

東海地域におけるスクミリンゴガイの総合防除体系の検討（１）

石本聖絵・菅原圭佑・藤田智美・西本浩之

愛知県農業総合試験場

〒480-1193 愛知県長久手市岩作三ヶ峯 1-1

1. 調査背景と目的

近年、関東東海地域や近畿地域において問題となっているスクミリンゴガイによる水稻被害を抑えるために、防除上の諸課題を共有するとともに、地域の実情に応じたスクミリンゴガイ防除体系を検討する必要がある。

愛知県において、スクミリンゴガイによる大きな被害が発生している地域として、海部地域、尾張地域、西三河地域、東三河地域が挙げられる。これらの地域は、それぞれ異なる特性を持つため、各地域に即したスクミリンゴガイの防除指針を作成する必要がある（表1）。そこで、令和2年度に各地域の実情に応じた防除体系として取り組む防除技術および防除体系を設計した（表1）。令和2年度は、冬期耕うん（回数の違い、方法の違い）および秋期石灰窒素散布によるスクミリンゴガイの防除効果について検証し、各地域で実証した防除技術がスクミリンゴガイの生息密度を低減させることができることが示された。

表1 各地域の特徴および検討する防除体系

地域	実証地区	防除対策（下線は実証で取り組むもの）		地域の特徴等
		秋冬期	春期（移植前，移植後）	
尾張①	小牧市	冬季耕耘 (速度・回数の違いによる差)	石灰窒素施用 薬剤散布（スクミノン）	遅い作型中心（あいちのかおり） 大面積を受託するオペによる耕作が中心 (作業効率を下げる対応は難しい) 用水は5月以降通水、6月上旬頃移植
尾張②	丹羽郡大口町	冬季耕耘 (回数の違いによる差)	石灰窒素施用 薬剤散布（スクミノン他）	遅い作型中心（あいちのかおり） 大面積を受託するオペによる耕作が中心 (作業効率を下げる対応は難しい) 用水は5月以降通水、6月上旬頃移植
海部	弥富市鍋田町 津島市 愛西市 海部郡飛島村	石灰窒素施用	薬剤散布（スクミノン）	早い作型中心（あきたこまち、コシヒカリ） 大面積を受託するオペによる耕作が中心 (作業効率を下げる対応は難しい) ブロックローテーションは地域の一部で実施
西三河	西尾市一色町 (大岡新田地区)	石灰窒素施用	薬剤散布（スクミノン）	早い作型中心（あきたこまち、コシヒカリ） 大面積を受託するオペによる耕作が中心
東三河	豊川市長沢町	冬季耕耘 (方法の違いによる差)	薬剤散布（ジャンボたにしくん） 浅水管理	中山間地域で1ほ場の規模は小さい 全量有機質肥料減農薬栽培

※ブロックローテーションは水稻→小麦→大豆を2年3作で実施

令和3年度は、令和2年度に実施した防除対策によりスクミリンゴガイの被害が実際に低減するのか検証した。加えて、移植期の防除対策を実施し、その有効性を検証するとともに、各地域に即したスクミリンゴガイの防除体系について検討した。

2. 調査内容

1) 調査実施地域および実証内容

表2のとおり。

表2 調査実施地域および実証内容

地域	実証地区	ほ場数	面積	実証内容等
尾張①	小牧市	9筆	200a	R2 冬季耕耘（回数の違いによる差（3,4回）） R3 薬剤散布（石灰窒素、スクミノン）
尾張②	丹羽郡大口町	22筆	410a	R2 冬季耕耘（回数の違いによる差（3,4回）） R3 薬剤散布（石灰窒素、スクミノン、 パダン粒剤4+ショウリョクS粒剤）
海部	弥富市、津島市、愛西市 海部郡飛島村	8～10筆	240a	R2 石灰窒素散布（処理の有無） R3 薬剤散布（スクミノン）
西三河	西尾市一色町 （大岡新田地区）	4筆	400a	R2 石灰窒素散布（処理の有無） R3 薬剤散布（スクミノン）
東三河	豊川市長沢町	62筆	580a	R2 冬季耕耘（方法の違いによる差） R3 薬剤散布（ジャンボタニシくん）

2) 検討する防除技術

ア 耕うん回数と移植期の薬剤散布の防除効果

調査地域：尾張地域（2地域）

イ 秋期石灰窒素散布と移植期薬剤散布の防除効果

調査地域：海部地域、西三河地域

ウ 厳冬期の低速耕うんと移植期薬剤散布の防除効果

調査地域：東三河地域

3. 耕うん回数と移植期の薬剤散布による防除効果

1) 調査方法

防除効果を確認するために、移植前および移植4週間後における貝数調査ならびに移植4週間後における欠株数の調査を行った。水田内5か所について、各3㎡（30cm×10m）あたりのスクミリングガイの生息数および25株中の欠株数を調査した。

2) 調査場所および調査概要

ア 尾張地域①

・試験場所：小牧市藤島町1地点4ほ場

・品種：あいちのかおり SBL

・移植日：令和3年6月6日

・調査日

移植前調査：令和3年5月28日

移植4週間後調査：令和3年7月5日

・試験区の設定：表3のとおり。

表3 尾張地域①における実証試験の試験区の構成

区名	秋冬期耕うん回数	春期防除
4回耕うん+石灰窒素+スクミノン区	4回	5月28日に石灰窒素を20kg/10a散布。移植日にスクミノンを2kg/10a散布
4回耕うん+スクミノン区	4回	移植日にスクミノンを2kg/10a散布
4回耕うん区	4回	－
慣行区(3回耕うん+スクミノン)	3回	移植日にスクミノンを2kg/10a散布

※4回耕うん：1月下旬、3月、4月下旬に耕うん

※3回耕うん：1月下旬、3月、4月下旬、5月下旬に耕うん

イ 尾張地域②

- ・試験場所：大口町上小口 1 地点 6 ほ場
- ・品種：あいちのかおり SBL
- ・移植日：令和 3 年 6 月 20 日
- ・調査日
移植前調査：令和 3 年 6 月 11 日
移植 4 週間後調査：令和 3 年 7 月 15 日
- ・試験区の設定：表 4 のとおり。

表 4 尾張地域②における実証試験の試験区の構成

区名	秋冬期耕うん回数（耕うん時期）	春期防除
1 回耕うん+パダン+ショウリョク区	1 回（12月中旬）	6月23日にパダン粒剤4、ショウリョクS粒剤を散布
1 回耕うん+スクミノン区	1 回（12月中旬）	6月24日にスクミノンを 2 kg/10a 散布
1 回耕うん+石灰窒素区	1 回（12月中旬）	6月11日に石灰窒素を 20kg/10a 散布
2 回耕うん+石灰窒素区	2 回（12月中旬、1月中旬）	6月11日に石灰窒素を 20kg/10a 散布
2 回耕うん区	2 回（12月中旬、1月中旬）	－
慣行区	1 回（12月中旬）	7月1日にスクミノンを 2kg/10a 散布

※入水は 6 月上旬

※上記の耕うんに加え、3 月中下旬、5 月上旬に耕うんを実施している

・備考

慣行区において、スクミリンゴガイの多発が確認されたため、臨機防除として 7 月 1 日（移植 11 日後）にスクミノン散布を実施した。

3) 試験結果

ア 尾張地域①

スクミリンゴガイの生息貝数について、表 5 に示した。移植前の調査において、耕うんを 4 回実施した区は、耕うんを 3 回実施した区（慣行区）と比較して生息貝数が少なかったが、差はわずかであった。また、調査した全ての区において移植前と比較して移植 4 週間後の生息貝数は減少した。

欠株率の比較について表 6 に示した。欠株率については、すべての試験区について慣行区と差はなかった。

表 5 耕うん回数及び春期の薬剤散布によるスクミリンゴガイ生息数の違い（尾張地域①）

区名	貝数（個/m ² ）	
	移植前	移植 4 週間後
4 回耕うん+石灰窒素+スクミノン区	3.13	2.07
4 回耕うん+スクミノン区	4.47	1.53
4 回耕うん区	3.67	1.47
慣行区（3 回耕うん+スクミノン）	5.27	0.00

表6 耕うん回数及び春期の薬剤散布による欠株率の違い（尾張地域①）

区名	調査株数（株）	欠株数（株）	欠株率（％）
4回耕うん+石灰窒素+スクミノン区	125	8	6.4
4回耕うん+スクミノン区	125	17	13.6
4回耕うん区	150	5	3.3
慣行区（3回耕うん+スクミノン）	125	6	4.8

イ 尾張地域②

スクミリンゴガイの生息貝数について、表7に示した。厳冬期（12月～2月）に2回耕うんした区と1回耕うんした区で生息貝数に差は見られなかった。

欠株率の比較について表8に示した。慣行区と比較して2回耕うん+石灰窒素区および1回耕うん+パダン+ショウリョク区は、欠株率が低かった。

表7 耕うん回数及び春期の薬剤散布によるスクミリンゴガイ生息数の違い（尾張地域②）

区名	貝数（個/m ² ）	
	移植前	移植4週間後
1回耕うん+パダン+ショウリョク区	2.93	2.07
1回耕うん+スクミノン区	4.73	1.40
1回耕うん+石灰窒素区	2.13	3.47
2回耕うん+石灰窒素区	2.53	2.40
2回耕うん区	3.20	0.93
慣行区（1回耕うん）	2.93	1.20

表8 耕うん回数及び春期の薬剤散布による欠株率の違い（尾張地域②）

区名	調査株数（株）	欠株数（株）	欠株率（％）
1回耕うん+パダン+ショウリョク区	125	13	10.4
1回耕うん+スクミノン区	125	41	32.8
1回耕うん+石灰窒素区	125	47	37.6
2回耕うん+石灰窒素区	125	6	4.8
2回耕うん区	125	66	52.8
慣行区（1回耕うん）	125	78	62.4

4) 考察

ア 尾張地域①（表5、6）

移植前に尾張地域①で実施した調査において、厳冬期耕うんを4回実施したほ場の生息貝数は、冬期耕うんを3回実施したほ場と比較して、少なかったものの、その差はわずかであった。この理由として、耕うんを繰り返すことにより細かく碎土され、貝殻が破壊される量が少なくなるからであると考えられる。また、令和2年度に実施した調査において、耕うんを行うことで、本田に生息している貝を地表面に出すことができることが確認されている。そのため、厳冬期（12月～2月）の間に最低1回は耕うんすることが貝密度の低減に重要であると考えられる。

