

休耕田におけるミヤイリガイの分布様式と生息密度の推移

梶原 徳昭 岸本 里香*

Changes of Population Density and Distribution Pattern of *Oncomelania nosophora* in the Non-cultivation Rice Field

Noriaki KAJIHARA and Rika KISHIMOTO

山梨県における地方病（日本住血吸虫病）の流行は終息したと考えられる。しかし、盆地北西部には中間宿主ミヤイリガイが残存するため、今後もその動態を監視する必要がある。

筆者らは前報¹⁾において、これまでの報告データをもとにミヤイリガイ個体群動態のシミュレーションを試み、貝の自然増殖と薬剤散布による減少について報告した。

今回は、ミヤイリガイの好適生息地である斐崎市内の休耕田において、1991年から3年間その動態を観察したので報告する。

調査地の概要および調査方法

(1) 調査地の概要

斐崎市竜岡町地内の休耕田（約50㎡）において、1991年4月から1994年3月まで、ミヤイリガイの分布様式および生息密度の経年変化を調査した。

図1に示したように、この休耕田は、南側をコンクリート農道、東側をコンクリート水路で境され、北側は休耕田（1992年には水田耕作が行われ、1993年には再び休耕田となった）、西側はサトイモ、ネギなどの畑に隣接している。また、波線の部分は高さ約1mの土手となっており、ヨモギなどの雑草で覆われ比較的乾燥していた。

水田耕作時の主な用水は道路南側の水路(3)から取り入れられていたが、隣接地の条件により(1)と(2)からも流入する。1992年6月以降は(1)からの入水により休耕田はしばしば冠水した。一定した水の出口はなく、増水時には東側水路に自然流出する。

この休耕田は前年（1990）まで水田であり、春秋2回

の殺貝作業が行われていたが、隣接地にはミヤイリガイの生息は認められなかった。

調査期間を通じて休耕田の変化を見ると、調査初年度は稲株が残る比較的平坦な裸地であった。秋には図1の破線部分以外は雑草が目立つようになり、翌年には全面を雑草で覆われた。休耕状態が経過するほど地表面の凹凸が顕著になるとともに、枯れ草の堆積により休耕当初に比して地表面は湿潤となった。夏季には一時的な冠水もあったが、休耕田の東西方向に乾燥程度の勾配が見られ、東側ほど乾燥しやすい傾向を示すようになった。

ミヤイリガイの増殖にとって重要な夏期の気候を見ると、1992年は高温小雨の猛暑として、1993年は低温多雨の冷夏として特徴付けられ、両年は対照的な気候条件であった。

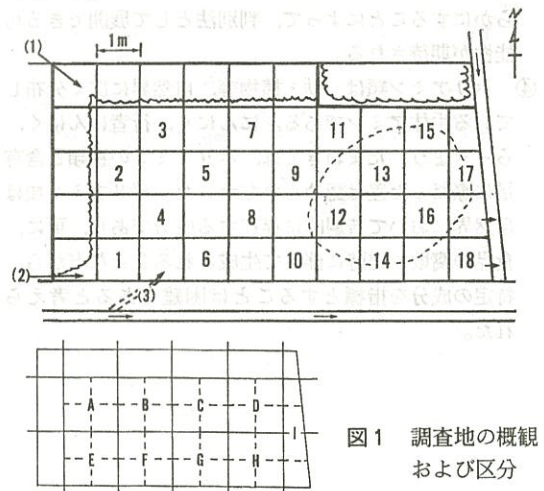


図1 調査地の概観および区分

(2) 調査方法

長期観察のため、休耕田を水糸で1m×1mの格子状に区画し、交点には園芸用プラスチック支持棒を立て目

*現日下部保健所

印とした。また、観察初年度の5月には、周辺水田の田植時期に合わせて休耕田を湛水したが、その後は(3)の取水口を閉鎖し、自然状態のまま放置した。草刈は2年目以降の春、夏、秋に各々1回行い、刈り取った草の1/3は休耕田内に戻した。

ミヤイリガイの分布様式の調査は、50箇所の区画交点に径45mmのプラスチック円筒を置き、その中の生貝を数えた。また密度調査のため、図1のように区画番号を付けた1㎡の区画内18箇所の任意の地点に25×25cmの木枠を置き、枠内の全ての貝を採集した。採集した貝は実験室内に持ち帰り、生死判定の後マイクロメーターで殻長を計測し、全てをすみやかに採集地点に戻した。

