

スクミリングガイの生態と防除

佐賀県植物病虫害防除所 ^{しょう} 菅 ^ぶ 蒲 ^{しん} 信 ^{いち} 一 ^{ろう} 郎

はじめに

スクミリングガイは、1981年に増殖を目的として人為的に外国から導入され、その後各地で野生化した貝である。本貝が1週間で最高100m以上遡行し、500m以上流下した放流追跡調査事例（小澤・牧野，1989）が示すとおり、貝は水路や河川に侵入すれば急速に生息域が拡大する。九州北部に位置する佐賀県においては、現在でも用排水路に沿って年々発生は拡大している（表-1）。貝が既に侵入した地域では、決め手となる防除対策に欠け、対応に苦慮している。本文では佐賀県で行った貝の生態調査、防除試験の結果を紹介し、現在までの知見をとり

まとめた。低コスト技術として期待されている湛水直播栽培では被害がきわめて大きく、現在のところ十分な防除対策が確立していないため、今回は通常の移植栽培下での貝の生態と防除を紹介する。

なお本稿をまとめるに当たり、ご助言と校閲を賜った熊本県農業試験場清田洋次部長、静岡県農業試験場小澤朗人副主任、海外の文献を送付いただいた九州農業試験場和田節博士の各位に厚くお礼申し上げる。

I スクミリングガイの生態

1 スクミリングガイの形態

スクミリングガイは、分類学上は軟体動物腹足類のリングガイ科に属し、日本在来の4種のタニシ（タニシ科）とは形態が大きく異なっている。広い殻口を有し、殻頂部はすくんでおり、全体にリング球状型をしている。水中では、えら呼吸および肺呼吸の両方を行い、水中に溶けている酸素量によって呼吸法を使い分けられていると思われる。落水中の乾燥した環境下では、口蓋を閉じて嫌気性呼吸を行う（張，1985）。

2 スクミリングガイの増殖

スクミリングガイは雌雄異体であり（兼島ら，1986）、交尾は3～4時間続く（FAO and Department of Agriculture, 1989）。産卵可能な雌貝は殻高約2.5～3cm以上である（兼島ら，1986）。数十～数百の卵からなる鮮紅色の卵塊を水面より上の場所に産みつけ、8～9月の好適条件下では2～3日間隔で産卵し、年間総産卵数は2,400～

表-1 佐賀県におけるスクミリングガイの年次別発生の推移（7月上旬調査）

年次 (年)	発生市町村数		発生 水路の距離 (km)	発生 水田面積 (ha)
	水田内	被害発生		
1985	8	3	—	18
1986	—	—	—	5
1987	—	7	—	303
1988	—	5	—	834
1989	13	5	201	1,282
1990	13	5	313	1,982
1991	19	13	559	2,920
1992	20	13	664	4,762
1993	23	14	875	6,439
1994	28	15	1,184	8,885
1995	30	21	1,644	9,974

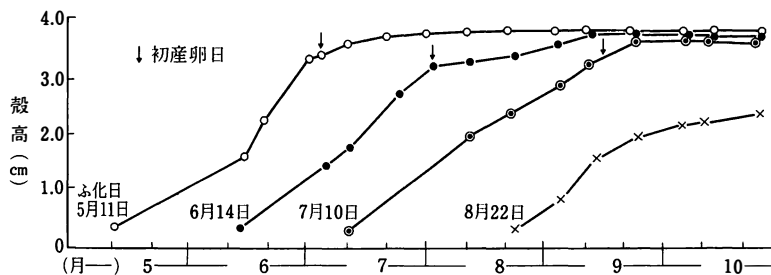


図-1 スクミリングガイの殻高の推移（清田，1986）。
コンクリート枠での野外飼育。

8,600 卵粒にもなる(宮原ら, 1986 b)。卵胎生(子は親の体内で稚貝にまで成長)である日本在来のマラニシ(4~5 年生)の, 年間 50~60 個(樽松, 1984)に比べ極端に繁殖力が高い。卵は約 2~3 週間でふ化, ふ化直後は殻高 2~3 mm であるが, 温度条件等がよければ約 2 か月で殻高 3 cm の成貝になる(宮原ら, 1986 a; 清田, 1986)(図-1)。さらに成長すると殻高 5 cm 以上にもなり, 用排水路では殻高 7 cm 近い大型の貝もみられる。張(1985)は貝の寿命を 3~5 年とし, ESTEBENET and CAZZANIGA (1992)は, 最高で 49.5 か月生きたと報告している。