移植 4 週間後の生息貝数は、スクミノンを散布した区、スクミノンと石灰窒素両方を散布した区、春期に防除を行わなかった区の間で差は見られなかったものの、いずれの区においても、移植前と比較して生息貝数が減少していた。これは、イネの生育が進んだことにより、水路など餌となる葉が柔らかい植物が生えた場所に貝が移動したためと考えられる。

また、移植 4 週間後の欠株率は、4 回耕うん＋スクミノン区が他の区に比べて高かった。4 回耕うん＋スクミノン＋石灰窒素区の場合は、他のほ場と比較して深水になりやすく、スク

ミリングガイの被害に遭いやすかったためと考えられる。さらに、近隣の水路においてスクミリングガイの生息が確認されており、石灰窒素散布から移植 3 週間後までに、まとまった降雨が観測されている（図 1）ため、近隣のほ場や水路から流入した貝が食害した可能性も考えられる。本調査において、スクミノンおよび石灰窒素による被害低減効果を確認することができなかったため、更なる調査を行い、当該地域に適した春期防除を検討する必要がある。

なお、当該地域において、侵入防止網と捕獲器による防除効果の実証を行っている。今後、移植期防除として、石灰窒素、スクミノン散布に加え、水路からの侵入防止網、捕獲器設置等、複数の防除対策を組み合わせた防除体系の普及が期待される。

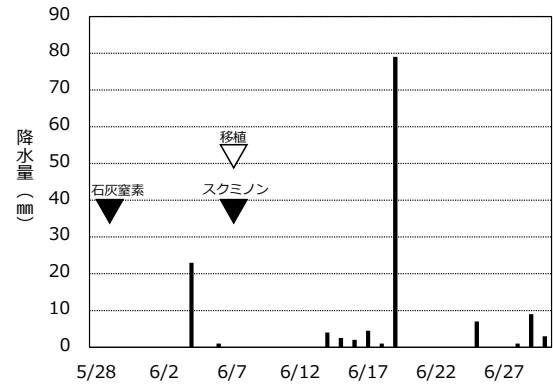


図 1 2021 年の調査地点における降水量
(尾張地域①アメダス地点：名古屋)

イ 尾張地域②（表 7、8）

移植前に尾張地域②で実施した調査において、厳冬期耕うんを 2 回実施したほ場の生息貝数は、1 回実施したほ場の生息貝数と同等であった。令和 2 年度に実施した調査では、1 回耕うんを行うことで約 40%の貝を地表面に出すことができることが確認されている。当該地域は、厳冬期の耕うんを含め、最低 3 回（12 月中旬、3 月中下旬、5 月上旬）の耕うんを実施している。その後の耕うんにより貝殻が破碎される可能性を考慮すると、冬期耕うんが 1 回のみであったとしても、貝密度の低減効果が期待できる。以上より、厳冬期（12 月～2 月）の間に最低 1 回は耕うんすることが貝密度の低減に重要であると考えられる。

その一方で、移植後 4 週間後に実施した調査において、2 回耕うん区、慣行区（1 回耕うん）の欠株率は、春期に薬剤を散布した区と比較して高かった。そのため、当該地域においては厳冬期耕うんと春期の薬剤防除を組み合わせることが不可欠であると考えられる。とりわけ、2 回耕うん＋石灰窒素区、1 回耕うん＋パダン＋ショウリヨク区の欠株率が低かったことから、移植期の防除として石灰窒素散布、パダン粒剤 4＋ショウリヨク S 粒剤の散布が効果的であると考えられる。

当該地域の生産者からは、冬期耕うんと春期石灰窒素の組み合わせによるスクミリングガイの防除効果については好評であった。加えて、生産者から「効果が同等であるならば、他の薬剤散布の都合上、移植期の石灰窒素散布の方が導入しやすい」との意見が挙がった。加えて、当該地域の生産者からは、厳冬期耕うんと春期石灰窒素の組み合わせによるスクミリングガイの防除効果については好評である。そのため、当該地域では、春期石灰窒素散布の普及が見込まれる。

その一方で、当該地域では、5 月下旬に用水が通水し、6 月中旬までに移植を行うため、作業できる期間が短く、春期に石灰窒素散布を行える面積には限界があるとの指摘があった。被害が大きいほ場を中心に石灰窒素散布を行うことで、スクミリングガイの貝密度を低減することは可能であると考えられる。

また、移植前の調査において1回耕うん＋石灰窒素区の生息貝数は、2回＋石灰窒素区と同等であったが、1回耕うん＋石灰窒素区の欠株率は2回＋石灰窒素区と比較して多かった。1回耕うん＋石灰窒素区は、複数のほ場が連なっているほ場のうち、最も水路側に位置するほ場である。全てのほ場に入水させるためには、当該ほ場を深水にする必要があり、水路からのスクミリングガイの侵入の影響を受けやすかったからと考えられる。実際に1回耕うん＋石灰窒素区では、水路から侵入したと推定される貝を確認している。そのため、深水になりやすいほ場では、水路からの侵入防止等、他の対策を組み合わせる必要がある。

4. 秋期石灰窒素散布と移植期薬剤散布の防除効果

1) 調査方法

防除効果を確認するために、移植前および移植4週間後における貝数調査ならびに移植4週間後における欠株数の調査を行った。水田内4か所について、各3㎡（30cm×10m）あたりのスクミリングガイの生息数および25株中の欠株数を調査した。

2) 調査場所および調査概要

ア 海部地域

- ・試験場所：弥富市鍋田町2地点4ほ場
- ・栽培品種：コシヒカリ
- ・移植日：令和3年4月20日ごろ
- ・調査日
移植期調査：令和3年4月21日
移植4週間後調査：令和3年6月2日
- ・試験区の設定：表9のとおり

表9 海部地域における実証試験の試験区の構成

区名	秋冬期防除	春期防除
石灰窒素散布区	令和2年11月中旬に石灰窒素を 30kg/10a散布	—
慣行区	—	令和3年4月中旬にスクミノンを 2kg/10a全面散布

イ 西三河地域

- ・試験場所：西尾市一色町1地点2ほ場
- ・栽培品種：コシヒカリ
- ・移植日：表10のとおり
- ・調査日
移植前調査：令和3年4月22日
移植4週間後調査：令和3年5月25日
- ・試験区の設定：表10のとおり

表 10 西三河地域における実証試験の試験区の構成

区名	移植日	秋冬期防除	春期防除
石灰窒素散布区	令和 3 年 4 月 27 日	令和 2 年 10 月上旬に石灰窒素を 30kg/10a 散布	移植日にスクミノン を 2kg/10a 全面散布
慣行区	令和 3 年 5 月 3 日	—	移植日及び移植 1 週間後にスクミノン を 2kg/10a 全面散布
無処理区	令和 3 年 5 月 1 日	—	移植 3 週間後にスクミノン を 2kg/10a 全面散布

・備考

慣行区において、臨機防除として移植 1 週間後にスクミノン散布を行ったため、参考として無処理区を調査した。

3) 試験結果

ア 海部地域

スクミリンゴガイの生息貝数について、表 11 に示した。移植期において弥富①、弥富②の両方とも、慣行区と比較して石灰窒素区の生息貝数が少なかった。また、弥富①のほ場において、移植 4 週間後の生息貝数は移植前に比較して多かった。

欠株率の比較について表 12 に示した。弥富①、弥富②とも欠株率に差は見られなかったが、弥富①慣行区のほ場では、調査区外においてスクミリンゴガイによる大規模な欠株が確認された（図 2）。

表 11 石灰窒素施用によるスクミリンゴガイ生息数の違い（海部地域）

調査地区	区名	貝数（個/m ² ）	
		移植前	移植 4 週間後
弥富①	石灰窒素散布区	0.17	4.17
	慣行区	2.08	7.50
弥富②	石灰窒素散布区	0.06	0.08
	慣行区	0.67	0.00

表 12 石灰窒素施用による欠株率の違い（海部地域）

調査地区	区名	調査株数（株）	欠株数（株）	欠株率（%）
弥富①	石灰窒素散布区	100	0	0.0
	慣行区	100	9	9.0
弥富②	石灰窒素散布区	100	0	0.0
	慣行区	100	0	0.0



図2 弥富市①におけるスクミリングガイ被害の比較

イ 西三河地域

スクミリングガイの生息貝数について、表 13 に示した。移植前、移植 4 週間後の調査において、スクミリングガイの生息貝数は慣行区と比較して石灰窒素散布区は低かった。

欠株率の比較について表 14 に示した。移植 4 週間後の調査において、石灰窒素散布区の欠株率は、慣行区と変わらなかった。その一方で、無処理区と比較して石灰窒素散布区の欠株率は低かった。

表 13 石灰窒素施用によるスクミリングガイ生息数の違い（西三河地域）

区名	貝数（個/m ² ）	
	移植前	移植 4 週間後
石灰窒素散布区	2.58	1.00
慣行区	8.92	10.00

表 14 石灰窒素施用による欠株率の違い（西三河地域）

区名	調査株数（株）	欠株数（株）	欠株率（％）
石灰窒素散布区	100	0	0.0
慣行区	100	2	2.0
無処理区	100	42	42.0

4) 考察

ア 海部地域（表 11、12、図 2）

海部地域の調査では、移植前において 2 地点とも慣行区と比較して石灰窒素散布区の生息貝数が少なかった。令和 2 年度に実施した調査においても、秋期石灰窒素散布による殺貝効果が認められたことから、当該地域において秋期石灰窒素散布による貝密度低減が期待できる。また、移植 4 週間後に実施した欠株数調査においては、石灰窒素散布区と慣行区で大きな差は見られなかったものの、弥富①慣行区のは場では、調査区外においてスクミリングガイによる大規模な欠株が確認された（図 2）。その一方で、弥富②では、石灰窒素散布区の被害状況は、慣行区と同程度であった。弥富②慣行区のは場は、弥富①慣行区のは場より生息貝数が少なかった。そのため、移植前においてスクミリングガイの生息密度を抑制することがその後の欠株率に影響すると考え