なお、比較的環境の類似した区画4箇所をまとめ、図1のように区画A～Iとし、休耕田全域におけるミヤイリガイの動態を検討した。

(3) 殺貝効果試験

農業用殺虫剤カルタップの殺貝効果およびその後のミヤイリガイの密度変化を見るため、この試験田において1993年11月に殺貝試験を実施した。

休耕田内の草を刈り、カルタップ4%粒剤50g/㎡を均一になるよう散布した。効果判定は、枠法により2週間後に実施した。採集した貝は水道水で洗浄した後、水を入れた9cmシャーレに移して蓋をせずに1晩放置し、判定後全ての貝を計測して採集地点に戻した。

カルタップの性質から、薬剤作用後短期間では正確な生死判定が難しいことから判定は4段階とした。シャーレ外に脱出あるいは器内で運動している個体を生貝とし、針で触れた際反応の全く無い個体を死貝、同様な刺激に対して強く反応した個体は強反応貝、極めて弱い反応の個体は弱反応貝とした。この結果と長期間経過後の死貝率を比較し、カルタップの効果判定方法を検討した。

なお、1994年3月以降も継続して長期の調査を予定していたが、休耕田所有者の都合により宅地造成が開始されることになったため、観察はやむなく中止せざるを得なかった。

結 果

(1) 分布調査

前述のように、休耕田を1m×1mに区画し、その交点50箇所において直径45mm円内に見いだされたミヤイリガイ生貝数の推移を図2、3に示した。

図に示したように、交点で見られたミヤイリガイ生貝は、休耕当初の1991年6月には総数29匹と少なく、休耕田の周縁に限られていた。また、35/50箇所(70%)の交点では生貝は認められなかった。翌1992年6月に