3 スクミリングガイの発育と温度

スクミリングガイが安定して生存できる水温は約 10~35℃の範囲といえる(表-2)。関東以南地域では, 気温域がこの水温域に比べて広いが, 貝が生息している。これは貝の生息場所である土中, 水中の温度が, 概して冬期は最低気温より高く, 夏期は最高気温より低いこと, あるいは 1 日のうち気温の極値は短時間であることなどの理由による。日本在来のマラニシは 15℃以下(特に 10℃以下)または 30℃以上になると土中に潜る(樽松, 1984)。スクミリングガイは日本在来のマラニシ(ヒメタニシ)に比べると低温耐性は低い(小澤・牧野, 1988)が, 本貝も 14℃以下になると泥中に潜る貝が増える傾向が見られる(大上, 1986)。また筆者は 8 月の日中の高温時の水田で, 貝が土中に潜っているのを観察している。

表-2 スクミリングガイと日本在来のマラニシの各温度域での発育

スクミリングガイ	
すべて死亡する低温条件	-6℃(約 1 日) -3℃(約 3 日) 0℃(20~25 日) 5℃(7 日) ^{b)} 5℃(4 日) ^{c)}
発育限界温度	約 10℃ ^{b)}
危険水温	約 10℃ ^{c)}
休眠状態	14℃以下 ^{c)}
活動停止	17℃以下 ^{d)}
発育適温	24~28℃ ^{d)} 25~30℃ ^{b)}
すべて死亡する高温条件	40℃(7 日) ^{b)} 40℃(2 日) ^{e)}
日本在来のマラニシ	
土中に潜る温度	10~15℃以下 30℃以上
発育適温	25~26℃
死亡する気温条件	約 40℃

^{a)}: 大矢ら(1987), ^{b)}: 兼島ら(1987), ^{c)}: 大上(1986), ^{d)}: 張(1985), ^{e)}: 西内(1984), ^{f)}: 樽松(1984). a)は湿った土壌内での恒温条件. b)~f)は水中の温度。

4 スクミリングガイの摂食活動

張(1985)は, ふ化直後の幼貝は水中の浮遊生物を摂って成長するとし, FAO and Department of Agriculture(1989)は, 若い貝は藻, 水気が多い植物, 柔らかい葉を食べるとしている。本貝はイネ稚苗よりキャベツやジャガイモを好んで食べ, 柔らかい植物のほか魚やミズなどの死骸等の動物質のものも好む(大矢ら, 1986)。水田ではイネのほか餌がほとんどないため, 柔らかい苗が食害されるが, その期間は移植後から約 3 週間である。特に浸冠水を受けやすい水田や深水田では, 貝の発生が多く摂食活動も活発なため, 被害が多い。大矢ら(1986)によるとイネを加害するのは殻高 1.5 cm 以上の貝であり(表-3), 水温 15~35℃の範囲で摂食活動が可能で, 水温約 30℃で最も摂食量が多くなる。また摂食量は殻高の 3 乗に比例して増加するとし, 貝の殻高から稚苗食害本数を求める回帰式を設定している。矢野・中谷(1989)は, 殻高 15~20 mm の貝を密度を変えて放飼し, その後のイネの収量との関係を調べ, 田植え直後の貝密度が m² 当たり 3 個体以上になると収量に悪影響を及ぼすとしている。廣田・大木(1989)は, 殻高 2~3 cm の貝が m² 当たり 2 個体で, 稚苗の約 60%の株が欠株となった被害事例を報告している。LITSINGER and ESTANO (1993)は, フィリピンにおける水田で, 貝(1.5 cm 以上)が m² 当たり 2 個体より多いか少ないかで, 被害を受ける危険度および防除対策が異なるとしている。

5 スクミリングガイの越冬

スクミリングガイは関東地方以南の多くの地域で越冬が認められている。越冬率は冬期の低温の程度により大きく異なるが, 落水後の水田ではわらの下や土中, 用排水路では橋の下, 土管の中, 生活排水や産業排水の温水が流れ込む場所等で越冬生貝が見られる。わらを除去した水田よりわらを放置した水田, 水のない用排水路より