られる。以上より、当該地域におけるスクミリングガイの防除には、秋期の石灰窒素散布が有用であるといえる。

また、弥富①のほ場において移植前と比較して移植 4 週間後の生息貝数が多かった。当該地域の水路で、スクミリングガイの生息が確認されていることに加え、5 月にまとまった降雨があった日が複数回あったことから、スクミリングガイが水路や近隣のほ場からほ場に侵入している可能性がある(図 3)。当該地域は、大規模面積を受託するオペレーターが中心となって作付けしているため、水路からの侵入防止ネットの設置等、作業効率を下げる対応は難しい。そのため、水路や本田での発生状況に応じてスクミノン散布等移植期の防除を行う必要がある。

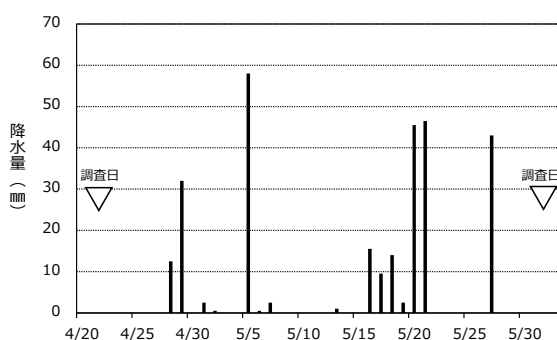


図 3 2021 年の調査地点における降水量
(海部地域アメダス地点：愛西)

当該地域のほ場を受託するオペレーターからは、概ね好評であり、令和 4 年作以降の対策として、秋期石灰窒素散布を行う意向とのことである。その一方で、「小規模生産者は、石灰窒素を散布する機械を持っていないため、導入は困難」との指摘が挙がった。石灰窒素散布を行えない場合は、移植期における薬剤散布を主軸としてスクミリングガイを防除する必要があるが、移植期に薬剤を 2 回散布する等防除体系を検討する必要がある。

イ 西三河地域(表 13、14)

移植前調査では、慣行区と比較して、石灰窒素散布区の生息貝数が少なかった。令和 2 年度に実施した調査においても、秋期石灰窒素散布による殺貝効果が認められたことから、秋期の石灰窒素散布は、スクミリングガイの生息密度の低減に作用していることが示された。

その一方で、石灰窒素散布区における移植前の生息貝数は、2.58 個/㎡と、要防除水準とされる 1.5 個/㎡と比較して多かった。そのため、当該地域においては、石灰窒素散布に加えて移植期防除が必要と考えられる。本試験において、石灰窒素散布区、慣行区ともにスクミノンを散布した結果、無防除区と比較して移植 4 週間後における欠株率は低かった。そのため、移植期防除としてスクミノン散布が有効であると考えられる。

なお、慣行区では、移植時に加え、臨機防除として移植 1 週間後にスクミノンを散布したが、移植 4 週間後においてわずかではあるが欠株が確認された。石灰窒素散布区において移植 4 週間後に欠株を確認していないことを考慮すると、秋期石灰窒素散布と移植期にスクミノン散布の組み合わせが当該地域に適した防除体系であると考えられる。

スクミリングガイ防除を目的とした秋期石灰窒素散布は、当該地域生産者にも概ね好評を得ており、生産者アンケートにおいても回答者全員が引き続き秋期石灰窒素散布に取り組むと回答している。そのため、当該地域においてスクミリングガイの防除体系として秋期石灰窒素散布と移植期のスクミノン散布の組み合わせが普及することが期待できる。その一方で、より経済的な石灰窒素散布方法の確立に対する要望も挙がった。今後、石灰窒素の散布量、時期の検討など、コストを考慮した防除体系を検討する必要がある。

5. 厳冬の低速耕うんと移植期薬剤散布による防除効果(東三河地域)

1) 調査方法

防除効果を確認するために、移植前および移植 4 週間後における貝数調査ならびに移植 4 週間後における欠株数の調査を行った。

東三河地域における調査については、水田内 4 か所について、各 3 ㎡(30 cm×10 m) あたり

のスクミリンゴガイの生息数を、水田内 5 か所について 25 株中の欠株数を調査した。

2) 調査場所および調査概要

ア 東三河地域

- ・試験場所：豊川市長沢町 2 地点 6 ほ場
- ・品種：コシヒカリ愛知 SBL
- ・移植日：令和 3 年 5 月 8 日（豊川①）、11 日（豊川②）
- ・調査日
移植前調査：令和 3 年 5 月 7 日
移植 4 週間後調査：令和 3 年 6 月 9 日
- ・試験区の設定：表 15 のとおり。

表 15 東三河地域における実証試験の試験区の構成

区名	秋冬期防除	春期防除
1 回目低速耕うん区	1 回目の耕うん時に低速耕うん	移植日にジャンボたにしくんを 2kg/10a 散布
2 回目低速耕うん区	2 回目の耕うん時に低速耕うん	移植日にジャンボたにしくんを 2kg/10a 散布
慣行区	2 回目とも通常耕うん	移植日にジャンボたにしくんを 2kg/10a 散布

※耕うんは 12 月～2 月に実施

※低速耕うん：慣行区と比べ、トラクターの走行速度を 1/2、PTO を 2 速で耕うん

3) 試験結果

スクミリンゴガイの生息貝数について、表 16 に示した。豊川①のほ場の移植前調査において、慣行区と比較して、1 回目低速耕うん区、2 回目低速耕うん区の生息貝は少なかった。

欠株率の比較について表 18 に示した。移植 4 週間後において、豊川①、豊川②ともに 1 回目低速耕うん区、2 回目低速耕うん区の欠株率は慣行区と差はなかった。

表 16 厳冬の低速耕うんによるスクミリンゴガイ生息数の違い（東三河地域）

調査地区	区名	貝数（個/m ² ）	
		移植前	移植 4 週間後
豊川①	1 回目低速耕うん区	1.67	1.42
	2 回目低速耕うん区	1.58	1.67
	慣行区	8.58	0.92
豊川②	1 回目低速耕うん区	0.58	0.42
	2 回目低速耕うん区	1.92	0.67
	慣行区	1.42	1.83

表 17 厳冬期の低速耕うんによる欠株率の違い（東三河地域）

調査地区	区名	調査株数（株）	欠株数（株）	欠株率（％）
豊川①	1 回目低速耕うん区	125	23	18.4
	2 回目低速耕うん区	125	11	8.8
	慣行区	125	28	22.4
豊川②	1 回目低速耕うん区	125	8	6.4
	2 回目低速耕うん区	125	25	20.0
	慣行区	125	13	10.4

4) 考察（表 16、17）

豊川①の地点において、1 回目低速耕うん区、2 回目低速耕うん区の移植前の貝数は、慣行区と比較して少なかった。また、令和 2 年度に実施した調査においても、低速耕うんによって貝殻を破壊する効率が高まることが実証されている。そのため、冬期の低速耕うんによる殺貝効果はあると考えられる。一方で、豊川市②の地点では、1 回目低速耕うん区、2 回目低速耕うん区の移植前の貝数は、慣行区と比較して差はなかった。豊川市②のほ場の貝密度は、豊川市①のほ場と比較して低いことから、貝密度が低いほ場では、通常耕うんと低速耕うんの殺貝効果が同等であると考えられる。

令和 2 年度に実施した調査では、低速耕うんによる殺貝効果は貝殻の破碎効果が主であるものの、地表面に出た貝殻も確認されている。そのため、厳冬期（12 月～2 月）に 2 回耕うんを行い、そのうち 1 回は低速耕うんを実施することで、効果的に貝密度を低減できると考えられる。

なお、当該地域の生産者からは、「耕うんスピードが遅すぎるため、ほ場全てを低速耕うんするのは非現実的」との指摘があった。畔際、水尻付近等、スクミリングガイの生息数が多い部分のみ低速耕うんすることで貝密度の低減と作業性の両立が期待できる。

対して、豊川①のほ場において、1 回目低速耕うん区、2 回目低速耕うん区の欠株率は、慣行区と比較して低かったが、その差はわずかであった。また、豊川②のほ場において、欠株率は、1 回目低速耕うん区、2 回目低速耕うん区ともに慣行区と差はなかった。いずれのほ場においても水深が深い部分で欠株が多く見受けられた。また、当該地域生産者によると「移植後 1 週間は、食害が目立たなかったが、その後スクミリングガイによる食害が現れ始めた」とのことである。そのため、厳冬期の耕うんとジャンボたにしくん散布の組み合わせによる防除効果を十分発揮させるためには、本事業で実証した防除体系に加え、浅水管理を行う必要があると考えられた。

当該地域では既に浅水管理によるスクミリングガイの防除効果を実証している。そのため、厳冬期の低速耕うん、移植期の薬剤散布、浅水管理を組み合わせた防除体系が普及すると見込まれる。

6. 総合考察

各地域で普及が見込まれる防除対策について表 18 に示した。

表 18 普及すると考えられるスクミリングガイ防除体系

地域名	秋冬期防除	春期防除
尾張①	厳冬期の耕うん（12月～2月に最低1回）	スクミノン散布、水路からの侵入防止ネット設置等、今後検討が必要
尾張②	厳冬期の耕うん（12月～2月に最低1回）	石灰窒素散布
海部	石灰窒素散布	（多発生時）スクミノン等散布
西三河	石灰窒素散布	スクミノン散布
東三河	12月～2月に厳冬期の低速耕うん（畔際、水尻付近のみ） （2回のうち最低1回は低速耕うんを実施）	ジャンボたにくん散布＋浅水管理

本事業で調査した地域のうち、3 地域において、秋期若しくは移植期の石灰窒素がスクミリングガイの防除に有効であると考えられた。本県において、石灰窒素散布を主軸としたスクミリングガイ防除対策が普及すると考えられる。ただし、石灰窒素を散布した場合であっても、一部ほ場ではスクミリングガイの要防除水準とされる 1.5 個／㎡を超える生息貝数が確認された。そのため、厳冬期の耕うんや移植期の薬剤散布など、他の防除と組み合わせることが必要である。