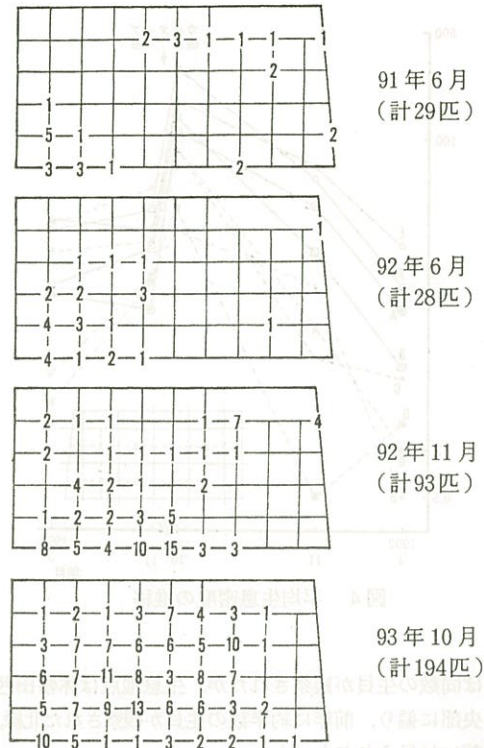


図2 交点調査結果

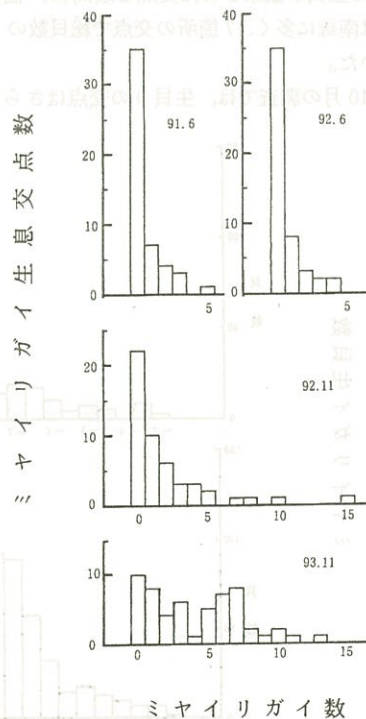


図3 1交点あたりのミヤイリガイ数の分布

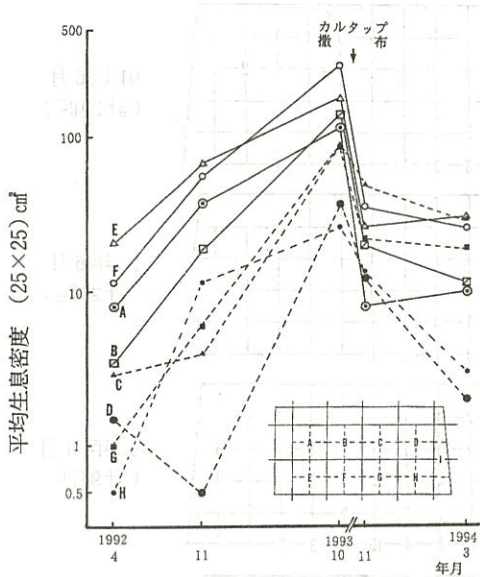


図4 平均生息密度の推移

ほぼ同数の生貝が観察されたが、生息地点は休耕田西側中央部に偏り、前年に約半数の生貝が観察された北縁、東縁部には見られなかった。

1992年11月の調査では、生貝0の交点は22箇所(44%)に減少し、総貝数も93匹に増加した。稚貝を含めて15匹の生貝が観察された交点を最高に、個体数の多い交点は南縁に多く、7箇所の交点で総貝数の51.6%を占めていた。

1993年10月の調査では、生貝0の交点はさらに減少

し東縁付近の10箇所となった。また、交点で観察される生貝数は前年より平均化し、休耕田中央部で多い傾向が見られた。

図3は、交点あたりのミヤイリガイ個体数の分布である。1991年と92年の6月の分布は、個体数0の交点突出して多く、集中分布の一形態である負の二項分布に近似した分布様式²⁾を示した。

休耕してから2度目の繁殖期を経過した1992年11月には、生息範囲の拡大と1交点に出現する貝数に増加が見られるが、負の二項分布に類似した分布様式を残していた。しかし、1993年10月に至ると分布の均一化が進み、分布様式の変化は明かとなるが、依然としてランダム分布とは異なる集中型の分布様式を維持していた。

交点調査によって、当初は主として区画Eとその周囲に生息していたミヤイリガイは、周辺部から中央部へ向かってその生息範囲を拡大したことが観察された。1991年に生貝が認められた北縁から貝は一時消失したが、生息範囲の拡大が見られた1992年11月には再び出現し、翌年も確認されている。このような個体の消失と分布範囲の拡大は、北側の水田が1991年には休耕し、92年には再び耕作されたことに影響されていると考えられる。