表-3 殻高別スクミリングガイのイネ苗食害力
(大矢ら, 1986 を一部改変)

殻 高 (cm)	供試イネの大きさ						
	葉齢	1	3	4	5	6	7
	莖数(本)	1	1	1	1	2.5	3.5
	草丈(cm)	9.5	17.0	23.2	30.3	38.7	47.6
0.9±0.1		×	×	×	×	—	—
1.3±0.1		□	□	□	×	—	—
1.6±0.1		○	○	○	×	—	—
2.1±0.1		○	○	○	○	—	—
2.6±0.1		○	○	○	○	—	—
3.2±0.1		○	○	○	○	○	○

×: 摂食不可, □: 一部摂食可, ○: 摂食可能

表-4 各地の水田内でのスクミリングガイの越冬状況

調査地	調査年次	越冬生貝率	備 考	引 用
福 岡 県	85～86	0～20 %	寒冬年，殻高 10～40 mm	大矢ら(1987)
栃 木 県	86～87	約 10 %		鈴木・福田(1988)
熊 本 県	85～86	約 30 %	寒冬年 2～3月の気温が低い	清田(1988)
〃	86～87	約 60 %		
〃	87～88	約 30 %		
静 岡 県	87～88	約 90 %	わら放置水田 水田	小澤・牧野 (1988)
〃	〃	60～70 %		
千 葉 県	87～88	20～30 %		廣田・大木(1989)
和歌山県	88～89	67～83 %	殻高 5.1～25 mm	矢野・中谷(1989)
佐 賀 県	94～95	約 75 %	わら放置水田，殻高 6 mm 以上	菖蒲(1995)

ほとんどの貝が死亡する土壌表面の貝は調査対象から除外。

表-5 殻高を異にするスクミリングガイの越冬生貝率

1995 年，佐賀県佐賀郡 ^{a)}			1989 年，和歌山県和歌山市 ^{b)}		
殻高 (mm)	2 月 22 日		殻高 (mm)	4 月	
	個体数 (個)	生貝率 (%)		個体数 (個)	生貝率 (%)
3.1～6	342	14	5 以下	47	0
6.1～10	113	73	5.1～10	59	27
10.1～20	33	100	10.1～15	49	67
20.1～30	6	17	15.1～20	42	83
30.1～40	2	0	20.1～25	9	67
			25.1 以上	15	47

^{a)}：冬期作付なし，わら放置田，^{b)}：矢野・中谷(1989)より引用。

水のある用排水路，硬い土壌より柔らかい土壌，土壌表面より深いところでそれぞれ貝の越冬率が高い（清田・奥原，1987）。気象条件や圃場条件によって多少の差はあるが，近年の暖冬傾向により，貝は水田でも高い生存率を保って越冬している（表-4）。ただし 1995～96 年は全国的に寒冬年であり，降水量も少なかったことから，越冬率はやや低いと予想される。さらに貝の大きさ別の越冬生貝率は，1～2 cm の貝と比較して，殻高 5～10 mm 未満の貝が低く（清田・奥原，1987；小澤・牧野，1988；矢野・中谷，1989；菖蒲，1995），約 3 cm 以上の貝の越冬生貝率も低い（清田・奥原，1987；大矢ら，1987；鈴木・福田，1988，廣田・大木，1989，矢野・中谷，1989）（表-5）。小澤・牧野（1988 b）は，積算温量から越冬貝の死貝率の推定を試みている。

6 スクミリングガイの水田での発生消長

スクミリングガイの水田での貝密度の推移を 1995 年に佐賀県で調査した結果，入水 3 日後から移植約 5～10 日後にかけて増加した（図-2）。さらに夏期には急激に貝

