 他被害者では「生産コスト」, 「売上げの低下」, 「主たる担い手が高

齢のため」, 「生産意欲の低下」を復興の阻害要因としており, 復興の進捗状況に対応した細やかな施策展開が望まれる。津波被害者では「復興計画の着実な実行」や「現場の意見を反映した事業の創出」が, 他被害者では「各種申請手続きの簡素化」や「経営的に安定できる販路」, 「放射性物質の検査体制の充実」が求められていると考えられた(図16)。

農業復興に必要な支援や行政に望むこと(復興支援)などの調査項目では, 設問や選択肢の文言が異なるために直接的には比較できないが, H23年度とH24年度の結果が大きく異なるような傾向は見いだせなかった(第15, 16図)。



第15図 本県農業復興に必要な支援 (H23)



第16図 震災前の経営水準に回復するために行政に望むこと(H24)

最後に

今回調査対象とした、県内農業の担い手経営体における、東日本大震災発生から一年経過した時点での農業経営の復旧は、津波被害を受けた経営体で26.9%にとどまっている。

復旧の阻害要因として、全体では「売上げの低下」を、津波被害者で「農地・機械・施設が復旧しない」、「復興方針が確定していない」をあげている。また、津波被害を受けなかった地域の経営体では63.1%が回復しているものの、54.7%で放射性物質の風評被害や、15.2%で担い手の高齢化により、復旧が阻害されているとしている。

これらのことから、復興の進捗状況に対応して、津波被害地域への支援にとどまらない細やかな施策展開が望まれる。

謝辞

この調査に当たって、いち早く現地調査に同行いただいた独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構の職員の方々に感謝の意を表す。

また、現地事例調査尊等で、ご協力いただいた生産者の方々にお礼申し上げます。

特集「津波被害からの農地復興」
(解説)

宮城県における津波による水田への影響と除塩

星 信幸*, 遊佐 隆洋*

Desalinization of a Salt Affected Paddy Field by Tsunami in Miyagi Pref.

Nobuyuki HOSHI* and Takahiro YUSA*

1. はじめに

「3.11 東日本大震災」は、内陸部での震度7を初め、その後も数多くの余震が続き大きな痛手を負ったマグニチュード9の東北地方太平洋沖地震、そしてこの地震を起因とするこれまでに類のない大きな津波や、人災とも言われる放射能事故を引き起こしました。これまで私自身、東北で津波と言えば三陸沿岸という考え方を持っていました。しかし、東日本大震災での津波は、平野部を背後とする仙台湾にまで襲いかかり宮城県の耕地面積の1割以上の面積が被災する希に見る大きさ・広さを持ったものでした。

ここでは、東北地方の太平洋沿岸の中で大きな平野部を有する宮城県において、津波による水田を中心とした農業被害とこれまでの対応、そして水田への海水流入による塩害、特に土壌塩分濃度の動態と作物への影響を中心に報告させていただきます。

2. 津波による農地の被害と復旧計画

震災直後発表での津波による被災は、東北地方の太平洋沿岸の中で大きな平野部を有することから、表のとおり宮城県は耕地面積の1割強が被災を受けている(表1)。春先の津波と言うことで水田では麦などを除いて、作物への

直接的な被害は少なかったが、海水の流入や土砂・ガレキの堆積などが多く、農作物の生産ができる状況ではなかった。仙台湾沿岸部は、イチゴや切り花など東北一の園芸地帯でもあり施設の倒壊流失など大きな打撃となった。また、津波による排水機場の倒壊被害は農地の復旧の遅れの一因となっている。

平成23年9月21日県発表資料より被害面積は14,300haで津波被害に対する農地復旧事業(市街地周辺等1,300ha除く)の対象面積は13,000haとなった。そのうち震災直後に海水浸水のみで、春(5~6月)の緊急的除塩事業によって復旧できた面積は1,150haと1割に満たなかった。しかし、土砂の流入やガレキにより再生産できない農地のうち被害の軽微な農地(4,100ha)については平成23年度内に4割まで復旧を目指す状況にある(表2)。農地の復旧は各種事業導入を受け、図1のように進められる予定である。

3. 水田での栽培関連研究の取組み

震災後5月には農業の早期復興に向けた試験研究機関連携プロジェクトが走り出した(表3)。

その中から水田に関する関係項目課題内容を以下に示す。

- ①海水流入農地における堆積物の影響
- ②水稲品種の耐塩性評価と耐塩性品種の開発

表1 津波により流出や冠水等の被害を受けた農地の推定面積

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	
		被害面積 (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

資料：農林水産省統計部，農村振興局

平成23年3月29日

* 宮城県古川農業試験場 (〒989-6227 宮城県大崎市古川大崎字富国88)
Miyagi Pref. Furukawa Agricultural Experiment Station, 88, Fukoku, Osaki, Miyagi 989-6227, Japan