また、調査期間を通じて、比較的乾燥しがちな区画D、Hへのミヤイリガイの進出は不十分であった。

(2) 密度調査

図1のように、全36区画のうち18区画を調査対象とし、1992年4月から1994年3月まで調査を実施した。また、休耕田をAからIの9つの大区画に区分し、区画

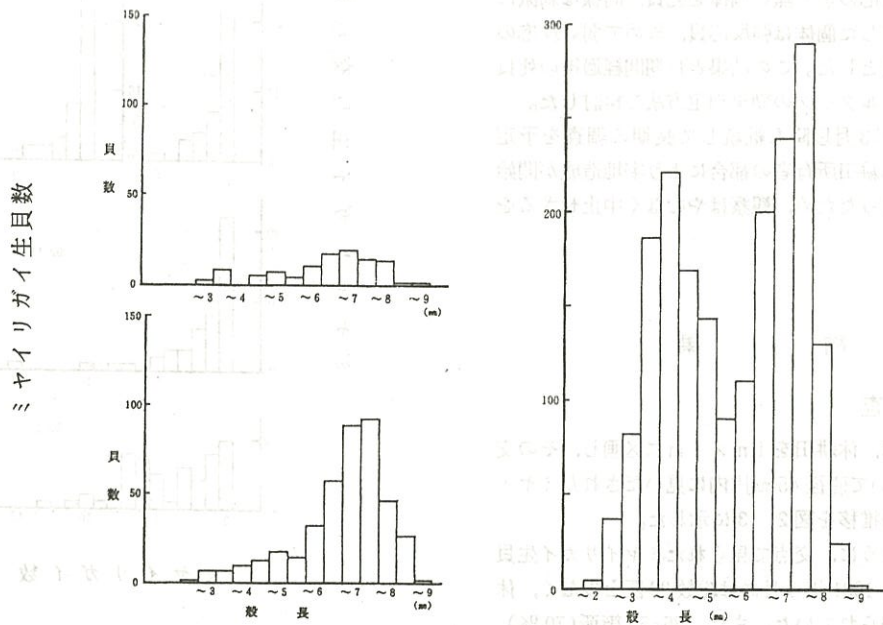


図5 ミヤイリガイ生貝の殻長分布

表1 各区画の平均生息密度と幼若貝率

区 画	1992年11月24日調査				1993年10月4日調査			
	平均生息密度			幼若貝率 (%)	平均生息密度			幼若貝率 (%)
	≤ 6 mm	> 6 mm	計		≤ 6 mm	> 6 mm	計	
A	7.5	29.5	37.0	20.3	56.5	56.5	113.0	50.0
B	4.5	14.5	19.0	23.7	93.5	51.0	144.5	64.7
C	1.5	2.5	4.0	37.5	50.5	36.0	86.5	58.4
D	0.5	0.0	0.5	100.0	16.0	21.0	37.0	43.2
E	16.5	50.5	67.0	24.6	75.0	100.5	175.5	42.7
F	15.0	41.0	56.0	26.8	180.5	110.0	290.5	62.1
G	0.5	5.5	6.0	8.3	37.0	49.0	86.0	43.0
H	2.5	9.0	11.5	21.7	11.5	14.5	26.0	44.2
I	1.0	2.5	3.5	28.6	0.5	3.5	4.0	12.5
計	49.5	155.0	204.5	24.2	521.0	442.0	963.0	54.1

平均生息密度：25×25 cm² 枠法で2箇所から採取した生貝数の平均

毎の相違を検討した。

枠法調査により、25×25cm²当りの生息密度の推移を区画毎に見たのが図4である。

図に見られるように、1993年10月まではすべての区画において生息貝数の増加が認められたが、実線で示した休耕田東側の区画A, B, E, Fは類似した生息数の増加が見られた。当初生息数が少なかった区画C, D, G, Hは、1992年と1993年では区画毎に異なった増加傾向を示した。

調査した全区におけるミヤイリガイ生貝の殻長分布の推移を図5に示した。また、AからIの9区画について平均生息密度と幼若貝率(≤6mm貝数/全生貝数)を表1に示した。

図に見られるように、1992年4月には全体に個体数が少なく、殻長分布に際だった特徴は認められなかったが、殻長8mm以上の成貝が少なく、6mm以下の幼若貝は35/101(34.7%)であった。増殖成長期を経過した11月には総個体数が増加し、7.1~7.5mmにピークを持つ殻長分布を示し、幼若貝率は99/409(24.2%)とむしろ低下した。このような6mm以下にピークのない殻長分布は、1992年の春から夏にかけての増殖と成長は順調であったが、夏期の増殖に何等かの障害があった可能性を示唆するものと考えられる。

翌1993年10月には個体数の急激な増加が見られるとともに、殻長3.6~4.0mmと7.6~8.0mmにピークをもつ二峰性を示し、幼若貝率は1,042/1,926(54.1%)となった。ミヤイリガイにとって、1993年は好適な生息環境であったと推測される。

表1に見られるように、1992年11月は全体に平均生息密度は低く、中でも休耕田東側の区画C, D, G, H, Iでは、それぞれ4.0, 0.5, 6.0, 11.5, 3.5匹/25×25cm²

と低密度であり、各区画の幼若貝率は低くバラツキが見られた。1993年10月の調査では、前年に低密度であった区画C, D, G, Hにおいて生息密度の上昇が見られ、幼若貝率の平均化が進んだ。しかし区画Iでは生息密度の上昇は認められなかった。

1992年の幼若貝率は、区画A(20.3)とB(23.7)およびE(24.6)とF(26.8)ではそれぞれ類似していたが、1993年にはA(50.0) < B(64.7), E(42.7) < F(62.1)となり、それぞれの区画内環境が変化したことを示唆している。

表には示していないが、死貝率は1992年4月には18/119(15.1%)、11月には44/453(9.7%)、1993年10月には41/1,967(2.1%)と徐々に減少する傾向が認められた。

