

水田内におけるミヤイリガイ個体群の生態学的研究

伊 藤 洋 一

新潟大学医学部医動物学教室 (主任・教授 大鶴正満)

国立予防衛生研究所寄生虫部 (部長 石崎達)

(昭和45年6月19日 受領)

日本及び東南アジアに分布する日本住血吸虫 (*Schistosoma japonicum*) は、灌漑溝渠、水田、畑、原野などに棲息するミヤイリガイ (*Oncomelania* 属) を中間宿主とし、貝体内に寄生するセルカリアが水中で游出し、経皮的に人体内に侵入することによって感染する。

従つて、日本住血吸虫の撲滅に当つては、ミヤイリガイを殺滅することが最も効果的であり、行政上も、ミヤイリガイの撲滅対策に専ら力が注がれてきた。

しかし、現在我国で行なわれているミヤイリガイ撲滅対策は、灌漑溝渠に棲息するミヤイリガイを殺貝剤の撒布、灌漑溝渠のコンクリート化によつて撲滅することに限られ、灌漑溝渠以外に棲息するミヤイリガイについてはほとんど対策が施行されていない。また、農作業上頻繁に立ち入る水田は、灌漑溝渠や原野と比較し日本住血吸虫症感染の場として最も危険が高く、疫学的に重要な意味をもつ場所と考えられる(石崎ら, 1967)。従つて山梨県の日本住血吸虫病流行地において同症の撲滅対策事業をより効果的に実施するためには、水田内に棲息するミヤイリガイの対策が十分考慮されねばならない。

ミヤイリガイの生態学的研究に関しては現在までにいくつかの報告がある(杉浦, 1933; McMullen, 1951; 津田, 1952; 川本, 1954; 小宮, 1958; 飯島, 1959; 岡本, 1960; 中尾, 1962)。しかし、これらの報告は総て灌漑溝渠または原野での調査であり、水田内に棲息するミヤイリガイの生態に関する報告は見当らない。

筆者は水田内に棲息するミヤイリガイの撲滅対策を確立するにあたり、まずその生態学的事項の解明が必要であると考え、調査を実施したので報告する。

調査方法

1. 調査水田: 山梨県の日本住血吸虫症流行地において、ミヤイリガイの棲息を認めた水田4枚を対象とした。各水田の概要は次の通りである。

水田A (Fig. 1 A): 八田村上高砂地内、面積30m×28m、畦畔は北面が高さ100~120cmの泥堤、東面および南面は高さ20~30cmの泥堤、西面は80~100cmのコンクリート壁よりなる。採水は西側を流れるコンクリート側溝より取り入れている。北側の隣接桑園、東側の隣接水田に若干のミヤイリガイの棲息が認められた。

水田B (Fig. 1・B): 八田村上高砂地内、面積18m×18m、畦畔は西面が礫で組んだ高さ20~30cmの泥堤、他の3面は高さ20~30cmの泥堤、採水は西側の隣接水田より畦越しに行ない、西側の隣接水田及び東側の溝渠にもミヤイリガイの棲息を認めた。

水田C (Fig. 1・C): 八田村上高砂地内、面積33m×29m、畦畔は西面が高さ約100cmのコンクリート壁、他の3面は高さ20~30cmの泥堤、採水は西側コンクリート側溝より行ない、隣接地区にはミヤイリガイの棲息を認めなかった。

水田D (Fig. 1・D): 竜王町本竜王地内、台形をした水田で、面積約500m²、畦畔は南北面が高さ約120cmのコンクリート壁、東西面は高さ20~30cmの泥堤、採水は南面を流れるコンクリート側溝より行ない、附近にはミヤイリガイの棲息を全く認めなかった。