表2 除塩事業の実施状況（宮城県沿岸図添付）

	対策 対象面積 (ha)	H23 年度		H24 年度以降 施工予定 (ha)
		春（5～6月） 除塩事業実施(ha)	除塩事業 実施予定(ha)	
気仙沼 地域	気仙沼市	670	0	120
	南三陸町	460	0	20
石巻 地域	石巻市	2,120	960	220
	東松島市	1,400	40	620
	女川町	0	0	0
仙台 地域	塩竈市	10	0	0
	多賀城市	70	30	40
	松島町	30	10	20
	七ヶ浜町	140	0	140
	利府町	0	0	0
	仙台市	2,000	60	610
	名取市	1,500	50	780
	岩沼市	1,200	0	430
岩沼市	亶理町	2,000	0	830
	山元町	1,400	0	270
	山元町	1,400	0	270
県内合計	13,000	1,150	4,100	7,750
		5,250		

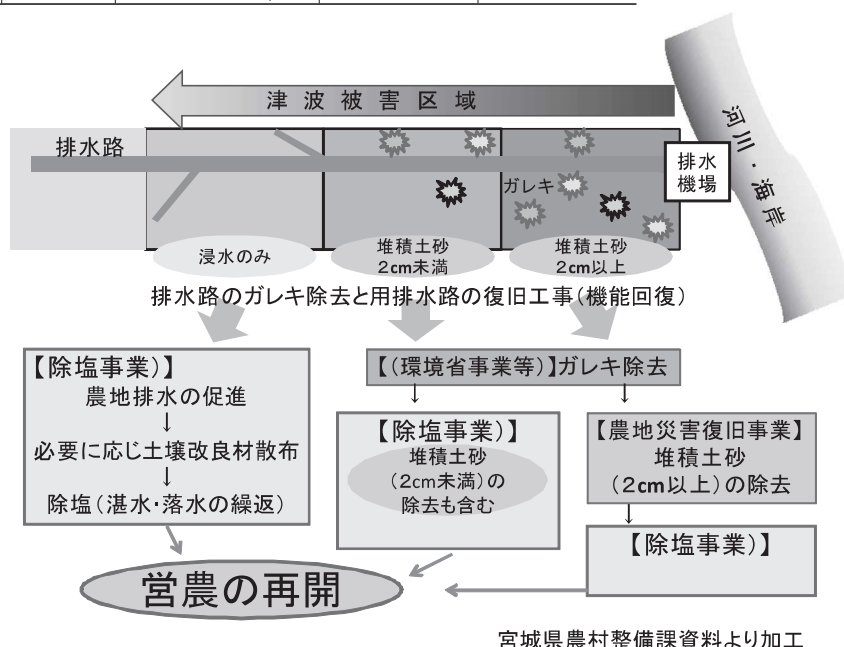


図1 農地復旧・除塩イメージ図

表3 県内研究機関による農業復興プロジェクト
農業の早期復興に向けた試験研究機関連携
プロジェクトの内容（5中課題）

- ①海水流入農地の実態把握と早期改善
(古試, 農園研; 普セ, 東北大, 農工研, 山形農セ等)
- ②被災水田の実態調査と除塩法・栽培管理技術の確立
(古試; 普セ, 東北大, 作物研等)
- ③耐塩性作物による早期経営改善対策
(古試, 農園研; 普セ, 東北農研等)
- ④現場に適した技術開発による産地の復興支援
(農園研; ハマボウフウの会等)
- ⑤被災農家の実態把握と地域農業再生対策
(農園研; 農工研, 東北大学等)

- ③土壌 NaCl と水稲・大豆生育の関係
- ④石灰質資材施用による土壌 Na の排出効果
- ⑤堆積物鋤込みによる土壌窒素の発現状況
- ⑥水稲中干しの影響
- ⑦被災水田における雑草発生
- ⑧雑草が繁茂した休耕田におけるカメムシ類の発生状況
- ⑨雑草種の生育量変化と除草剤の効果・被害への影響

4. 津波による水田土壌塩分濃度の動態と作物への影響の検討

宮城県平野部は、北上川と阿武隈川の二大河川に培われた低位水田地帯にある。近年、基盤の整備による排水改良

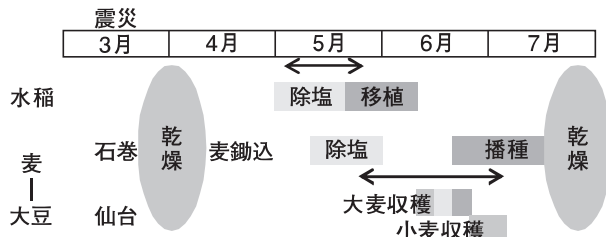


図2 震災直後から緊急除塩作業と農作業時期

が進みつつあるが、津波による海水流入に対して完全な除塩は困難な条件にある。このような低位水田地帯における除塩後の土壌塩分濃度の動態に対する、水稻、特に耐塩性の低い大豆の生育状況について検証し、除塩技術や栽培上の課題について検討した。