表2に区画毎の全生貝と6mm以上の成貝の平均増加倍率を示した。

表2 区画単位でみた増加倍率

区 画	1992年4~11月		1992年11月~1993年10月	
	全生貝	成貝(>6mm)	全生貝	成貝(>6mm)
A	4.63	4.92	3.05	1.92
B	5.43	4.83	7.61	3.52
C	1.33	1.25	21.63	14.40
D	0.33	(-)	(74.00)	(21.00)
E	3.27	5.05	2.62	1.99
F	4.87	5.13	5.19	2.68
G	6.00	5.50	14.33	8.91
H	23.00	18.00	2.26	1.61
I	3.50	5.00	1.14	1.40
平均	5.82	6.21	7.23	4.55

平均は()を除外してある

ミヤイリガイ生息数の増加は、調査地点における増殖と周囲からの移動の結果と考えられることから、表に示したように区画毎の平均増加倍率として取り扱った。

休耕田全体で見ると、1992年の4月から11月の増殖成長期後の平均増加倍率は5.82、1992年11月から93年10月の1年間では7.23であった。

1992年には区画Cではほとんど増加がみられず、Dでは減少している。しかし、幼若貝率でも見られたように、生息密度の高いA、B、E、Fの4区画は互いに類似した増加倍率を示し、1992年には区画Aが4.63、Bが5.43、Eが3.27、Fが4.87であった。

1993年には区画C、D、Gが10以上の高い増加倍率を示したが、区画Hは2.26、Iは1.14であり、区画によって大幅に異なる結果であった。前年類似した増加倍率を示したA、B、E、Fは、それぞれA(3.05)、B(7.61)、E(2.62)、F(5.19)となり、92年にA≤B、E≤Fの傾向にあった増加倍率が、93年にはA<B、E<Fへと変化した。

成貝の増加倍率は、図で示したように1992年4月か

表3 区画毎の殺貝効果

区画	散布2週間後		散布5ヶ月後	
	死+弱/全	死貝率	死/全	死貝率
A	231/247	93.5	268/288	93.1
B	194/234	82.9	207/230	90.0
C	149/248	60.1	135/173	78.0
D	38/ 62	61.3	30/ 34	88.2
E	221/272	81.3	286/345	82.9
F	309/380	81.3	299/350	85.4
G	156/200	78.0	177/195	90.8
H	38/ 65	58.5	36/ 42	85.7
I	5/ 9	55.6	1/ 1	100.0
計	1341/1717	78.1	1439/1658	86.8

ら11月にかけては6.21と高率であったが、1993年には4.55であり図5にも見られるように幼若貝の増加が目立つ結果であった。

さらに小範囲でみると、生息密度の高かった図1のNo.8では、調査当初25×25cm当りの生息数は4匹であったが、増殖成長期後には22匹に、翌年には347匹に増加し、全生貝の増加倍率はそれぞれ5.50、15.77であった。また、6mm以上の成貝で見てもそれぞれ5.33、8.81と高い値を示した。

(3) 殺貝試験

表3、4にカルタップ4%粒剤の殺貝効果を示した。

表3に見られるように、カルタップ散布2週間後では、9cmシャーレを脱出もしくは器壁を這っていた貝は73匹(4.3%)であったが、針の刺激に対して強い反応を示した貝が303匹(17.6%)、弱い反応の貝が418匹(24.3%)、反応のなかった死貝は923匹(53.8%)であった。散布5カ月後には生死の別は明確となり、死貝率は1,439/1,658(86.8%)であった。

殺貝効果を殻長別にみると、散布2週間後の死貝率は、幼若貝(≤6mm)が57.8%、成貝(>6mm)が48.2%であった。また、5カ月後では幼若貝が90.8%、成貝が81.6%の死貝率であり、カルタップは幼若貝にやや高い殺貝効果を示した。

表4に示したように、2週間後の判定時に弱い反応を示した貝を死貝数に加算した割合は、1,341/1,717(78.1%)であった。5カ月後の死貝率は、区画Aが同率なのを除くと他は全て2週間後の死貝率を上回っており、弱反応貝だけでなく強反応貝の一部も、カルタップの作用によって運動機能を失ったまま徐々に衰弱し、冬季の低温下で死亡した結果と考えられる。