また、特別栽培米の栽培ほ場等、石灰窒素散布が困難なほ場においてもスクミリングガイの被害が深刻である。そのような地域の場合、厳冬期の耕うんや浅水管理など耕種的防除を組み合わせることが重要である。

7. 研修会等の開催

1) 尾張地域①

- ・日時：令和 4 年 3 月（予定）

2) 尾張地域②

- ・日時：令和 4 年 3 月（予定）

3) 海部地域

- ・日時：令和 4 年 2～3 月（予定）

4) 西三河地域

- ・日時：令和 3 年 7 月 6 日
- ・研修会内容：西尾市一色町大岡新田地区における実証試験結果の報告
- ・参加人数：生産者等 60 名

5) 東三河地区

- ・日時：令和 3 年 12 月 11 日
- ・研修会内容：豊川市長沢町における実証試験結果の報告
- ・参加人数：生産者等 10 名

8. 今後の課題

尾張地域①、東三河地域において本事業で検証した防除体系に組み合わせる防除技術の検討。
移植期に石灰窒素散布を散布するほ場の施肥量を検討する必要がある。

9. 成果の公表及び特許

各地域での講習会等による周知。本事業を踏まえて「スクミリンゴガイ防除実証試験成果の紹介（水稻）」を作成し、発表予定である。令和 4 年 8 月に県内水田作生産者および関係者を対象に本事業の調査結果を発表する見込みである。

東海地域におけるスクミリンゴガイの総合防除体系の検討（２）

西野 実・田中千晴・飯場聡子・内山裕介*・佐々木彩乃

三重県農業研究所、三重県中央農業改良普及センター*

〔〒515-2316 三重県松阪市嬉野川北町 530〕

1. 調査背景と目的

近年、関東東海地域や近畿地域において問題となっているスクミリンゴガイによる被害を抑えるために、防除上の諸課題を共有するとともに、地域の実情に応じたスクミリンゴガイ防除体系を検討し、これら体系技術の有効性を検証する。

本課題では、前年にスクミリンゴガイによる被害を受けている地域・圃場で、生産者や生産者団体から聞き取り調査を行った。その結果、個別の防除技術は認知されていたが、①取り組んでも効果的な方法でおこなっていない（冬期耕起、薬剤処理、浅水管理）、②作業が煩雑なため取り組んでいない（ネットによる侵入防止、浅水管理）、といった理由から、効果的に防除対策が実施されていない現状が明らかになった。

このことから、三重県の４月移植水稻および５月移植水稻を対象に、農業法人や農事組合法人が中心となって広域で管理することを想定して、「冬期耕起＋農薬散布（粒剤もしくは石灰窒素）＋浅水管理」を基本の防除体系として構築した。今年度は本防除体系について、防除効果および経営的評価の現地実証を行い、今後指導する上での課題を検討した。

2. 調査方法

1) 地域の実情に応じたスクミリンゴガイ防除体系の設計

防除体系モデルの実証地区において、聞き取り調査を行った結果、耕種概要と、具体的な課題は表１、２のとおりであった。これらの実情を考慮した上で体系防除の設計を行った。

表１ 実証地区における R3 年度の耕種概要

実証地区	耕種概要および経営の概要
四日市	・緯度 35.0111、経度 136.6381。'20 年 11 月～'21 年 3 月の平均気温 8.8℃、積算低 温量 379.3℃日（平年 7.5℃、458.2℃日） ・早期水稻（品種「コシヒカリ」、一部「あきたこまち」、10a/筆、前作は早期水稻 移植日 2021 年 4 月 20 日ごろ（4 月 15 日～5 月 2 日） ・実証地区および周辺地域は、農業法人と個人農家が管理 ・細粒質普通灰色低地土。開水路から分水栓を介して入水。用排水は分離されてお らず、一部は土水路 用水の管理は農業土木協議会と農業法人の連携によって実施
松阪	・緯度 34.6321、経度 136.5302。'20 年 11 月～'21 年 3 月の平均気温 9.3℃、積算低

温量 330.1℃日（平年 7.9℃、422.0℃日） ・早期水稻（品種「コシヒカリ」）、30a/筆、前作はダイズ 移植日 2021 年 4 月 20～21 日（区域 1 圃場 1、2 粗粒質還元型グライ低地土） および 25～26 日（区域 2 圃場 3、4、5 細粒質普通灰色低地土） ・普通期水稻（品種「やまだわら」）、30a/筆、前作は夏作・飼料イネ、冬作・コムギ 移植日 2021 年 6 月 30 日ごろ（区域 3 圃場 6、7 粗粒質還元型グライ低地土） および 7 月 7 日ごろ（区域 4 圃場 8、9 細粒質普通灰色低地土） ・実証地区および周辺地域は、農事組合法人が受託管理し、水稻、コムギ、ダイズの 2 年 3 作体系のローテーションに加えて、飼料米を栽培 ・用水は開水路から分水栓を介して入水。農事組合法人と個人農家が連携して管理

表 2 実証地区におけるスクミリンゴガイ防除の課題

実証地区	スクミリンゴガイ防除の具体的な課題
四日市	・スクミリンゴガイは以前から発生していたが、近年増加が目立つ ・（冬期耕起、泥上げ）実施しているが効果が得られているか不明 ・（冬期耕起）耕起作業に時間をかけられない。ロータリーの爪の減りが早い（法人） ・（殺貝剤処理）処理の時期が適期でない、処理しているが夏期には密度が高い ・（浅水管理）水田が多く、きめ細かい管理はできない ・（侵入防止）用排水が分離されておらず、一部が土水路で、水路から侵入しやすい ・（侵入防止）ネットにゴミが詰まるため簡単に着脱したい
松阪	・スクミリンゴガイ対策として殺貝剤を額縁処理してきたが、最近では被害が増加 ・（冬期耕起、泥上げ）実施しているが効果が得られているか不明 前年夏期にダイズを作付けしても圃場内に生存貝が残る ・（冬期耕起）耕起作業に時間をかけられない。ロータリーの爪の減りが早い ・（殺貝剤処理）処理の時期が適期でない、額縁状に処理しているが被害発生 ・（浅水管理）水田が多く、きめ細かい管理はできない ・（浅水管理）圃場内に高低差があり、水深が深くなる部分がある ・（石灰窒素処理）飼料用米で移植前の処理を試験的に行ったところ、殺貝剤よりも効果が高かったため、実施面積を増やしたい

2) 防除体系モデルの検証

（1）移植後 4 週間のスクミリンゴガイ個体数および被害株調査

早期水稻を対象に、四日市地区 3 筆、松阪地区 4 筆において、移植 1～4 週後に毎週調査した。調査定点として畦畔沿いの条で連続した 40 株×4 か所を選定し、被害株調査では、欠株数および傷害株数を記録した。また 2.6 m²（40 株×0.3 m）の個体数を殻高別に計数し、調査時の水深、葉齢、気温、水温（水深 5 cm）を記録した。松阪地区の早期水稻では、8 月 15 日に被害程度の異なる 6 か所において坪刈り収量を調査した。

（2）ドローンによるメタアルデヒド粒剤散布の作業性評価

早期水稻を対象に、四日市地区は水温の上昇に合わせて5月4日に担い手が5haで一括散布し、松阪地区は食害の多いブロック1.4haにおける追加散布（5月26日）として、請負業者が作業した。散布作業時にドローンの設定、作業時間および内容を記録した。

（3）ネット設置による水路からの侵入状況調査

四日市地区の早期水稻において、U字溝2筆、土水路1筆の入水口に4mm目合いのネット袋（55×38cm）を設置した。移植直後から4週間まで、1週間ごとにネット内の生貝数と、雑草等の堆積物の量を記録した。また、5～7月にも一定期間設置して、同様の調査を行った。

（4）実証地区と周辺地域の被害調査

6月2日～3日に、実証地区と地区外を含んだ四日市地区12ha、松阪地区22haにおいて、達観で4段階評価した1筆ごとの被害程度と、水路1mあたり卵塊の発生量を図示した。また、6月8日（松阪地区）と17日（四日市地区）に実証地区を空撮して、被害程度を把握した。松阪地区3筆では7月6日に空撮画像をもとにNDVI値を算出した。

（5）田面の均平化および浅水管理の実施効果

上記の広域での被害調査結果と、レーザーレベラーによる均平化や浅水管理の実施状況を照合して、防除対策としての有効性を検討した。

（6）普通期水稻植え代時の石灰窒素による防除効果

松阪地区の普通期水稻を対象に、6月28日の植え代時にライムソーで粒状石灰窒素20kg/10aを散布した圃場2筆と、6月30日にメタアルデヒド粒剤2kg/10aを田植え同時で全面散布した圃場2筆において、移植1週間および4週後にスクミリンゴガイ個体数と欠株数を調査した。

（7）スクミリンゴガイ防除体系のコスト評価

四日市地区と松阪地区の農業法人に防除作業に要した時間と費用を聞き取り、作業日誌、記帳データをもとに掛かり増し経費を算出した。また、四日市地区の一般生産者には、体系防除の実施状況についてアンケート調査を行った。

3. 調査結果

1) 地域の実情に応じたスクミリンゴガイ防除体系の設計

実証地区での聞き取り調査から、各防除技術について、取り組んでも効果的な方法でおこなっていない、作業が煩雑なため取り組んでいないという課題があったため、予め作業のポイントを説明した上で実証を開始した。

実証地区で実施した防除技術は表3のとおりであり、表4に示したスケジュールで実施した。基本の防除体系「冬期耕起＋農薬散布（粒剤もしくは石灰窒素）＋浅水管理」に加えて、水路の清掃、ほ場の均平化、ネットによる侵入防止を体系的に取り組んだ。

表3 実証地区と実証内容

実証地区	面積	実証内容
四日市	5ha	R2 早期水稻：冬期耕起、水路の清掃、圃場の均平化
		R3 早期水稻：薬剤散布、浅水管理、ネットによる侵入防止
松阪	5ha	R2 早期水稻：冬期耕起、水路の清掃、圃場の均平化
		R3 早期水稻：薬剤散布、浅水管理 普通期水稻：作付前の石灰窒素または薬剤散布、浅水管理