4.1 震災直後の緊急除塩状況

春の緊急除塩によって復旧できた農地は 1,150ha であった。

津波被害の後、4月にかけては年間で一番乾燥する時期でもあり、海水が流入した水田の表層は、塩分上昇による表層集積で真っ白くなった。この時期に表層除塩ができれば良いが、例年4月下旬からしか用水は利用できず、さらに震災によって用水が供給できたのは5月上旬以降となった。除塩作業は、塩分濃度 0.1% (EC 0.6mS/cm) 以下を目標に、麦後大豆などの一部を除き、ほとんどが溶出法による代掻き除塩で実施された (図3)。

麦類は比較的塩害に強い(特に大麦)が、石巻地区では前年秋の播種時期が遅かったため、被害の見られた麦をあきらめ鋤込みを実施し、代掻き除塩をして大豆の作付を進めた。仙台地区の水田では適期に播種されたほ場が多く生育も順調だったため収量・品質とも問題なく収穫され、すぐに荒耕起しによる除塩作業を実施し大豆が作付けされた。

4.2 大豆の塩害発生状況

宮城県の大豆はほとんどが水田の転作作物として作付けされており、北海道に次いで全国で2番目の作付面積で約 11,000ha (平成 22 年) である。大豆の耐塩性は、塩分濃度 0.05% (EC 0.3mS/cm) 以下で、水稻の半分の濃度が大豆作付け安全水準とされる。

仙台地区：大麦収穫後の晩播大豆では地下浸透と荒耕起による溶出を併用した地域では、初期生育は順調に見えたが根は下に伸びずに横に這う様相にあり、7月下旬以降からの乾燥で後半には葉枯れが見られるようになった (図4)。

石巻地区：溶出法による代掻き除塩を実施した地域では排水が悪く大豆の播種遅れや碎土率低下がみられ、発芽ムラが見られた。また、7月下旬からの乾燥により同一地区内で塩害の影響が少ないほ場と枯死するほ場が見られた (図5)。

両地区の除塩の方法による塩害回避状況に差はあったが、乾燥時の下層に残った塩分上昇は共通しており対策の必要性が感じられた。

4.3 石巻地区での土壌層位別塩害解析

土壌層位別 EC 動態について図6に示した。

水稻栽培ほ場は、除塩後表層 (0 - 10cm) 土壌の EC 値は低下しその後も安定していた。下層 (10 - 20cm 及び 20 - 30cm) ほど EC 値低下は一定の値からは下がらなかったが、常に湛水状態にある水稻では生育への影響は見られなかった。

畑作の大豆栽培ほ場では、除塩後の土壌中 EC 値は全体的に水稻ほ場より高いが、表層での除塩は効果があったと考えられる。しかし、7月下旬からの乾燥により塩分上昇による表層集積で表層は塩分濃度が高まり、この塩分上昇が大豆生育に影響を及ぼし枯死するほ場が見られたと考えられる。また、9月21日の台風15号による大雨冠水は大豆栽培ほ場の表層につながっているが、下層部ではほとん