区画毎に見た殺貝後の生息密度の変化を図4に示した。各区画の生息密度は、殺貝2週間後に急激に低下し、ほとんどの区画において5カ月後にはさらに低下した。しかし、AとEの区画ではわずかながら上昇が認められた。

表4 カルタップ4%粒剤による殺貝効果

殻長(mm)	散布2週間後(1993.11.16)				散布5ヶ月後(1994.3.21)			
	生貝数	強反応貝数	弱反応貝数	死貝数(%)	計	生貝数	死貝数	計
≤6	27	158	237	577(57.8)	999	86	850(90.8)	936
>6	46	145	181	346(48.2)	718	133	589(81.6)	722
計	73(4.3)	303(17.6)	418(24.3)	923(53.8)	1717	219(13.2)	1439(86.8)	1658

(1) ミヤイリガイの分布様式

自然界における動物の様々な分布様式は、伊藤ら²⁾により紹介されている。また、真喜屋はフィリピンにおける *Oncomelania quadrasi* の分布様式を検討し、小集団を単位とした集中分布であることを明かにした。また、その分布様式は、対策として実施された乾燥化の進行により二重ポアソン型から負の二項型に変化し、小集団単位から個体単位の集中分布に移行したことを報告している^{3, 4)}。

今回の調査では、休耕初期の水田におけるミヤイリガイは、負の二項分布型に近似する分布様式を示した。休耕田化の進行にともなって分布様式に変化が見られ、休耕3年目には集中分布の様式を残しながらも均一化の方向への分布様式の移行が認められた。

このことは、水田の休耕田化が、真喜屋の報告した乾燥化とは逆の過程を進行させ、休耕当初個体単位で分布していたミヤイリガイが、短期間に小集団単位の分布様式を経過し、小集団が互いに入り組んだ結果として均一化の進行した分布様式をもたらしたものと推測される。

今回の調査地は僅か50 m²足らずであるが、水分条件に勾配がみられ、地表面の凹凸などミヤイリガイにとっての環境（微環境）は大きく異なることが予想される。さらに、比較的狭い範囲の生息地においても僅かなサンプリング位置の違いで、生息密度が異なることはよく知られており、今回も同様な結果が得られた。

また筆者らは、気温の低下とともに貝の集中化が進むことを観察しているが、このような秋期の個体群の集中化は、ミヤイリガイの行動能力が比較的低いことを考えると、未成熟個体や未交尾個体にとって翌春の交尾の機会が増加することを意味し、個体群の増殖と集中分布の維持に寄与しているものと推測している。

今後さらに詳細な検討が必要であるが、今回の調査結果は、調査地の休耕期間がさらに長期化することにより、ミヤイリガイが区画D, H, Iに生息範囲を拡大することを予想させる。しかし、分布の拡大速度は隣接地からの流入水いかんによって著しく異なるものと予想される。

(2) ミヤイリガイの増殖

筆者らは、前報のシミュレーションにおいて、ミヤイリガイの産卵数が80個であるような好適生息地では、貝の増殖率が5.76になることを試算した¹⁾。

今回の調査における各区画の個体数の増加は、増殖と移動の結果と考えられることから、シミュレーションの前提条件とは異なるものである。しかし、1992年4月から11月の平均増加倍率5.82、92年11月から93年

10月までの1年間の平均増加倍率7.23、各年の成員の平均増加倍率6.21、4.55という結果は、様々な仮定を前提としたシミュレーションの結果と近似した増加倍率であった。また、小範囲での増加倍率はシミュレーションの結果を上回る値を示し、調査地の立地条件から予想した以上の高い増加倍率であった。

従来から、水田耕作はミヤイリガイの増殖を抑制していること、休耕田がその周囲の水田に対して貝の供給源になっていることなどが指摘されてきた^{5, 6)}。また、好適生息地では殺貝によって貝の発見が困難となった時点で殺貝作業を停止すると、3~4年後には従来の生息密度に回復することが観察されている。

これらの経験は、殺貝作業と水田耕作を停止した後、当初周辺部に偏って生息していたミヤイリガイが中央部にも見られるようになり、3年後には誰もが一目見てその生息を確認できる密度にまで増加した今回の調査結果とほぼ一致するものであった。