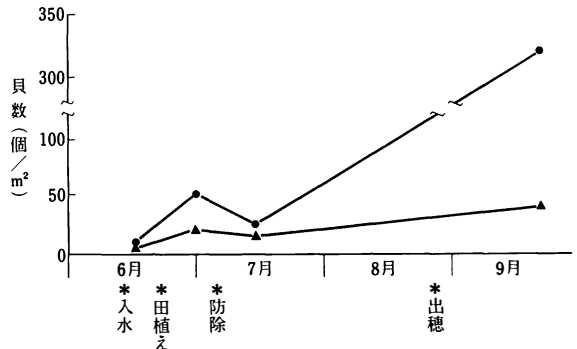


図-2 スクミリングガイの水田での貝密度の推移（1995 年，佐賀県鳥栖市）。

●：取水口周辺，▲：圃場全体。6 月 20 日移植，品種ヒノヒカリ，7 月 6 日に IBP 粒剤を散布。2 圃場を 2 地点ずつそれぞれ 4 m² 調査。

数が増加した。入水 3 日後からの増加については，調査圃場では取水口に網を設置しており，この期間の水田での増加は，土中での水田内越冬貝が少しずつ地表面へ浮上してきたためと考えられる。大矢ら（1987）は，移植約 30 日後まで貝が土中から経時的に水田内に現れてくるとし，清田（私信）は入水～入水 21 日後にかけて土中から貝が出現するとしている。貝が自力で土中へ潜る深さは比較的浅いが，裏作栽培時や田植え前の機械耕起により，貝が土中深くに埋め込まれ，田植え後の貝の地表への浮上が起こると思われる。夏期に貝数が急激に増加したのは，水田内で大量にふ化した稚貝によるものである。

水田での貝の活動期間は，水田内に水がある田植え期以降の約 3 か月間である。1994 年の佐賀県の水田内での調査結果を基に，貝をその大きさによって①～⑦に区分した（図-3）。6 月 15 日は大きさ約 10 mm のグループ③

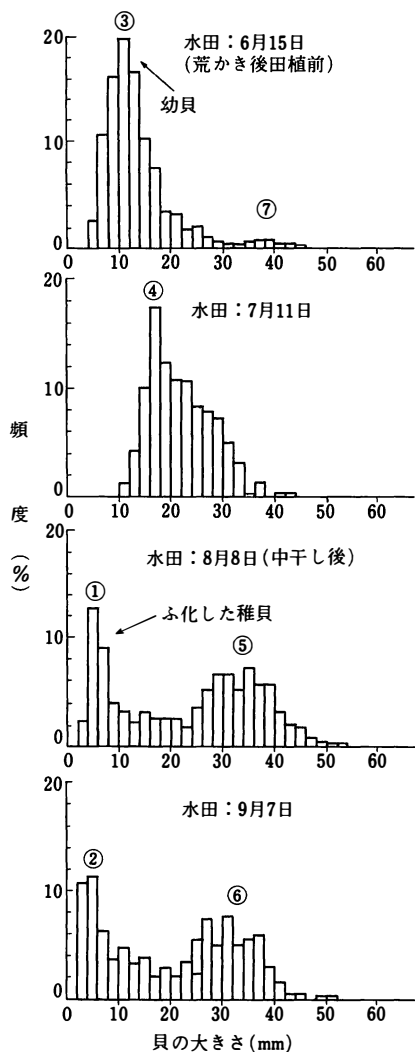


図-3 水田内での貝の大きさの消長
(1994 年, 佐賀郡川副町)

と約 40 mm のグループ⑦, 以下 7 月 11 日は約 20 mm の④, 8 月 8 日は約 6 mm の①と約 30 mm の⑤, 9 月 7 日は約 6 mm の②と約 30 mm の⑥のグループの大きさの貝がそれぞれ多かった。これは 1988 年に静岡県で行われた調査結果 (小澤・牧野, 1989) とほぼ一致した。これらの貝は「①夏に卵塊から大量ふ化した稚貝。②～③幼貝の状態越冬した一年越冬貝。④～⑤入水後活動を始めて夏に成貝に成長した一年越冬貝。⑥～⑦再び越冬して大型の貝に成長した二年越冬貝」とそれぞれ推定される。以上より外部侵入がない水田では, 貝の発生源は夏期に水田で大量にふ化する稚貝であり, これらの越冬貝が翌年以降被害を及ぼすと言える。また水田では用排水路に比べ貝の活動期間が短いことや, 耕起による物理的破壊のため, 大型の貝が少ないと思われる。