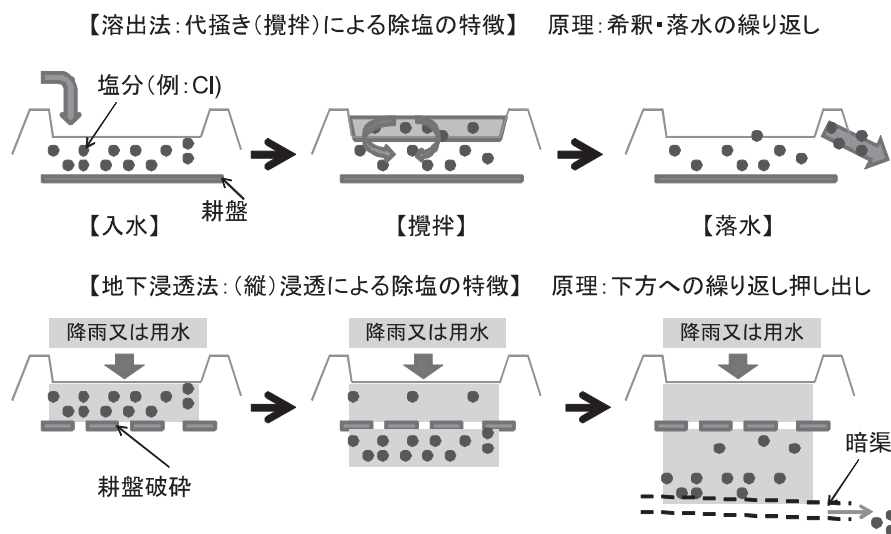


図3 除塩としての溶出法と地下浸透法



図4 仙台地区 大豆葉枯れほ場（6月下旬播種）



図5 石巻地区 大豆枯死ほ場（7月19日播種）

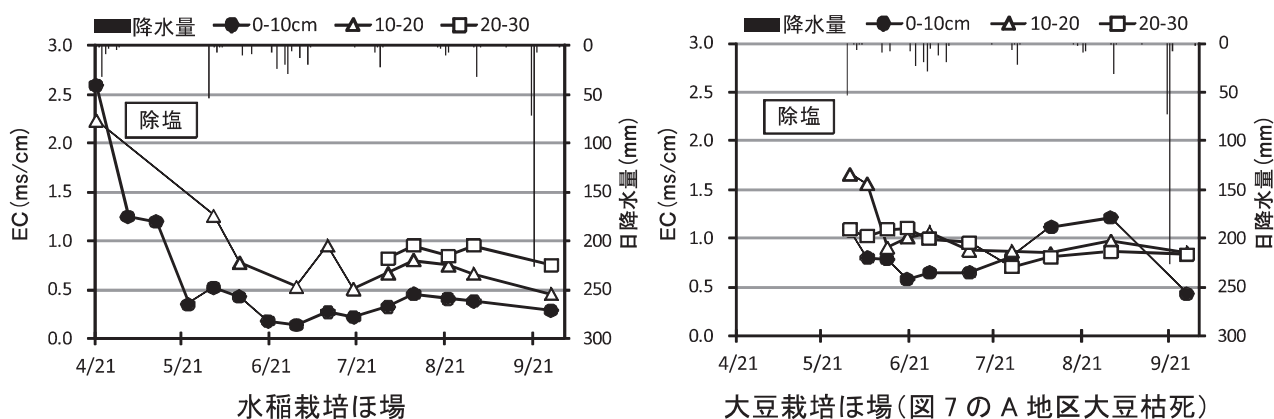


図6 除塩後の水稲・大豆栽培ほ場の層別 EC 動態

ど低下しなかった。

塩害に弱い大豆について、ほ場整備が行われ暗渠などの基本的排水対策の行われているほ場で、同一除塩方法を行ったほ場で栽培した地域を選定し、生育状況に差が見られたほ場内の層別別の土性・土色などについて調査を実施し、図7に示した。

A 地区では、塩害ほ場は地下水位が高いほ場であった。また、B 地区では下層に強粘土の土壌があり表層との間に砂混じりの層が存在していた。つまり、大豆の生育悪化・枯死したほ場では、

①地下水位が高い又は、透水性の悪い粘土質の層があり、塩分が停滞しやすい条件にある。

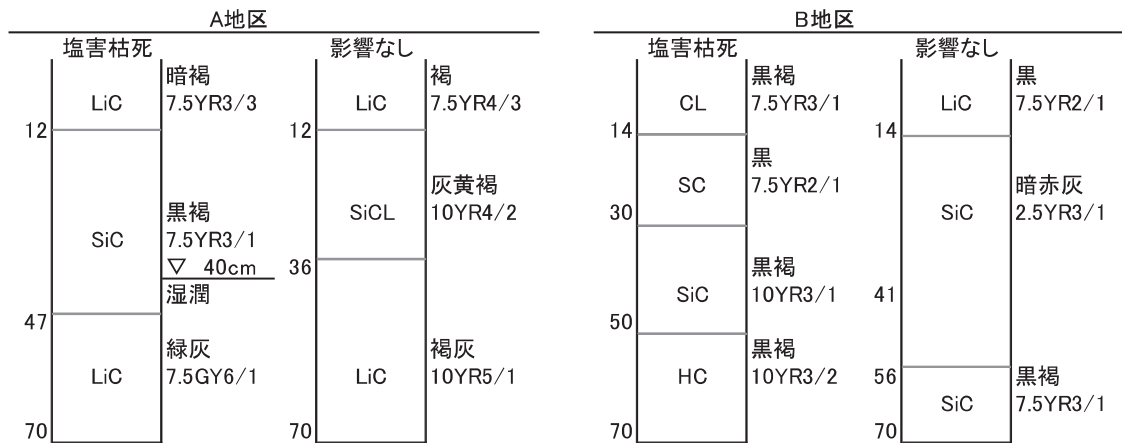


図7 大豆枯死ほ場の層位別土壌（土性層序の比較）

②作土の下に砂混じりの層があり、乾燥時に作土層に塩分が上昇し易い条件となっている。

このような状況は、塩害田での調査をまとめた1988年の宮城県農業センター報告と同様の結果であったと確認された。

宮城県の被災農地のように低位水田における除塩後の水田ほ場では、湛水管理が可能な水稻の作付を優先すること。どうしても大豆作付を推進したい地域においては、排水性の悪いほ場は避け、生育中の土壤乾燥による塩分上昇に注意し、常に排水条件向上を図りながら降雨による除塩効果を高めることが必要と示唆された。