表4 実証地区における体系防除の実施状況

地域・作業者	時期	作業内容
四日市 法人	1～2月	冬期耕起、側溝の清掃 レベラーによる均平処理
	2月	取水口へのネット設置
	4月	薬剤散布：田植同時
	5月	薬剤散布：ドローン散布
		浅水管理：3～4日ごとに入水
四日市 一般生産者 20件	12～2月	冬期耕起(20件/20件)
	3月	側溝の清掃(20件/20件)
	4月	取水口へのネット設置(13件/20件)
	5月	薬剤散布：ドローン散布(20件/20件)
	5月以降	浅水管理：平均4.2日ごとに入水 薬剤散布(10件/20件)
松阪 法人	1～2月	冬期耕起、側溝の清掃
	2月	レベラーによる均平処理
	3月	側溝の清掃
	4月	薬剤散布：田植同時
	5月	薬剤散布：ドローン散布(一部の圃場) 浅水管理：2.4～3.1日ごとに入水

2) 防除体系モデルの検証

(1) 移植後4週間のスクミリンゴガイ個体数および被害株調査

調査圃場で実施された体系防除は表 1-1 のとおりであった。四日市地区では冬期に 2 回の耕起が行われ、入水前の生貝個体数は、各圃場ともに 12 月の調査時よりも減少した(表 1-2)。また、松阪地区でも冬期に 2 回の耕起が行われ、入水前には各圃場ともに生貝が確認されなかった(表 1-2)。

四日市地区の圃場 1 および 2 では、調査期間中に貝の発生が認められず、圃場 1 では被害株はほとんど発生しなかった(表 1-3、図 1-1)。圃場 2 における欠株は、移植後の雑草の発生の影響と考えられた(表 1-3)。圃場 3 では移植 1 週間後から成幼貝が発生し、5 月 4 日の粒剤散布後には個体数の減少が認められたが、移植後 4 週間には急増し、15%の株で欠株を生じた(表 1-3)。

松阪地区では、圃場 1 および 2 では貝が確認されず、被害株は認められなかった(表 1-4、図 1-1)。圃場 3 および 4 では、移植 3 週間以降に成貝数が増加し、欠株および傷害株を生じた(表 1-4、図 1-1)。入水前調査では貝が確認されなかったが、用水路に貝の発生がなかったことから、これらの貝は圃場内で越冬した個体と考えられた。

調査圃場の平均水温は、4 月中には 17℃未満となる時期があったが、5 月以降は常に 17℃以上、20℃前後で推移した(図 1-2)。このことから、5 月以降に水温の上昇によって貝の活動が活発となったために被害が進展したと考えられた(図 1-1、図 1-2、表 1-3、表 1-4)。

卵塊は 5 月上中旬から確認されたが、調査期間中に圃場内で認められたのは成長の進んだ成幼貝のみであったことから、移植後 4 週間における被害は越冬貝によるものと考えられた(表 1-3、表 1-4、図 1-1)。また、本調査から、葉齢が進んだ時期にも被害が進展することが確認され、成貝による加害によるものと考えられた(表 1-3、表 1-4、図 1-1)。

表1-1 調査圃場における体系防除の実績

実証 地区	調査場所	冬期 耕起	メタアルデヒド 粒剤の散布	浅水管理(調査時の水深)	その他
四日市	圃場1	2回	2回(5/4、5～6月)	0.7～4.8cm	入水口のネット設置
	圃場2～3	2回	2回(4/15、5/4)	3～8cm、自動給水装置を設置	入水口のネット設置
松阪	圃場1～2	2回	1回(4/20)	3.7～9cm	均平処理
	圃場3～4	2回	2回(4/23、5/26)	3.8～7cm	圃場3でレベラー処理

表1-2 冬の管理状況と、3月下旬に圃場内および側溝で確認されたスクミリンゴガイの生存個体数(頭/m²、※は単位 頭)

地域	調査場所	12月 生貝	冬の耕起および管理状況					3月・穀高別生存個体数						
			回数	時間(分/10a)	深さ(cm)	馬力	PTO	5～10mm	10～20mm	20～25mm	25～30mm	30mm以上	合計	
四日市	圃場	圃場1	1	2回	1回目70 2回目70	1回目10 2回目15	各25	各4	0	0	0	0	0	0
		圃場2	5	2回	1回目23 2回目23	1回目10 2回目10	各70	各2	0	0	0	1	0	1
		圃場3	16						0	2	1	1	0	4
	側溝	U字溝1	4	側溝の清掃 3/14実施。1～2月 土水路の一部を工事					0	0.03	0.01	0	0.01	0.04
		U字溝2	—						0	0.5	0.2	0	0	0.7
		土水路1	3						0	0.01	0.01	0.03	0.02	0.1
		区外1※	—		調査区外	1	0	2	4	4	11			
		区外2※	—	0		1	1	2	0	4				
松阪	圃場	圃場1	0	2回	1回目37 2回目46	1回目5cm 2回目深耕	1回目97 2回目75	1回目3 2回目1	0	0	0	0	0	0
		圃場2	0						0	0	0	0	0	
		圃場3	14	2回	1回目32 2回目46	1回目5cm 2回目深耕	1回目97 2回目97	1回目3 2回目1	0	0	0	0	0	
		圃場4	3						0	0	0	0	0	
	側溝	圃場1※	11	側溝の清掃 2月後半(2/18～19ごろ)に実施					0	1	0	0	1	2
		圃場3※	19						0	2	2	1	1	6

表1-3 移植後4週間のスクミリンゴガイによる被害株率(%)の推移(四日市地区)

調査場所	1週目(4/27 葉齢3.0)			2週目*(5/4 葉齢4.5)			3週目(5/12 葉齢5.9)			4週目*(5/18 葉齢6.5)			調査時の平均水深(cm)			
	欠株	傷害株	計	欠株	傷害株	計	欠株	傷害株	計	欠株	傷害株	計	4/27	5/4	5/12	5/18
圃場1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6	3.5	4.8	1.0	0.7
圃場2	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	1.9	10.6	0.0	10.6	13.1	1.3	14.4	3.0	5.3	2.8	8.0
圃場3	5.0	13.1	18.1	10.6	29.4	40.0	12.5	28.1	40.6	15.0	41.9	56.9	3.0	4.0	5.0	4.3

欠株は食害などの原因により欠損した株、傷害株は一部の葉に食害痕があった株を示す。卵塊を確認した日に*印

表1-4 移植後4週間のスクミリンゴガイによる被害株率(%)の推移(松阪地区)

調査場所	1週目(4/28 葉齢3.3)			2週目(5/6 葉齢4.7)			3週目*(5/12 葉齢5.7)			4週目*(5/18 葉齢6.7)			調査時の平均水深(cm)			
	欠株	傷害株	計	欠株	傷害株	計	欠株	傷害株	計	欠株	傷害株	計	4/28	5/6	5/12	5/18
圃場1	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.3	1.3	0.0	1.3	1.3	0.0	1.3	5.0	3.7	6.3	4.5
圃場2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.3	1.9	0.0	1.9	9.0	7.7	8.5	4.3
圃場3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.9	3.8	2.5	11.3	13.8	6.5	5.7	4.5	3.8
圃場4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.6	2.5	3.1	10.0	13.1	5.0	7.0	4.0	5.5

欠株は食害などの原因により欠損した株、傷害株は一部の葉に食害痕があった株を示す。卵塊を確認した日に*印

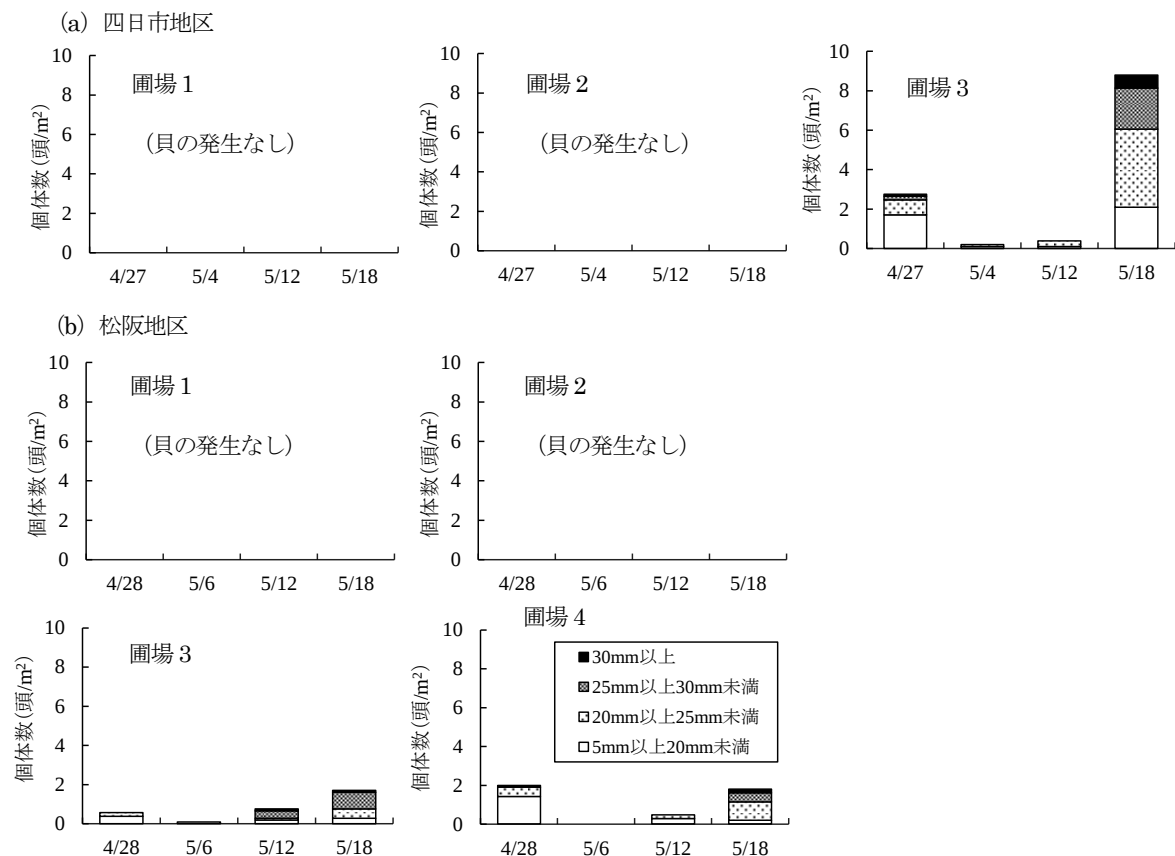
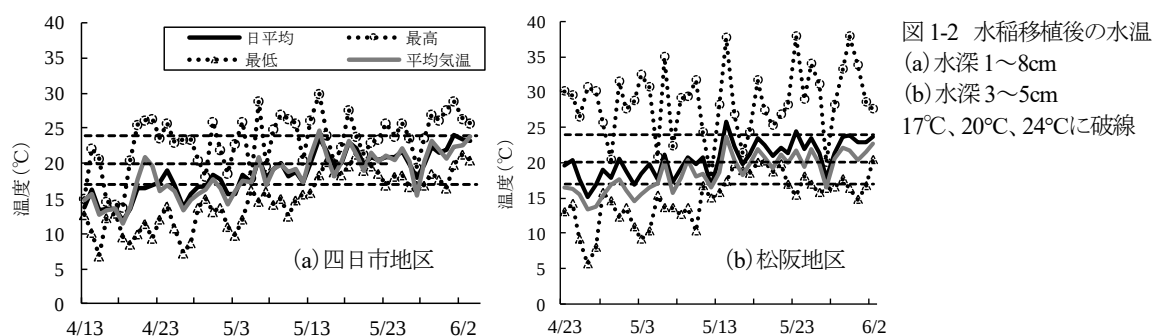