Ⅱ スクミリングガイの防除

1 耕種的防除法

(1) 侵入防止対策

スクミリングガイの発生源は主に水田での越冬貝であるが, 水路に隣接した一部の水田では, 取水口や畦からの侵入もみられる (小澤・牧野, 1989 a)。取水口に設置した網に貝が捕獲される水田では, 取水に伴う稚貝・幼貝の侵入が見られることを示すものであり, 侵入防止対策を十分に行う。方法の一つとして, 網目 5 mm 以下の網を取水口に設置し, できればゴミ詰まり防止のため水路側にもやや粗い網をはる。降雨などで浸水しやすい水田では, 畦をできるだけ高くして貝の水田への侵入を防止する。佐賀県で 1995 年に行った網 (約 5 mm 目) 設置の調査では, 生貝の水田への侵入はほとんどみられなかった (表-6)。ただし静岡県では, 取水口に設置した 6 mm 目の網に, 入水から落水までに 4,000 個体以上の貝が捕らえられた事例 (小澤・牧野, 1989) もあり, 取水口からの貝の侵入は, 地域 (水田) により大きく異なると思

表-6 取水口に設置した網にかかった貝数(1995 年, 佐賀県)

調査地区	網設置日	移植日	圃場 No.	設置網にかかった貝数 ^{a)}		
				6 月 15 日	7 月 12 日	9 月 8 日
東与賀町	6 月 6 日	6 月 20 日	圃場 1	0 個		
			圃場 2	127.5 個(死貝)	0 個	0 個
			圃場 3	1 個(死貝)		
				6 月 16 日	7 月 13 日	9 月 19 日
鳥栖市	6 月 12 日	6 月 20 日	圃場 1	11 個(死貝)		
			圃場 2	7.5 個(死貝)	0 個	0 個
			圃場 3	2 個(死貝)		

^{a)} : 7, 9 月の貝数は達観調査。

われる。台湾 (MOCHIDA, 1991) やフィリピン (FAO and Department of Agriculture, 1989) でも取水口等への網の設置は奨励されている。

(2) 食害防止対策

1) 移植時期

福岡県では、5月下旬、6月上旬に貝による被害をわずかに認めた事例を除くと、被害のほとんどは、6月後半移植の水稲で発生している (山中, 1988)。水温と貝の活動との関係から、苗の移植時期が早いほど貝の被害が少ないことから、被害が慢性化している水田では、移植時期を早めることが有効である (表-7)。

2) 移植苗の大きさ

昭和40年代から現在まで、稚苗による機械移植が主流であり、近年は箱育苗の省力化から乳苗移植の試みが一部で行われている。一方で貝による被害は移植苗が大きいくほど少ない。中苗、成苗では所要苗箱数が増えるが、貝の発生が多い水田では中成苗移植による被害回避に努める。

3) 水管理

小澤ら (1988a) は、水深が4cmを越えると急激に被害が進むため、圃場水深をこれ以下に保ち、畦畔板等を使用して水深が7cm以上の深水の場所を作らない浅水管理が有効としている。水管理を有効に実施するために、圃場を均平にし、作溝も有効である。溝の間隔は2~3m、深さ5cm、幅10cm程度とする。フィリピンでは貝を特定の場所に集めるため、水田内に深さ3~5cmの水平な溝をつくることを奨励している (FAO and Department of Agriculture, 1989)。ただし浅水もしくは落水管理を行うと、除草効果が劣る場合があるので、移植前後処理剤と後期剤を組み合わせた体系除草が必要である。

4) 貝、卵塊の捕殺

貝、卵塊の捕殺は確実ではあるが、労力の問題がある。フィリピンでは卵塊の捕殺を容易に行うために長さ1

m、幅2~3cmの棒を3~4m間隔で設置することを奨励している (FAO and Department of Agriculture, 1989)。日本では労力の問題があり、水田内の貝数の簡易推定としての利用を考えても、水田内の卵塊数と貝の個体数との間には明瞭な相関は見られない (平井ら, 1986) ため、本技術の日本での普及性は低いと思われる。

(3) 刈り取り後防除対策

稲刈り取り後は、冬季の耕起が有効である。裏作に作物の栽培をしない場合は、1月末から2月上旬を中心に浅く細かく耕して、越冬中の貝を寒波にさらし、殻に傷をつけ死亡率を高める。ただし耕起の時期が早いと地表面にいる貝を土中に埋め込むことになり、かえって越冬生存率を高める可能性がある。また耕起の時期が遅くなると気温の上昇のため効果が低下する。稲わらや切りわらの下は好適な越冬場所となるので早めに除去する。台湾では、貝の被害が深刻な水田での稲わら焼却を防除対策の一つにしている (MOCHIDA, 1991)。ただし山中 (1988) によると、稲わら焼却による地表面上の貝の死貝率は約35%と低く、さらに越冬源となる地表下の貝に対しては稲わら焼却の効果を全く認めていない。また土作り運動の一環として稲わらのすきこみを奨励している点からも、本防除法の日本での普及性は低いと思われる。