以上のことから、海水流入から長期の塩分停滞を踏まえた除塩対策のポイントとして次のことがあげられると考える。

- ①下層を意識した除塩対応：幹線排水による地下水位の低下
- ②除塩事業後の塩分動態対策：春3～4月の塩分上昇に注意
※除塩済みほ場（前年春施工）についても排水性の悪いほ場では確認が必要
- ③畑作物（大豆など）生育期間の塩分上昇回避技術の開発：簡易地下灌漑の利用など

5. 県内での除塩に関する試験研究の対応状況と課題

水田では、除塩事業を今年度実施している地域で、試験的ほ場を選定し、縦浸透法による除塩の効果、石灰質資材の効果を検証している。しかし、未整備ほ場では用排水路兼用のため、深い除塩溝の施工が難しく深い層までの除塩の効果が期待できにくい地域もある。今年度の除塩事業や試験結果を参考に、平成24年度以降の除塩を進めていく予定である。当面の課題としては排水機場の復旧（仮設状態で6割の復旧）及び幹線排水の整備である。

施設園芸では、除塩対策を行った場所では、土壤の塩分濃度は低下しているが、かん水に使用する地下水の塩分濃

度が高く利用できない場合が多く、当面の課題としては、安定的に利用可能なかん水確保対策である。地下水を調査しながら、塩分濃度の低い井戸から汲み上げ運搬している状態であり、逆浸透膜を利用した地下水除塩を一部で実施（復興支援として機械運転）しているが、塩水から除塩するタイプの機械のため、地下水利用では様々なトラブルが発生している。逆浸透膜浄水機の現地試験を行い、問題点を明らかにし、安定的に利用可能なシステム化を図る必要がある。

平成23年度内に津波被災農地の4割が復旧される計画にあるが、24年度以降は、排水機場などのハード面を中心に営農再開には不透明かつ困難なことも多い状況にある。しかし、農家の心情としては復旧の長期化することのない早急な取り組みが必要とされており、今まで以上に現地の声に耳を傾けながら対応をしていかねばならないと考えている。

謝 辞

最後に、震災直後から全国からお見舞いやご支援をいただいたことに御礼申し上げます。なお、今回、貴学会からのお声掛けから恥ずかしながら執筆しましたが極力わかりやすいように図表を多用し配慮したつもりですが、時間もなく配慮に欠けた面があったと思われまことに、ここに陳謝いたします。

参考文献等と内容

- 1) 宮城農試臨時報告第4号（1961年）「チリ地震津波による農作災害の実態」より「大豆の塩害に関する試験」
※チリ地震津波：1960年5月24日午前2時30分頃
大豆生育への塩分濃度及び石灰資材・有機物施用の効果
- 2) 鹿島台淵花地区塩害田調査結果報告書（1988年）宮城県農業センター土壤肥料部公害科
地下の蓄積塩分の乾燥期上昇による水稻被害

（平成24年1月27日受付）
Received January 27, 2012



宮城県内における津波被災を受けた園芸農地中の Cl⁻とNa⁺濃度の変動*

玉手英行¹・上山啓一^{1,2}

キーワード 東日本大震災, 津波, 塩害対策, 土壌調査

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災による津波は、沿岸部の農地に甚大な被害を及ぼした。宮城県における農業関連の被害額は2012年5月現在で約5,120億円に上り、農地の被害面積は12,758 haに及んでいる(宮城県農林水産部, 2012)。園芸関係では、県内のイチゴの産地の多くが沿岸部に集中していたため特に壊滅的な被害を受けた他、キュウリ、トマト、カーネーション等においても被害が顕著であった。津波により大量の海水が流入した農地では、塩化ナトリウムに起因する障害の発生が懸念され、イチゴやキュウリ等の塩類耐性が低いと想定された品目が本県の基幹品目であることから、被害農地の実態把握は急務であった。

筆者らは、特に園芸関係の土壌について、石コウ等の石灰質資材の施用と灌水、降雨による除塩作業の効果の確認および作付再開の判断指標に資するため、被災地域の農業改良普及センターと連携し経時的に調査を進めてきた。本報では2011年5月から2012年5月の時点までの調査結果に基づき、土壌中の塩化物イオン(Cl⁻)とナトリウムイオン(Na⁺)、および土壌pHの経時的推移について報告する。

2. 方法

1) 調査地点の選定と土壌の採取

宮城県内の津波による海水流入被害を受けた園芸農地から土壌試料を採取した。採取時期と地点数、調査地点の市

町名を表1に示す。調査月によって市町名や点数が異なっているが、同一の圃場十数点を調査した結果を含んでおり、本県の被災農地全域を母集団とみなして検討した。調査圃は地域の農業改良普及センターの協力により選定し、主に堆積土砂の除去や除塩作業により作付が見込まれる地点を対象とした。また、自然降雨による除塩程度と作付時の施肥の影響を考慮し、砂壤土や壤土が主であった鉄骨またはパイプハウスを有する施設圃場と、埴壤土が主であった露地圃場に分けて検討した。調査開始時期である2011年5月時には堆積物の除去や除塩作業が行われていない、もしくは除塩作業開始直後の圃場が多かったが、調査期間中において、堆積土砂の除去または混和後に、石コウなど石灰質資材の施用の他、雨水や水道水、地下水によるかん水を中心とした除塩作業が行われた。その結果、2011年10月時は施設圃場ではすべての調査地点で作付が再開したが、2012年5月時の露地圃場において、土壌表層にクラスト構造の発生により作付を中断していた地点が調査地点の半数以上を占めた。