2. 調査方法: 水田内におけるミヤイリガイ分布および幼若貝の発生の調査に際しては、各水田を5mもしくは3m間隔に区切り、その各交点に30cm×30cmの平方枠を置き、枠内の土壌表面で発見された総てのミヤイリガイを採取し、個体数および生死を判定した。また、死貝率の調査に際しては、各水田について畦畔および水田内面に15~20カ所の調査地点を均等に分布するよう設定し、その各調査地点に30cm×30cmの平方枠を置き、その範囲内の地下15cmまでの泥土を採取した。採取した泥土は実験室内に持ち帰り、篩を用いて流水中で泥土のみを洗い流し、その中に含まれる総ての貝を採取した。採取した貝は個体数、生死を判定し、生貝および死貝のう

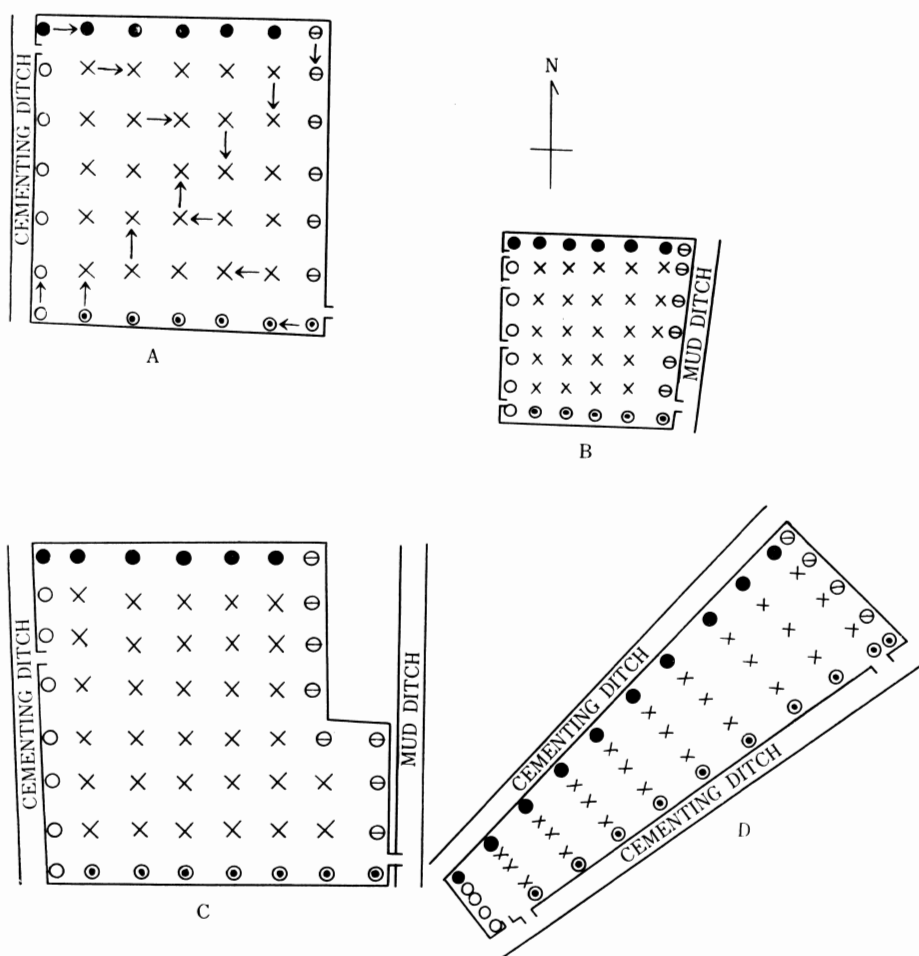


Fig. 1. A map of rice fields surveyed showing snail sampling sites. Explanation of marks in figures are indicated in Fig. 2.