(4) 用排水路防除対策

発生源となる用排水路では、泥土あげや雑草除去を地域全体で行う。用排水路の壁面に産卵された卵塊の除去作業は、貝密度低減に有効である。ただし水田の排水時に圃場密度の約7%の貝が排水路に移動した事例もあり (清田, 1987)、水田から用排水路へ移動する貝にも注意が必要である。また越冬生貝率を低下させ、貝の成長と増殖 (産卵) を抑えるため、秋から春にかけての用排水路の不要水はできるだけ落水する。

2 化学的防除法

スクミリングガイに登録のある農薬は、石灰窒素、IBP

表-7 移植時期の違いによるスクミリングガイの被害 (1995年, 佐賀郡東与賀町)

試 験 圃 場		水田内の貝密度 (個/m ²) ^{a)}			苗の被害度 ^{c)}	
		6月8日	6月15日	9月8日	6月15日	7月12日
6月10日移植	圃場全体	0.5	0.2	138	0	0
	取水口周辺	1.6	6.8	350		
		6月15日	6月27日	9月8日	6月27日	7月12日
6月20日移植 ^{a)}	圃場全体	1	10	38.5	49.8	(補植)
	取水口周辺	3	10.5	450		

a) : 6月25日にIBP粒剤を散布 b) : それぞれ2地点の4m²を調査

c) : 水深が深い地点を調査。被害度 : (一部食害株数 + 半数食害株数 × 2 + 全部食害株数 × 4) ÷ 調査株数 (100株) ÷ 4 × 100

粒剤、カルタップ粒剤、ベンスルタップ粒剤、エチルチオメトン・チオシクロラム粒剤の 5 剤である。これら以外の未登録農薬、資材は環境保全の面からも絶対に使用してはならない。また登録薬剤であっても、魚貝類への影響等を考慮して、水田への施用後は用排水路への流亡を防ぐ。登録農薬の中で効果の高い殺貝性を示すのは石灰窒素である。田植え前処理の場合、水田に取水し約 3 日湛水を保った後、石灰窒素を散布し、その後 3 日以上湛水する。石灰窒素の施用の際は、手袋、マスク等を着用し、施用後約 10 日を経て田植えをしないと薬害の恐れがある。元肥以降の窒素施用量にも注意する。イネ刈り取り後処理の場合、水温 15℃以下で殺貝効果が低下する(牧野・小澤, 1987; 林ら, 1988) ため、10 月下旬までに処理を行う。佐賀県では、このイネ刈り取り後の石灰窒素の施用を乗用管理機等を用いて試験的にを行い、防除効果および実用性を、現在検討中である(表-8)。IBP 粒剤は、ある程度殺貝効果を示す。本剤は水温 20℃以上での施用が望ましく、効果を高めるため処理後水深を 3 cm 程度の浅水にする(林ら, 1990)。小澤ら(1990)によると、漏水田では殺貝効果が劣り、森ら(1990)は殺貝効果を得るためには、処理後 2 日以上、できれば 3 日間の湛水状態を保つことが必要としている。今後は移植直後～移植後 3 週間の中で最も効果的な処理時期を、除草剤の処理時期、貝の土中からの浮上時期など考慮したうえで詳細に検討する必要がある。参考までに本剤の夏期散布の防除効果が試験的に検討され(小澤ら, 1990; 菖蒲, 1995)、ある程度の殺貝効果は認めているが、翌年以降の被害軽減対策としてはさらに検討が必要である。カルタップ粒剤、ベンスルタップ粒剤、エチルチオメトン・チオシクロラム粒剤は食害防止効果を示すが、いずれも防除効果は不十分である。これらの粒剤を使用する場合は効果を高めるために、浅水管理を併せて行う。なお薬剤防除の基礎資料とする目的で、IBP 粒剤を用いて貝の大きさ別の防除効果の検討を行った結果、大型の貝に対する防除効果が高い傾向が見られた(表-9)。稚貝に対する防除効果は、小澤ら(1990)の報告とはやや異なり今後の

表-8 イネ刈り取り後のスクミリングガイに対する防除効果 (1995 年, 圃場試験^{a)})