土壌試料は1地点につき3ヵ所から採取し混合して1サンプルとした。作物が在圃し畝からの採取が困難な場合は畝間の通路付近より採取した。試料採取時に堆積土砂がある場合は土砂を除去したが、すでに土砂が混和されていた場合には除去せず、地表から30 cm深までを採取した後、10 cm毎に分けた。本報では主に0~10 cm深の土壌について検討した。

2) 分析方法

採取した土壌試料は、風乾、砕土後に2 mm篩を全通させ、分析に供した。土壌中の水溶性Cl⁻と水溶性Na⁺は、風乾細土:水=1:5の重量比で振とう抽出後、溶液の上澄を0.45 μmのメンブレンフィルター(25AS045AS, ADVANTEC)で濾過しイオンクロマトグラフ法(ICS-1600, Dionex)で測定した。交換性Na⁺は、風乾細土1 gを0.05 M酢酸アンモニウム-0.00114 M塩化ストロンチウム溶液200 mLで振とう抽出後(亀和田, 1997)、濾液を蛍光法(AA240FS, Varian(現Agilent))で測定した値から、水溶性Na⁺の値を差し引き求めた。土壌pH(H₂O, 1:2.5)はガラス電極法(Hm-26S, 東亜電波工業(現TOA-DKK))により測定した。

Hideyuki TAMATE and Keiichi KAMIYAMA: Fluctuations in concentration of Cl⁻ and Na⁺ in horticultural farmland soil in Miyagi prefecture, post-disaster of tsunami by the Tohoku earthquake

*本研究の一部は2012年日本土壌肥科学会鳥取大会(2012.9)において発表したほか、宮城県・普及に移す技術第87号内にて報告した。

¹宮城県農業・園芸総合研究所(981-1243 宮城県名取市高館川上字東金剛寺1番地)

²現在、宮城県美里農業改良普及センター(987-0005 遠田郡美里町北浦字笹館5)

2013年1月15日受付・2013年4月15日受理

日本土壌肥科学雑誌 第84巻 第3号 p.187~189 (2013)

3. 結果と考察

1) 施設圃場における土壤中の Cl⁻, Na⁺濃度の変動

施設圃場における土壤中の水溶性 Cl⁻濃度の中央値は、調査開始時の2011年5月では10.22 cmol_c kg⁻¹であったが、翌月の6月では1.68 cmol_c kg⁻¹と大きく低下し、10月以降は調査地点の25~75%値は極めて低い値で推移した(図1A)。畑地における除塩目標値(農林水産省, 2011)は土壤中の水溶性 Cl⁻で50 mg 100g⁻¹(≒1.41 cmol_c kg⁻¹)とされており、2011年10月の時点では概ね目標値まで水溶性 Cl⁻は低下していた。このことは、水溶性 Cl⁻はかん水を中心とした除塩によって十分除去できたことを示している。しかし、調査期間中において外れ値となる高い値が数地点で観測された。これらは被災後に営農を再開した圃場であり、作付終了後のかん水停止で土壌表層が乾燥していた圃場や、かん水に用いる地下水が塩水化した圃場であった。前者は下層に滞留していた水溶性 Cl⁻が毛細管現象で再上昇したことによる表層への集積、

後者は海水の侵入で水溶性 Cl⁻濃度が非常に高くなった地下水をかん水に用いたため圃場へ再流入した可能性がそれぞれ考えられた。なお、塩類耐性に乏しいイチゴやキュウリにおいて、塩水化した地下水の影響により収量が激減した圃場が確認されている。

水溶性 Na⁺は水溶性 Cl⁻と同様に低下し2011年10月では中央値で1.65 cmol_c kg⁻¹となった(図1B)。交換性 Na⁺は2011年5月の中央値は1.19 cmol_c kg⁻¹であり、以降は変化がみられなかった(図1C)。これらのことは施設圃場においては Na⁺の大部分は水溶性で占められ、水溶性 Cl⁻と同様に低下したが、土壌コロイドに交換吸着した Na⁺は低減せず残存していることを示している。

2) 露地圃場における土壤中の Cl⁻, Na⁺, 濃度の変動

露地圃場の土壌の水溶性 Cl⁻の中央値は、2011年6月において既に0.24 cmol_c kg⁻¹と非常に低い値であったが、最大値は10.83 cmol_c kg⁻¹であり、地点により除塩の程度に差が生じていた(図1D)。しかし、翌月はほとんどの