図1-1 移植後4週間における圃場内のスクミリンゴガイ発生量の推移



(2) ドローンによるメタアルデヒド粒剤散布の作業性評価

メタアルデヒド粒剤の全面散布を行うにあたり、本県の 4 月移植水稻では、田植え同時散布よりも、移植後に水温が上昇し、貝の活動が活発になる時期の散布において効果が高い。そこで、効率よく適期散布する手段として、ドローンを用いた広域での散布を検討した。

散布は 1 キロ粒剤用の吐出口を用いて、表 2-1 および表 2-2 のとおり行った。「スクミノン」は粒径が大きく、開度 100%にする必要があったが、「ジャンボたにしくん」の場合は開度 38%に絞ることで想定する落下量とすることができた。

四日市地区では 4 kg/10 a を散布するのに各ブロックを 2 往復する必要があったため、5 ha への散布に合計 4 時間を要した (表 2-3)。一方、松阪地区では 1.4 ha に対して 2 kg/10 a を合計 36 分で散布することができた (表 2-3)。バッテリー 1 個あたり 10 分間飛行可能であるが、四日市地区では、のべ 14 個が必要となり、現状の粒剤散布の仕様では、液剤散布に比べると散布可能な面積が大きく制限されることが判明した (表 2-3)。また、担い手や請負業者からは、繁忙時に熟練した作業者が 4 時間以上拘束されるため、コスト面を考慮すると、5 ha 以上の規模で一斉散布する場合は、無人ヘリコプターによる散布や、複数人の臨時雇用による動力散布機での散布のほうが有利、との感想であった。

表2-1 ドローンによるメタアルデヒド粒剤の散布・諸元

実証地区	散布日	散布面積 (ha)	1筆の規模 (m ²)		農薬	
					商品名	散布量 (kg)
四日市	5/4	5	1000	50m×20m	スクミノン	200 (4kg/10a)
松阪	5/26	1.4	3000	100m×30m	ジャンボたにしくん	28 (2kg/10a)

表2-2 メタアルデヒド粒剤散布時のドローンの設定

実証地区	機種	ドローンの設定					
		吐出口の 開度 (%)	回転数 (rpm)	飛行速度 (km/h)	飛行高度 (m)	散布幅 (m)	10Lタンクに入 れた量 (kg)
四日市	DJI AGRAS MG-1	100	800	13	2	4	8
松阪	DJI AGRAS MG-1	38	800	13	2	4	8～9

表2-3 ドローンによるメタアルデヒド粒剤散布作業の実績

実証地区	作業時間			1haあたり 作業時間	作業回数			主な作業内容と人員
	作業全体	飛行時間	その他作業		農薬の投入	バッテリー交換	移動	
四日市	4時間 (休憩時間除く)	2時間38分	1時間22分	48分	23	14	8	オペレーター1名、合図マン1名、農薬等の運搬3名
松阪	36分	21分	15分	26分	3	4	1	オペレーター1名、合図マン1名、農薬等の運搬1名

その他作業には、ドローンの設定、農薬の投入、バッテリー交換、移動を含む(充電などの、作業開始までの準備時間は含まない)

(3) ネット設置による水路からの侵入状況調査

四日市地区では側溝の清掃が冬期に行われ、土水路であった圃場4は工事が進んでU字溝になった。その結果、移植4週間まではネット袋内に生貝がほとんど確認されず、U字溝、土水路ともに水路での発生は認められなかった(図3-1)。

U字溝である圃場1では7月末から、圃場4では6月中旬から殻高5~20mmの幼貝が捕獲されたのに対して、土水路の圃場5では5月下旬から捕獲された(図3-1)。各圃場ともに、夏期は今年ふ化したと思われる幼貝の捕獲数が急増したことから、ネット設置によってこれらの侵入防止効果が得られると考えられた(図3-1、図3-2)。

ネット袋内には、主に枯死した雑草が堆積しており、畦畔の草刈りに伴うものと思われた(表3-1)。生産者の中には、4mm目合いのネット袋をゴムバンドで取り付けることで、袋内の掃除を簡便にして入水を良好にした事例があった(図3-3)。

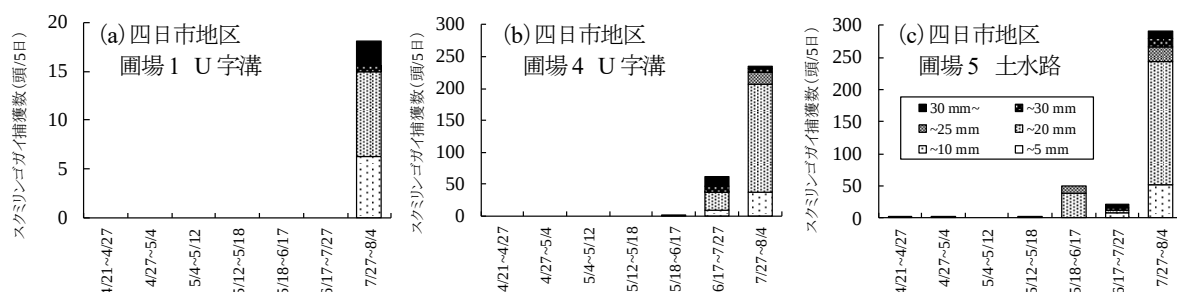


図3-1 入水口に設置したネット袋内で確認されたスクミリンゴガイ生存個体数の推移(5日間あたりの捕獲数に換算)

表3-1 4mm目合いのネット袋内の堆積物の重量(g)

調査場所	4/21~4/27	4/27~5/4	5/4~5/12	5/12~5/18	5/18~6/17	6/17~7/28	7/28~8/4
圃場1 U字溝	5.7	1.0	11.1	14.2	23.1	42.4	42.0
圃場4 U字溝	83.2	41.3	2.9	4.7	42.0	16.3	5.2
圃場5 土水路	22.8	12.2	4.9	17.8	120.9	59.4	13.8



図3-2 6~7月の1か月間にネット内で捕獲されたスクミリンゴガイ(圃場5)



図3-3 生産者がゴムバンドで取り付けたネット袋

(4) 実証地区と周辺地域の被害調査

生産者によると、四日市地区、松阪地区ともに貝の発生量は5月まで比較的少なく推移し、被害は抑えられたが、6~8月には急増し、圃場内に多数の貝が残存した、との感想であった。

広域での被害調査の結果、両地区ともに体系防除を行った実証区域では、慣行防除の実証区域外に比べて「被害なし」の圃場の割合が高かった(表4-1)。また、実証区域の被害発生圃場では、被害度が低く抑えられた(表4-1)。このことから、体系防除によって被害をゼロにすることはできないが、被害程度を軽減する効果があると考えられた。

地区一帯の被害状況を図示することで、両地区ともに被害の大きい圃場の分布に偏りがあることが把握できた（図 4-1、図 4-2）。生産者との意見交換において、四日市地区の場合は幹線道路や線路周辺で被害が大きい傾向があり、水路に土砂が堆積しやすいことが要因では、との意見があった（図 4-1、図 4-2）。また、松阪地区の水路のうち、卵塊の発生量が少ないブロックは、秋冬期に通水してない水路である、との気づきがあった（図 4-1、図 4-2）。

表4-1 実証区域および区域外におけるスクミリンゴガイ被害圃場数

調査地域	調査圃場数	被害度別の圃場数(割合%)					
		被害なし	被害あり				
			合計	被害度1	被害度2	被害度3	
四日市	実証区域	40	23 (57.5)	17 (42.5)	10 (25.0)	7 (17.5)	0 (0.0)
	実証区域外	50	16 (32.0)	34 (68.0)	12 (24.0)	18 (36.0)	4 (8.0)
松阪	実証区域	11	6 (54.5)	5 (45.5)	2 (18.2)	3 (27.3)	0 (0.0)
	実証区域外	51	19 (37.3)	32 (62.8)	26 (51.0)	5 (9.8)	1 (2.0)