薬剤	10 a 当たり 処理量	防除効果		
		個体数 (個)	死貝数 (個)	死貝率 (%)
粒状石灰窒素	20 kg/10 a	262	212	80.9

^{a)} : 佐賀県鳥栖市、イネ刈り取り後の 10 月 21 日に乗用管理機を用いて湛水状態で施用。

検討を要する。他の薬剤については、パダン粒剤とメタアルデヒド剤(農薬未登録剤)で、多少様相が異なるが、殻高 16 mm から 25 mm の貝で感受性が低く、殻高 30 mm 以上の貝で薬剤感受性がやや高い傾向にあった(宮原ら, 1987)。一般的に大型の貝は薬剤に対して相対的に弱いと思われる。

3 生物防除法

アヒルやスッポンはえづけを行うとスクミリングガイを食べるため、用排水路などで貝の密度低減対策のために利用された。佐賀県では、現在でも用排水路にスッポンを放流し、貝の密度低減を検討している地域がある。コイやフナなどの淡水魚も小さな貝を食べることができる。台湾では約 10 年前に Black carp と Common carp という 2 種類のコイのなかまを百万匹以上放流したが、実用性は認められていないらしい(MOCHIDA, 1991)。ヘイケボタルの幼虫は 1 cm 以下の貝を食べることができるため、岡山県ではホタルの幼虫を用水路へ放流して貝の密度低減が検討されたが、成功していない(近藤・田中, 1989)。静岡県では水田に生息する大型ヒル類の一種であるウマビルが成貝を食べるのが確認されている(小澤ら, 1989)。サギなどの水鳥やイタチが貝を食べるとの報告もある。FAO and Department of Agriculture (1989)によると、アリ、クモ、ネズミ、トカゲも天敵であり、特にアリの一種である Red ants は貝の卵の潜在的な天敵とされている。以上のような生物(天敵)により、ある程度貝の密度が抑制されると思われるが、いずれもそれだけでは実用的な防除技術としては確立していない。

4 物理防除法

銅資材は、スクミリングガイに対する産卵防止効果が

表-9 殻高を異にするスクミリングガイに対する IBP 粒剤の防除効果(菖蒲, 1995; 小澤ら, 1990)を一部改変

殻高 (mm)	死貝率(%) ^{a)}	殻高 (mm)	死貝率(%) ^{b)}		
	15,000 倍		4,000 倍	8,000 倍	16,000 倍
5~9	17.5	2	100	100	45
10~14	15.2	10±2	100	90	35
15~19	13.2				
20~24	25.0	20±2	85	20	10
25~29	95.7				
30~34	70.6	30±2	100	70	40
35~39	88.0				
40~44	84.6				

^{a)} : 1994 年, 9 月 4 日に野外でワグネルポットを用い、通常施用の半分の処理量で実施。

^{b)} : 1989 年, 6 月下旬に約 24℃の恒温条件でピーカーを用い実施。

あり、銅網、銅板、銅テープを設置した排水路では、産卵防止効果が認められている(清田, 1989)。佐藤ら(1995)は、電気工学の立場で、水中に交流電圧を瞬時に加えることにより貝の摂食活動、繁殖活動の抑制することを検討しており、さらにその他の電氣的駆除方法の研究を予定している。

おわりに

新たに貝が侵入した初発地では、徹底した防除による完全撲滅を目指す必要があるが、すでに分布が拡大し、撲滅が困難な地域では、撲滅より被害軽減のための密度管理を考えるほうが現実的と思われる。画期的な防除対策がない現在、必要と思われる耕種の防除法は確実に実施し、化学的防除法は安全使用基準を厳守し実施する。海外で行われたスクミリングガイのワークショップ(ICLARM and FAC/CLSU, 1989; RICE IPM NETWORK, 1991)でも総合的な防除方法が重要視されている。海外の一部ではスクミリングガイ等を雑草防除に利用している(CAZZANIGA and ESTEBENET, 1985)。日本でも同様の方法が検討されているが(大隈, 1992)、できるだけ大きな苗を移植するのが前提条件であり、省力栽培技術として期待されている直播栽培や乳苗移植栽培での貝の利用は望めない。九州、中国地方などでは、スクミリングガイの生態の解明と個々の防除方法の効果を再度検討中であるが、今後は天敵の探索を含めた、長期的展望に立った試験研究の推進が強く求められている。