ち破損していない貝についてその殻長、殻幅を計測した。

調査は原則として毎月1回、18カ月間行なつた。採取した貝は判定終了後すみやかに元の場所に返した。同時に田の状態、ミヤイリガイの状態などにつき詳細に観察した。

結果及び考察

A. 水田内におけるミヤイリガイの分布

1) 貝の分布と地理的要因

各水田におけるミヤイリガイの分布を隔月ごとに Fig. 2 から Fig. 5 に示した。縦軸は個体数、横軸は調査地点の位置を示している。

これらの図に示されるごとく、ミヤイリガイはいずれの水田においても水田内面には少なく、畦畔部に集中し

た分布が認められた。また、畦畔部においても畦畔のある限られた部分、すなわち、水田 A では北面および西面の一部、水田 B および C では西面、水田 D では南面および北面の西寄りに集中した分布が認められた。

これらミヤイリガイが集中分布する畦畔をみると、水田 A では採水口が北西面の角にあり、貝の集中分布が認められた西面はコンクリート壁、北面は泥堤よりなっていた。また、水田 B は西面が泥堤で、採水は西面より畦越しに、水田 C は西面がコンクリート壁で採水は西面より、水田 D は北面および南面がコンクリート壁よりなり、採水は北面西寄りから取り入れていた。このように貝の集中分布はいずれも採水口を有する畦畔に認められ、畦畔の面している方角や畦畔を構成している土質、構造には共通性がみられなかった。

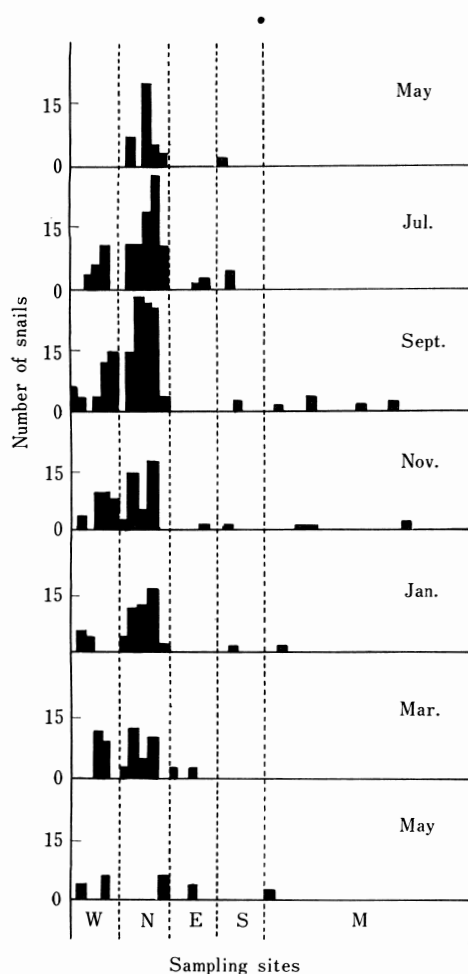


Fig. 2. Seasonal changes in the distribution of *O. nosophora* in the rice field A.

W, N, E, S and M are sampling sites shown by open circles (○), solid circles (●), circles with a bar (⊖), circles with a dot (⊙) and crosses (×) in Fig. 1, respectively. Arrangement of sites on abscissa is indicated by arrows in Fig. 1.

2) 季節による分布状況の変動

Fig. 2 ~ Fig. 5 に示したように、ミヤイリガイの棲息密度には季節により変動がみられたが、その主要な棲息部位の季節的変動は認められない。しかし、個体数の増大した7月から11月の期間には、秋期から春期にかけて全く棲息の認められなかった水田内面にも若干の貝の分布がみられた。