4月移植水稻を対象に、6月2～3日に達観評価

被害度1 圃場面積の1/10未満、被害度2 同1/10以上、1/4未満、被害度3 同1/4以上

実証区域は体系防除、実証区域外は慣行防除を実施

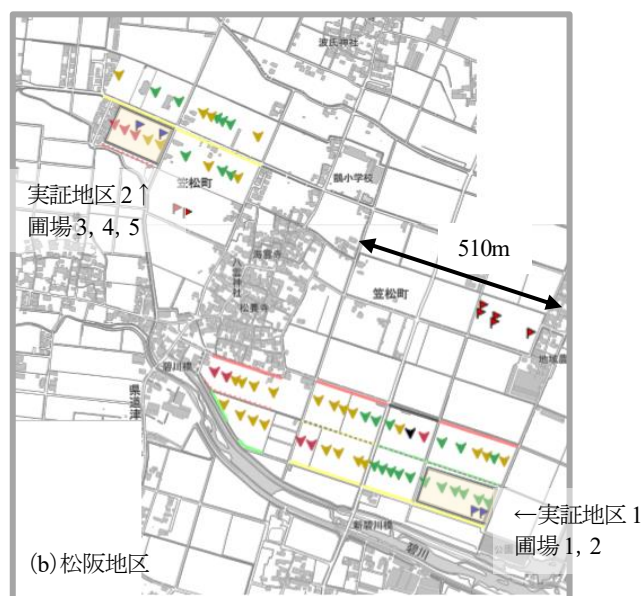
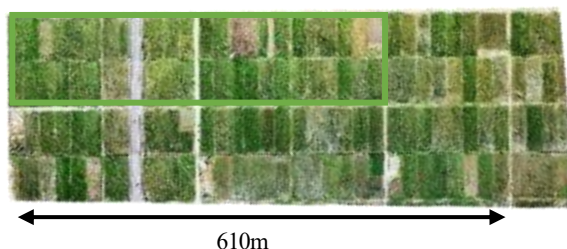


図 4-1 6月上旬における実証地区一帯の被害状況（達観による調査）

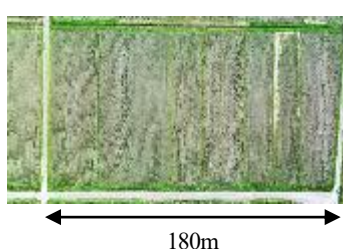
圃場における被害程度
 ▼ 圃場面積の 1/4 以上
 ▲ 圃場面積の 1/10 以上、1/4 未満
 ▼ 圃場面積の 1/10 未満
 ▲ 被害なし

水路における卵塊の発生量
 — 1 個/m 以上
 — 0.1～1 個/m
 — 0.01～0.1 個/m
 — 被害なし

(a) 四日市地区 赤枠が実証地区



(b) 松阪地区 区域 1



(c) 松阪地区 区域 2

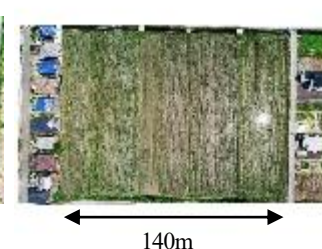


図 4-2 6月上旬における実証地区一帯の空撮画像

(5) 田面の均平化および浅水管理の実施効果

松阪地区では、冬期に高低差の大きい圃場を優先して均平処理を行った。実証地区1では、スクミリンゴガイの発生がなかったため、浅水管理による被害防止効果は不明であったが、均平処理を行った圃場における水深の偏りは、近隣の圃場との差が小さいことが認められた（表5-1）。

松阪地区の被害程度の異なる圃場において、7月上旬にNDVIを測定したところ、茎葉が繁茂した時期であったため、全般に高い値であったが、被害の生じた圃場4および5では、被害の少ない圃場1に比べて低い値を示した（表5-2）。また、圃場5では冬期に均平処理を行ったのに対して、圃場4は均平処理を行っておらず、水深が深い部分が大きく被害を受けて低い値となった（図5-1、表5-2）。被害の大きい株周辺は、欠株の影響で残存株1株あたりの穂数が多くなる傾向にあったが、坪刈り収量は少なくなることが明らかになった（表5-3）。

表5-1 冬期の均平処理が湛水時の水深に及ぼす影響

松阪地区 調査圃場		水深(cm)				標準 偏差	均平 処理
		北1	北2	南1	南2		
ブロック1 (実証地区1)	a	12.0	10.0	10.0	10.5	0.8	実施
	b	10.0	11.0	6.5	6.5	2.0	実施
	c	11.0	6.0	6.0	9.5	2.2	なし
	d	11.0	9.0	8.0	6.5	1.6	なし
	e	9.0	6.0	7.5	8.5	1.1	なし
	f	9.0	7.0	7.0	4.6	1.6	なし
ブロック2	a	2.0	2.0	1.5	3.0	0.5	実施
	b	3.0	2.0	3.5	2.5	0.6	なし
	c	11.0	8.0	5.0	7.0	2.2	なし
	d	9.0	7.0	9.0	9.0	0.9	なし
	e	9.0	9.0	11.5	9.5	1.0	なし
	f	12.0	8.0	10.5	12.0	1.6	なし

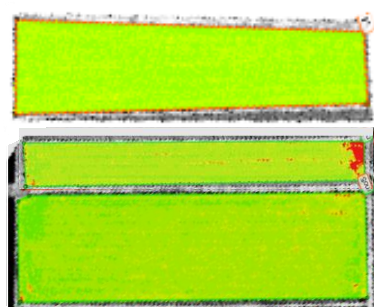


図5-1 被害程度の異なる圃場における7月上旬のNDVI値(0.77cm/pixel、NDVIを10段階で表示。赤色は値が低い部分。圃場5は冬期にレベラー処理を実施)

表5-2 被害程度の異なる圃場におけるNDVIの分布(7月6日現在)

松阪地区 調査場所	NDVI 面積割合(%)							NDVI 圃場平均	NDVI0.45未満 の面積(%)
	0.0～0.4	0.4～0.5	0.5～0.6	0.6～0.7	0.7～0.8	0.8～0.9	0.9～1.0		
圃場1	0.0	0.0	0.0	0.0	48.1	51.9	0.0	0.80±0.09	0.0
圃場4	0.0	5.1	2.8	9.4	69.1	13.7	0.0	0.74±0.04	4.7
圃場5	0.0	0.7	1.1	10.4	77.9	9.9	0.0	0.75±0.05	0.4

表5-3 被害程度の異なる圃場における収穫時の穂数および精玄米重

松阪地区 調査場所	採取位置近辺の NDVI(7月6日)	穂数 (本/株)	精玄米重 (kg/a)
圃場1	0.80±0.10	14.8	47.1
	0.80±0.12	18.0	49.6
圃場4	0.63±0.04	11.4	27.3
	0.68±0.04	29.2	42.4
圃場5	0.65±0.04	20.0	38.9
	0.71±0.04	26.8	38.6

圃場4、5は被害の大きい部分で調査

(6) 普通期水稻植え代時の石灰窒素による防除効果

松阪地区の普通期水稻では、最低水温が常に24℃以上で推移し、早期水稻の調査圃場に比べると、殻高が小さい幼貝が高密度で発生した（図6-1、表6-1）。石灰窒素を施用した圃場における移植1週後の欠株率は、メタアルデヒド粒剤を施用した圃場よりも少なく抑えられたが、移植4週間後には同等となった（表6-1）。

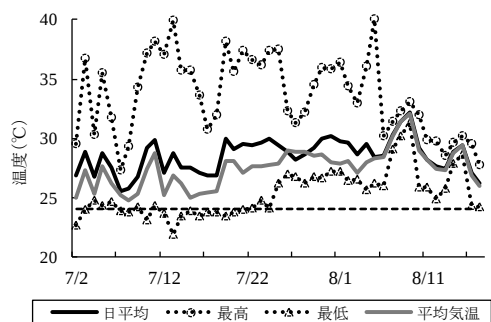


図 6-1 普通期水稻移植後の水温(水深 3～5cm、24℃に破線)



図 6-2 ライムソワーを用いた石灰窒素の散布

表 6-1 前年水稻ーコムギ作後の飼料イネ圃場におけるスクミリングガいの発生量と欠株率

防除方法	松阪地区 調査場所	調査日	殻高ごとの個体数(頭/m ²)					欠株率 (%)	調査時 の水深 (cm)
			5mm以上 20mm未満	20mm以上 25mm未満	25mm以上 30mm未満	30mm 以上	合計		
メタアルデ ヒド粒剤	圃場6	移植1週後 7/7	56.1	2.3	1.1	0.8	60.2	58.1	1.8
		移植4週後 7/26	3.7	0.1	0.1	0.1	4.0	70.0	2.0
	圃場7	移植1週後 7/7	20.5	2.7	0.4	0.0	23.5	66.9	5.0
		移植4週後 7/26	5.9	0.8	0.6	0.1	7.3	68.8	3.5
石灰窒素	圃場8	移植1週後 7/14	-	-	-	-	-	47.5	0.0
		移植4週後 8/5	4.2	3.5	2.5	1.3	11.5	81.3	6.8
	圃場9	移植1週後 7/14	-	-	-	-	-	25.6	0.0
		移植4週後 8/5	3.0	1.7	1.5	0.6	6.8	56.9	4.0

圃場8、9では、移植1週後の水深が0cmであったため、田面に貝の発生が認められなかった

(7) スクミリングガイ防除体系のコスト評価

四日市地区と松阪地区の農業法人に防除作業に要した時間を作業日誌、記帳データ、聞き取りによって調査し、掛かり増し経費を試算した(表 7-1)。

四日市地区の圃場は土水路であることから水路掃除に時間がかかる。また、浅水管理を試行したものの、10 a 区画でかつ減水深の大きい圃場であることから、雑草による減収を防ぎ、かつスクミリングガイ被害の軽減効果を得るためには、相当の管理時間が必要になる。担い手としては、浅水管理は現実的な方法ではないとの意見であったため、実証体系モデルからは除外した。掛かり増し経費については、レベラーとドローンの農機具費が高くなった。また、2 回目の薬剤散布については慣行体系でも行っているが、ドローン散布は3 人を要するため、結果的に作業時間は実証体系の方が多くなる。散布量についても、10 a 区画の圃場であれば、被害の様子を見ながら動力散布機で対応可能であるため、実証体系に比べ散布量を少なく抑えることができ、ドローンを導入するスケールメリットが発揮しにくい状況であった。その結果、四日市地区における実証体系モデルの掛かり増し経費は 11,661 円/10 a と試算された。

松阪地区については、慣行体系と実証体系では、冬期耕起の1 回を増やした以外に作業体系に差がなく、0.6 時間/10 a の増加にとどまった。ドローンによる2 回目の薬剤散布を作業委託で行っているため、その経費が掛かり増し経費のほとんどを占めており、松阪地区の実証体系モデルの掛かり増し経費は 7,874 円/10 a と試算された。30～50 a 区画の圃場であることから、担い手はドローンによる散布のメリットも感じており、適切な時期の防除が可能であれば、十分に導入できる体系と考えられる。