ミヤイリガイは低温に比して高温に弱く、夏季の産卵数は春秋に比して少ないことが報告^{7~9)}されている。

調査した1992年と93年の夏季の気象条件は極端に異なるものであったが、この違いがミヤイリガイの増殖にどの程度影響したのかは不明である。92年秋の殻長構成は、7月から9月上旬にかけての高温が産卵、孵化、稚貝の生育など貝の増殖過程に不利に作用した結果と推測される。

以上の結果は、休耕田化の進行が貝の増殖および生息条件を好転させた結果と考えられるが、シミュレーション結果との異同を検討するためには、ミヤイリガイの集中分布の要因、生息条件の許容と選択、環境変化と増殖機構など多くの検討課題が残されている。

(3) 殺貝効果とその後の密度変化

カルタップの殺貝効果は、梶原ら^{10, 11)}により確認されているが、いずれも50%水溶剤を使用したものであった。今回使用した4%粒剤は、水田に直接散布可能であり、普通物扱いの農業用殺虫剤であることから、各農家が独自に散布することができる利点を持っている。

カルタップの散布により、各区画ともに2週間後に比して5カ月後の死貝率に上昇が認められ、冬期の低温や乾燥が弱反応貝のみならず強反応貝の死亡率をも高めた結果と考えられた。比較的乾燥している区画C, D, H, Iの死貝率は低い傾向を示していた。

カルタップのミヤイリガイに対する殺貝作用は、昆虫の場合と同様神経系に作用すると考えられ、直接的な殺貝効果だけでなく、運動機能の喪失により衰弱死亡する個体を増加させ、結果的に高い殺貝効果をもたらすと考えられる。しかし、50%水溶剤に比して有効成分の溶解は長期間におよぶため、ミヤイリガイとの接触期間は

延長される反面、殺貝効果は散布地の水分条件の影響を受けやすいと予想される。

今回の殺貝試験により、短期間で効果判定を実施するに当たっては、弱反応貝を死貝数に加算することが妥当と考えられたが、カルタップ粒剤の殺貝効果判定には少なくとも1カ月以上の期間が必要であろう。

殺貝によって急激に減少した生息密度のその後の変化については、今回は十分に追求できなかったが、残存した生貝数は1992年4月の生貝数を上回っており、このまま放置すればより短期間で殺貝前の生息密度に回復すると予測された。

ま と め

- 1) ミヤイリガイは、水田から休耕田への変化に対応して生息密度を増加させる。
- 2) 水田耕作時に周縁部分に生息していたミヤイリガイは、休耕田化の進行によって中央部に進出する。
- 3) ミヤイリガイの分布様式は、休耕田化により個体単位の集中分布(負の二項分布)から集団単位の集中分布に移行すると推測された。
- 4) 休耕田化によるミヤイリガイの平均増加倍率は、2年後に5.82であり3年後に7.23であった。
- 5) カルタップ4%粒剤(50g/m²)散布による死貝率は、2週間後に78.1%であったが、5カ月後には86.8%となり、殺貝効果の判定には薬剤散布後1カ月以上の期間が必要と判断された。

- 6) ミヤイリガイの分布パターン、殻長分布、死貝率、増加倍率および生息密度の経年変化は、休耕田化の進行による生息環境の変化に対応し、主として水分条件が影響していると考えられた。

謝 辞

調査地の選定と借用に際し、様々なご助力をいただいた蕪崎市役所保健衛生課の方々には深謝します。

引用文献

- 1) 梶原徳昭：山梨衛公研年報，38，27～32（1995）
- 2) 伊藤嘉昭，村井 実：動物生態学研究法（上），古今書院（1977）
- 3) 真喜屋清：寄生虫誌，29，293～304（1980）
- 4) 真喜屋清：寄生虫誌，29，359～338（1980）
- 5) 飯島利彦：寄生虫誌，8，586～600（1959）
- 6) 伊藤洋一：寄生虫誌，19，494～507（1970）
- 7) 川本修二：京都府立医大誌，55，873～892（1954）
- 8) 岡本謙一：寄生虫誌，9，701～705（1960）
- 9) 飯島利彦，杉浦三郎：寄生虫誌，10，582～586（1961）
- 10) 梶原徳昭：山梨衛公研年報，30，35～38（1987）
- 11) 梶原徳昭：山梨衛公研年報，36，15～18（1992）