なお、貝殻にラベルをつけ、ミヤイリガイの移動を調査した結果、調査水田のミヤイリガイが隣接の他の場所に移動したり、他の場所から調査水田へ移入した形跡

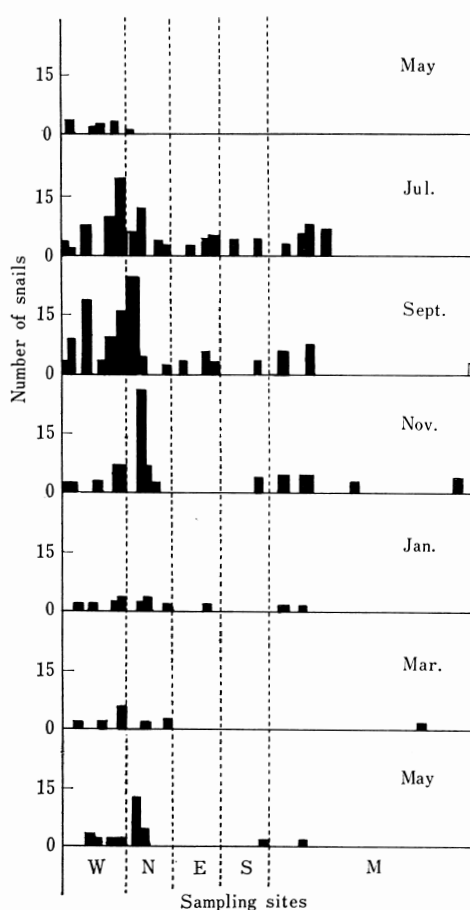


Fig. 3. Seasonal changes in the distribution of *O. nosophora* in the rice field B.

は、調査期間中には全く認められなかった。

3) 水田内ミヤイリガイの分布に関する考察

今回の結果から、水田内ミヤイリガイは畦畔部に集中分布することを見出したが、ミヤイリガイが水面との境界面にあたる畦畔に多く棲息することは、これが水陸両棲であることを考慮すれば当然のようである。しかし、水田に水の存在する時期は6月から9月の間に限られ、さらに、水の入っている時期でも稲の水面より上部に露出している部分は十分貝を生活させるだけの面積を所有していることを考えると、単に貝が水陸両棲ということだけを畦畔に多く棲息する理由とするのは早計にすぎよう。

Hsü (1950) は蘇州、嘉興平野の *Oncomelania hu-pensis* が水田にも棲息することを認め、その分布に関しては腐蝕土、湿気、日陰、植物相、土壌が主要な条件であると述べているが、詳細な記述はない。Hsü の挙げ

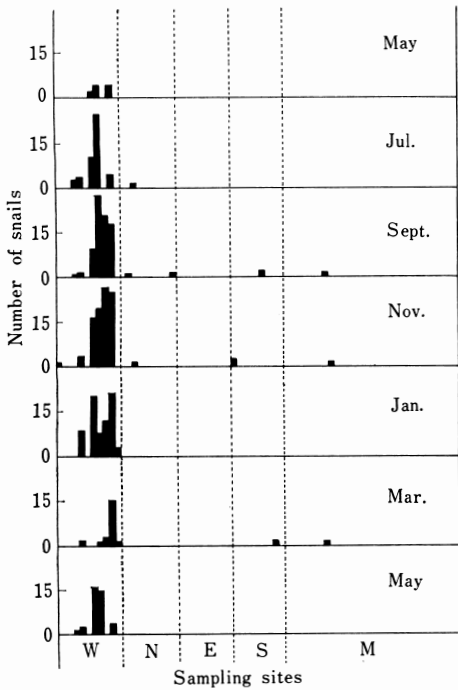


Fig. 4. Seasonal changes in the distribution of *O. nosophora* in the rice field C.

たそれらの制限要因は広い地域内の分布に関しては大きな要因として働いていると考えられるが、今回の調査のような水田内という狭小な範囲においては、日陰、植物相以外は畦畔部と水田内面とで大きな差異がなく、また、コンクリート壁附近にも集中分布がみられることから、日陰、植物相も主要な制限要因とは考えられない。

また、岡本（1954）は広島県においてミヤイリガイの棲息場所を観察し、「少数のミヤイリガイが溝に接した水田の部分に発見されることがあるが、この場合は多数の貝が棲息している溝から水田内に侵入してきたものである」と報告している。しかし、今回観察されたミヤイリガイはいずれの水田においてもその内部で生活史がまわっていることは明らかであり、岡本の報告とは一致しない。