表7-1 実証した法人における体系防除に関する作業時間と掛かり増し経費

(a) 防除作業時間 (h/10a)

防除作業	四日市市		松阪市	
	実証	慣行	実証	慣行
冬期耕起1回目	0.38	0.31	0.6	0
冬期耕起2回目	0.31	0.31	0.72	0.72
均平処理	0.94	0	1.21	1.21
水路の清掃	1.96	0	-	-
入水口の整備	1.68	1.68	-	-
薬剤散布	0.22	0.12	0	0
合計	5.49	2.42	2.53	1.93

(b) 掛かり増し経費 (円/10a)

経費の内訳	四日市市		松阪市	
	実証	慣行	実証	慣行
農業薬剤費 (散布2回目分)	2,558		2,123	
軽油代	893		570	
諸材料費(取水口ネット)	167		-	
ドローン散布委託料	-		3,000	
農機具費	4,022		1,337	
労働費	4,021		844	
合計	11,661		7,874	

3) 研修会等の開催

日程	場所	参集範囲	備考
2021年 6月3日	三重県四日市市 実証圃場	生産者、JA、四日市市役所 30名程度	稲作講習会「スクミリンゴガイの生態 と、三重県の実情に応じた防除体系」 主催：JA みえきた
2022年 1月19日	三重県松阪市 農業大学校およびオンライン	JA指導員、普及指導員、農 薬メーカー、農薬関連団体 等、農業共済、102名	令和3年度植物防疫技術研修会「三重県 の実情に応じたスクミリンゴガイの体 系防除」 主催：三重県病害虫防除所、三重県植物 防疫協会
2022年 2月8日	三重県松阪市 農業大学校およびオンライン	JA指導員、普及指導員、農 薬メーカー、農薬関連団体 等、農業共済、100名程度	令和3年度植物防疫講演会「防除用ド ローンを用いた水稻・ダイズ害虫に対する 農薬散布事例」 主催：三重県植物防疫協会
2022年 3月1日	三重県松阪市 県松阪庁舎	市町担当者、JA指導員等、 30名程度	松阪地域農業振興協議会・スクミリン ゴガイ研修会「スクミリンゴガイの総合防 除体系（仮）」 主催：松阪地域農業振興協議会

4. 考察

本課題では、4月移植水稻および5月移植水稻を対象とした「冬期耕起＋農薬散布（粒剤もしくは石灰窒素）＋浅水管理」の基本の防除体系に加えて、水路の泥上げや入水口へのネット設置、圃場の均平処理などの防除対策を、地域一体で取り組むことにより、大きな被害を抑えることができた。しかし、実施にあたっては技術面やコスト面でいくつかの課題を残した。

(1) 冬期耕起

各生産者ともに2回実施し、それぞれ慣行よりも速度を落として行ったが、作業時間の増加に伴い、掛かり増し経費としての負担が大きいと考えられた。そこで改善点として、「1回目は浅く、時間をかけて耕起し、厳冬期までに実施する」「2回目は作土層を確保して健全な株をつくるため、慣行の深度および速度で耕起を行う」ように指導を行う。

冬期耕起は実証地区だけでなく、今年度は県内の多くで実践され、全般的に前年よりもスクミリンゴガイによる被害が少なかった、という意見が多かった。今年度の12～2月の平均気温は平年よ

りも高かったが、一時的に低温となった時期があり、積算低温量は前年に比べて大きかった（'19年11月～'20年3月の平均気温および積算低温量 四日市地区：9.1℃、311.7℃日、松阪地区：9.7℃、259.0℃日）。このことから、耕起に加えて低温によって貝の死亡率が全体的に高くなったことが影響したと推察された。冬期の積算低温量をもとにした越冬個体の死亡程度の評価は、春期の発生予察の根拠として活用するため、現在検討中である。

（2）メタアルデヒド粒剤の散布

メタアルデヒド粒剤を全面散布する際、作業を効率化するために、松阪地区のように田植同時散布機を導入する生産者もある。しかし、4月移植水稻における水温および貝の活動開始時期を考慮すると、水温の高い年の場合は田植同時散布が有効であるが、今年のように平年並か低い年の場合は散布時期としては早く、残効がなくなる頃に貝が活動して被害を生ずるおそれがある。今後は、適期に散布することを指導するとともに、生産者が移植時期の水温に応じて、散布時期や散布手法を選択できるよう、被害リスク予測情報の検討を引き続き行う。

メタアルデヒド粒剤の全面散布を移植後に行う場合、現在は畦畔から動力散布機で散布する生産者が多いが、前年までの調査で、30aを越える規模の圃場では均一に散布することが困難であった。今回は担い手や請負業者がドローンを用いて、1.4ha～5ha規模の散布を試みた。その結果、全面散布は可能であったが、吐出量が少ないために作業時間やバッテリーが多量に必要となった。今回の結果から、1日にドローンで散布できるのは約2～4ha/60～80分程度が現状であり、規模によっては無人ヘリコプターや臨時雇用による動力散布を選択するほうが有効との意見があった。ドローンは散布適期に応じて柔軟に対応できると期待されるため、今後はメタアルデヒド粒剤が効率よく散布できるような散布装置の開発が望まれた。

（3）石灰窒素の散布

石灰窒素の植え代時処理は、水温と貝の活動時期を考慮すると、県内では5月以降に移植する水稻で有効と考えられた。松阪地区の普通期水稻の実証圃場は、前年夏作に水稻を栽培したためにスクミリンゴガイ密度が高く、11月以降にコムギを作付したが、越冬量が非常に多い状況であったと推察された。そのため、石灰窒素を処理したが生存数が多いために被害が生じたと考えられた。なお、生産者は「石灰窒素は匂いがきついので住宅地に近い圃場では使用を避けてメタアルデヒド粒剤を選択した」とのことであり、指導時には注意喚起が必要と思われた。

（4）浅水管理

浅水管理について、四日市地区の担い手は3～4日に1回の頻度で入水を行ったものの、水位が下がりすぎて0cmになる時があり、活着不良や雑草の繁茂によって初期生育が遅れた圃場があった。また、経営面積が大きいほどきめ細かい管理は難しく、スクミリンゴガイの生息する沿岸地域は水はけのよい壤土質の水田が多いため、水位の維持が難しいと考えられた。今回の結果から、4月移植水稻は低温下にあるため、「過度の浅水は活着不良や除草剤の効果低下を招くおそれがある」ことを合わせて指導する必要があると考えられた。一部の圃場では自動給水装置を試験的に設置したが調整不良のため、効果は不明であった。今後の活用によって作業の効率化を目指したい。

(5) 三重県版スクミリンゴガイ防除体系

三重県の作型別・スクミリンゴガイの基本防除体系

作型	1. 冬期 耕うんによる密度抑制	2. 移植時期 薬剤散布による食害防止	3. 移植後 浅水管理による食害防止
4月移植	厳寒期前の低速浅耕	水温に応じた薬剤の適期散布	薬剤散布7日後～移植3週目に実施
5月移植	+厳寒期の通常耕うんによる 2回耕うん	移植直後の薬剤散布	移植7日後～移植2週目に実施
5月後半以降		移植直後の薬剤散布 または 植え代前の石灰窒素散布	

作型別・スクミリンゴガイの基本防除体系における作業のポイント

防除技術	作業のポイント
1. 冬期 耕うんによる 密度抑制	- 耕うん1回目は、主に大型の貝の破碎目的で行う。 ①田面が硬いときに、②トラクターの走行速度を遅く、PTO 回転を速くして、③厳寒期前に行う（縮葉枯病対策やニカメイガ対策を兼ねて、作付終了後～年内が望ましい）。 - 深さ 6cm 程度の浅耕で効果が高い。 - 耕うん2回目は、主に土中の貝を寒風にさらす目的で行う。 ①厳寒期（1～2月）に、②慣行のトラクターの設定で走行して作土深の確保に努める。 - レーザーレベラーなどを用いて田面を均平にすると、移植後の浅水管理の効果が高くなる。
2. 移植時期 薬剤散布による 食害防止	- 前年に被害が発生した圃場では全面に散布する。 - 殺貝効果、食害防止効果ともに、貝の活動する環境において使用することで効果が得られる。 4月移植水稻では、移植時期の気温が平年より高い年に被害が発生しやすい。移植後3週間までに、水温 17℃を安定して越える時期を目安に、貝の活動を確認してから散布する。 5月以降に移植する水稻では、水温が概ね 17℃以上となり、移植直後から被害が発生するため、移植時の散布で効果が高い。 - 散布手段として、動力散布機、田植え同時散布機のほか、防除用ドローンも利用できる。 5月後半以降に移植する水稻では、水温が 20℃以上であり、湛水すると貝が水中に現れるため、植え代前の石灰窒素散布が有効である。
3. 移植後 浅水管理による 食害防止	- 薬剤散布後7日間の止水期間のあとから開始する。 - 被害を受けにくい5～6葉期になるまで、水深 4cm 以下を維持する。4月移植水稻は移植3週後、5月以降に移植する水稻は移植2週後を目途に行う。 - 水位が極端に低くなると、除草剤処理の効果が低下することで、雑草の繁茂の原因となる。また、4月移植水稻では活着不良の原因となる。適切な水位を維持して、初期生育の確保に努める。

今回の検証の結果から、三重県版のスクミリンゴガイ防除体系を表のとおり、水稻の作型ごとに策定して作業のポイントをまとめた。本防除体系は、技術面、コスト面ともに、三重県の営農条件に即したものであり、担い手も一般生産者も実施可能と考えられた。今後は、実証を行った四日市地区、松阪地区のように、同一水系の地域が一体となって、体系防除を継続して実施するよう指導を推進する。

5. 今後の課題

移植時期の薬剤散布について、生産者が散布の要否や散布時期の判断を行うために、今後は気象データを利用した予測技術の開発を行い、発生予察情報として発出する。

6. 成果の公表及び特許

今回の実証結果をもとに、三重県版スクミリンゴガイ防除マニュアル（仮）を作成し、2022 年作から指導できるように、県内の指導機関に対して配布する。