引用文献

- 1) CAZZANIGA, N. J. and A. L. ESTEBENET (1985): *Malacologia* 13: 1, 23~39.
- 2) ESTEBENET, A. L. and N. J. CAZZANIGA (1992): *Malacological-Review* 25: 1~2, 1~12.
- 3) FAO(The Food Agriculture Organization of the United Nations) and Department of Agriculture (the Philippine Department of Agriculture) (1989): *Integrated "Golden" Kuhol management*, pp. 41.
- 4) 林 嘉孝ら (1988): 九病虫研会報 34: 121~123.
- 5) ———ら (1990): 同上 36: 113~115.
- 6) 平井剛夫ら (1986): 同上 32: 88~91.

- 7) 廣田龍司・大木 浩(1989): 関東病虫研報 36: 212~213.
- 8) ICLARM (INTERNATIONAL CENTER FOR LIVING AQUATIC RESOURCES MANAGEMENT) and FAC/CLSU (FRESH WATER AQUACULTURE CENTER) (1989): *Summary Report of Workshop on the Environmental Impact of the Golden Snail on Rice Farming Systems in the Philippines*, pp. 34.
- 9) 兼島盛吉ら (1986): 九病虫研会報 32: 101~103.
- 10) ———ら (1987): 同上 33: 110~112.
- 11) 清田洋次 (1986): 昭和 60 年度九州農業試験研究成績・虫害関係.
- 12) ———・奥原國英(1987): 九病虫研会報 33: 102~105.
- 13) ——— (1987): 昭和 61 年度九州農業試験研究成績・虫害関係.
- 14) ——— (1988): 昭和 63 年度水稻・畑作物病害虫防除研究会現地検討会講演要旨, pp. 18~24.
- 15) ——— (1989): 九州農業研究 51: 123.
- 16) 近藤 章・田中福三郎 (1989): 応動昆 33: 211~216.
- 17) 樽松文雄 (1984): タニシ, 農山漁村文化協会, pp. 110.
- 18) LITSINGER, J. A. and D. B. ESTANO (1993): *Crop-Protection* 12: 5, 363~370.
- 19) 牧野秋雄・小澤朗人(1987): 関東病虫研報 34: 208~210.
- 20) 宮原義男ら (1986 a): 植物防疫 40: 31~35.
- 21) ———ら (1986 b): 九病虫研会報 32: 96~100.
- 22) ———ら (1987): 同上 33: 106~109.
- 23) 森 充隆ら (1990): 四国植防 25: 69~76.
- 24) 西内康浩 (1984): 農業時代 150: 47~51.
- 25) 大上浩久 (1986): 静岡水試研報 21: 53~56.
- 26) 大隈光善 (1992): 雑草研究 37: 別号 1.
- 27) 大矢慎吾ら (1986): 九病虫研会報 32: 92~95.
- 28) ———ら (1987): 応動昆 31: 206~212.
- 29) MOCHIDA, O. (1991): *Micronesia Suppl.* 3: 51~62.
- 30) 小澤朗人ら (1988): 関東病虫研報 35: 221~222.
- 31) ———・牧野秋雄 (1988): 静岡農試研報 33: 65~77.
- 32) ———ら (1989): 関東病虫研報 36: 214.
- 33) ———・牧野秋雄 (1989): 植物防疫 43: 38~41.
- 34) ———ら (1990): 関東病虫研報 37: 249~251.
- 35) RICE IPM NETWORK (1991): *Report of a Workshop on the Management of Golden Snail in the Philippines*, the Philippine Rice Research institute (PhilRice) et al, Philippines, pp. 75.
- 36) 佐藤三郎ら (1995): 平成 7 年電気関係学会九州支部大会 No. 136.
- 37) 鈴木正光・福田 充 (1988): 関東病虫研報 35: 219~220.
- 38) 菖蒲信一郎 (1995): 平成 7 年度水稻・畑作物病害虫防除研究会シンポジウム講演要旨, pp. 42~48.
- 39) 張 寛敏 (1985): ちりばたん (日本貝類学会研究連絡誌) 16: 1~7.
- 40) 山中正博 (1988): 昭和 63 年度水稻・畑作物病害虫防除研究会現地検討会講演要旨, pp. 8~17.
- 41) 矢野貞彦・中谷政之 (1989): 関西病虫研報 31: 57.