表1 調査年・月, 地点数, 市町村名

調査期間		施設		露地	
年	月	地点数	市町名	地点数	市町名
2011	5	41	岩沼市, 名取市, 亶理町, 山元町	—	—
	6	24	石巻市, 岩沼市, 名取市, 東松島市, 山元町	11	仙台市
	7	—	—	13	仙台市
	10	20	石巻市, 東松島市, 亶理町	—	—
2012	4	14	石巻市, 東松島市, 亶理町	—	—
	5	—	—	15	仙台市

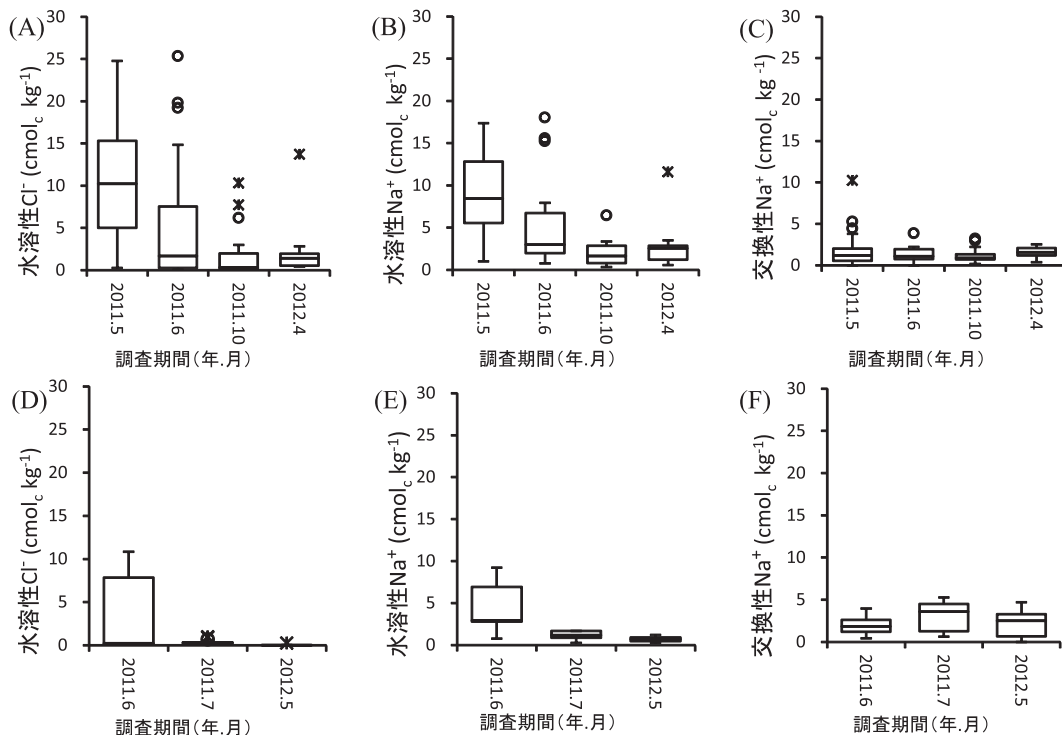


図1 施設園芸農地の0~10 cm深における土壤中の水溶性 Cl⁻ (A), 水溶性 Na⁺ (B), 交換性 Na⁺ (C) と、露地園芸農地の0~10 cm深における土壤中の水溶性 Cl⁻ (D), 水溶性 Na⁺ (E), 交換性 Na⁺ (F) の推移
箱中の線は中央値を、箱の上端と下端はそれぞれ75, 25パーセントイル値を、ひげの上端と下端はそれぞれ内境界点(ヒンジ散布度(=IQR)の1.5倍)内での最大値と最小値を、図内のプロットは外れ値(IQR×1.5<○, IQR×3.0<*)を示す。

地点が $0.31 \text{ cmolc kg}^{-1}$ 程度の値となり、はずれ値の最大でも $0.99 \text{ cmolc kg}^{-1}$ で除塩目標値を下回った。露地圃場は施設と比較し遮蔽物がないため、梅雨時等の自然降雨のみでも水溶性 Cl⁻の除去が目標値以下まで進んだと考えられた。水溶性 Na⁺の中央値は2011年6月において $2.95 \text{ cmolc kg}^{-1}$ であり、翌月の中央値は $1.17 \text{ cmolc kg}^{-1}$ であったことから、水溶性 Na⁺においても自然降雨による除去が進んだと考えられた (図 1E)。一方で、交換性 Na⁺において、2011年6月、同年7月、2012年5月の中央値はそれぞれ $1.83, 3.58, 2.50 \text{ cmolc kg}^{-1}$ であり、調査開始時から値が低下しなかった (図 1F)。本県の露地圃場と施設圃場における被災前の塩基飽和度は、それぞれ平均値で 75.6% (中央値 80.2%, 標準偏差 30.5), 124.1% (中央値 124.1%, 標準偏差 18.2) であり、露地圃場の塩基飽和度は施設圃場と比較し低かった (農林水産省, 2008)。このため、露地圃場では施設圃場よりも土壤に交換吸着された Na⁺が多かったと考えられた。Na⁺による粘土分散効果の影響によって、土壤が緊密化し乾燥時に非常に硬度の高い土壤表層となるクラストが形成されることが報告されている (西村, 2008)。クラストは現地においても発生しており、葉菜類、根菜類のほか、大豆においても発芽障害および初期生育不良の発生が確認されている。