以上のことからミヤイリガイの畦畔部への集中分布について考察すると、その主要な制限要因は自然環境よりむしろ農耕にともなう人為的要因が大きく働いているように思われる。すなわち、田植えの時期に水田内に水が入れると、畦畔部に棲息しているミヤイリガイがその分布範囲を徐々に水田内面にまで広げるが、頻回に行なわれる人為的攪乱、特に稲刈後の耕起などにより、水

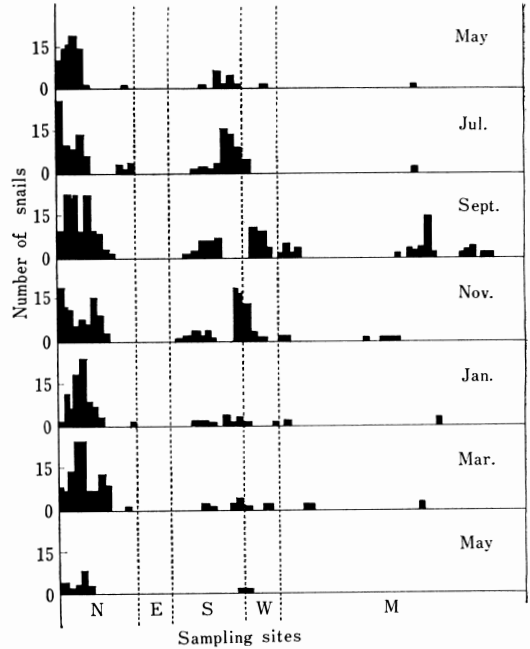


Fig. 5. Seasonal changes in the distribution of *O. nosophora* in the rice field D.

田内面の貝は土埋され、死滅する。しかし、畦畔部にはそのような人為的攪乱が加わらないため、畦畔部の貝は生存を続け、その結果、畦畔部への集中分布として認められると考えることが最も至当ではなかろうか。なお、耕起がミヤイリガイの死滅の要因の1つであることは次項に述べる。

また、ミヤイリガイの分布を季節的にみると、夏期に若干の貝が水田内面に認められる以外は、その主要棲息場所が畦畔であることには変動がない。このことは、水田内に棲息しているミヤイリガイが、環境状況や農耕上の変化が存在してもその棲息場所を変えることなく、固定していることを示す。

さらに、ミヤイリガイの分布が特に水の取入口附近に集中している要因が、水温、pH、清澄度、溶存酸素などの水田内の環境条件によるものか、若しくは過去に洪水などによって運ばれた貝が入口附近に定着し、個体数が増加したものかについては今回の調査で解明できなかった。今後検討を行なう所存である。

B. 幼若ミヤイリガイの発生時期

1) 発生時期

Table. 1は月別に調査した生貝の総数および5 mm以下の幼若貝数を示したものである。

表に示されたごとく、水田および調査時期によつて調

Table 1 Monthly changes in number and percentage of young snails in whole population of *O. nosophora* in rice fields

Months	Rice field A			Rice field B			Rice field C			Rice field D		
	Total No. of snails	Young snails		Total No. of snails	Young snails		Total No. of snails	Young snails		Total No. of snails	Young snails	
		No.	%		No.	%		No.	%		No.	%
May	44	3	6.8	12	0	0	10	4	40.0	190	25	13.2
Jun.	46	2	4.3	40	2	5.0	—	—	—	133	16	12.0
Jul.	119	10	8.4	92	10	10.9	44	3	6.8	272	44	16.2
Aug.	64	5	7.8	108	10	9.3	55	16	29.1	140	9	6.4
Aug.	54	8	14.8	—	—	—	67	5	7.5	109	6	5.5
Sept.	153	59	38.6	101	42	41.6	69	12	17.4	451	276	61.2
Oct.	146	47	32.2	142	68	47.9	191	95	49.7	677	454	67.1
Nov.	76	18	23.7	55	16	29.1	136	49	36.0	445	235	52.8
Nov.	40	7	17.5	53	11	20.8	55	14	25.5	395	165	41.8
Dec.	75	10	13.3	38	8	21.1	107	37	34.6	303	118	38.9
Jan.	51	11	21.6	17	2	11.8	57	17	29.8	—	—	—
Feb.	16	2	12.5	—	—	—	—	—	—	191	73	38.2
Mar.	—	—	—	11	4	36.4	55	18	32.7	201	89	44.3
Apr.	43	5	11.6	22	3	13.6	46	3	6.5	90	43	47.8
May	23	4	17.4	12	0	0	38	5	13.2	35	10	28.6