3) 施設、露地圃場における土壤 pH の変動

施設圃場の土壤 pH は、2011年5月から同年6月にか

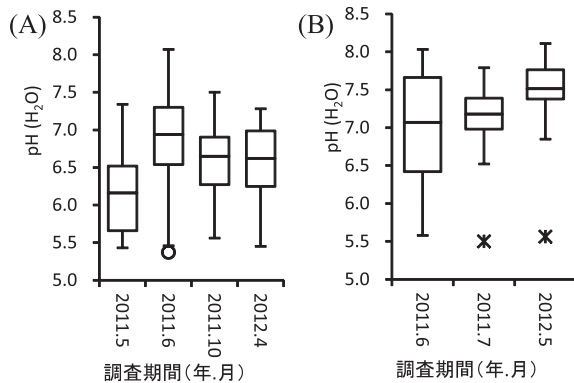


図2 施設園芸農地 (A) と露地園芸農地 (B) の0~10 cm 深における土壤 pH (H₂O) の推移
箱中の線は中央値を、箱の上端と下端はそれぞれ 75, 25 パーセントイル値を、ひげの上端と下端はそれぞれ内境界点 (ヒンジ散布度 (=IQR) の 1.5 倍) 内での最大値と最小値を、図内のプロットは外れ値 (IQR × 1.5 < ○, IQR × 3.0 < *) を示す。

けて上昇し、その後は 6.5 前後の値で推移した (図 2A)。このことは Cl⁻の除去が進んだ一方、Na⁺が主に交換性として残存したためアルカリ化の傾向に進んでいると推察されるが、除塩時に施用された石コウに含まれる硫酸イオン、および作付時の施肥に伴う硝酸イオン等の影響で大幅な上昇には至っていないと考えられた。

露地圃場の土壤 pH は、2011年6月以降、除塩の進行に伴い上昇傾向にあった (図 2B)。2012年5月における中央値は 7.5 であり、25~75%値でも 7.3 以上と高い値を示している。2012年5月時には、クラストの発生によって作付が行われていない地点が多かったため、露地圃場の土壤 pH の変動に対する施肥の影響は小さいと考えられる。世界の乾燥地に広がるソーダ質土壤において、過剰量の Na⁺は、大気中の二酸化炭素と反応し CO₃²⁻や HCO₃⁻を対イオンとするため、土壤 pH が 8.5 以上になることが報告されている (藤山, 2008)。図 1D~F より、2012年5月における Na⁺の対イオンは水溶性 Cl⁻ではないことは明らかである。被災農地において、土壤のソーダ質化と類似した土壤 pH 上昇が起こっており、さらなる Na⁺の除去が必要と考えられる。

4. まとめ

今回の調査結果から、津波被災を受けた土壤中の水溶性 Cl⁻および水溶性 Na⁺は、現地の生育状況の観察からも生育障害が発生しない程度にまで概ね低下したと考えられる。一方、残存した交換性 Na⁺や主に露地における土壤 pH の上昇が懸念されるため、引き続き調査を継続していく。

文 献

- 藤山英保 2008. 化学的な土壤劣化. 山本太平編 乾燥地の土壤劣化とその対策, p.10-18. 古今書院.
 亀和田園彦 1997. 交換性陽イオン・陰イオン. 土壤環境分析法編集委員会編 土壤環境分析法, p.218-204. 博友社.
 宮城県農林水産部 2012. 東日本大震災による被害状況について (第36報). <http://www.pref.miyagi.jp/nosui/110311/120510.pdf>
 西村 拓 2008. 土壤コロイドの特性と土壤浸食. 山本太平編 乾燥地の土壤劣化とその対策, p.121-134. 古今書院.
 農林水産省 2011. 農地の除塩マニュアル. <http://www.maff.go.jp/j/press/nousin/sekkei/pdf/110624-01.pdf>
 農林水産省 2008. 土壤保全調査事業成績書, p.462.

農業の早期復興に向けた試験研究 連携プロジェクト成果報告書

発行：平成27年3月

編集：宮城県農業・園芸総合研究所 企画調整部

住所：〒981-1243

宮城県名取市高館川上字東金剛寺1番地

電話：022-383-8111（代）

E-mail：marc-kk@pref.miyagi.jp