査貝の個体数には変動がみられたが、5 mm 以下の幼若貝の出現する時期については各水田ともほぼ一致した傾向が認められた。すなわち、各月で得られた幼若貝数が総数の30%以上であった月をみると、水田Aで9月～10月、水田Bで9月～10月および3月、水田Cで10月～3月、水田Dで9月～4月に各月の総貝数の30～70%の幼若貝が観察された。特に、9月、10月には各水田とも幼若貝の出現率が高かった。

一方、5月から8月にかけては、幼若貝の出現率は低く、概ね10%台もしくはそれ以下の率を示した。

2) 殻長構成

Fig. 6～Fig. 9は各水田における各時期の殻長分布を示したものである。これら図で示されるごとく、その殻長分布はいずれの水田でも時期により一致した傾向が認められた。すなわち、冬期においても採水口附近に浸水のみられた水田Cを除けば、5月～8月の間の殻長構成は7 mm にピークを持つ1峰性のパターンを示した。また、水田Cでは5月に幼若貝がみられ、全体の殻長構成は4 mm および7 mm にピークをもつ2峰性のパターンを示したが、7月および8月には他の水田と同様に7 mm をピークとする1峰性になった。

9月および10月には各水田共にその殻長分布に急激な変化がみられ、2～3 mm および7 mm をピークとする2峰性の分布になった。とくに水田Dの10月の調査では、

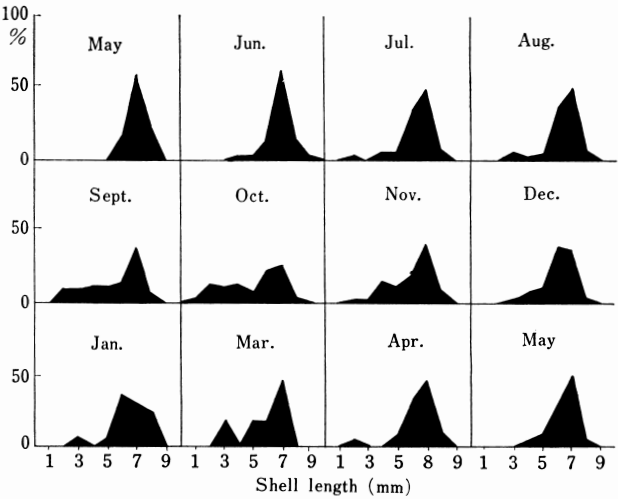


Fig. 6. Monthly changes in the distribution of shell-length of *O. nosophora* found in the rice field A.

7 mm のピークより2 mm のピークが高い幼若貝優占の個体群が形成された。この2峰性の分布は幼若貝の成長に伴ない、11月から12月にかけて漸次1峰性のパターンに移行した。12月から3月にかけては、その殻長分布に著しい変化は認められなかった。

3) 幼若貝の発生時期についての考察

ミヤイリガイの幼若貝が調査した4カ所の水田で、いずれも9月～10月の間に主として認められたことは、水

田内ミヤイリガイの産卵がある一定の時期に行なわれ、その後一定の発育速度をもって成長したことを示している。

この点に関し、McMullen (1951) は野外で最適状態におかれた貝の発育速度は月平均 1.5mm であると報告し、川本 (1954) は自然棲息地において殻長平均 0.89mm の稚貝が、始めは週平均 0.45mm の速度で発育し、2 週以後その速度はやや低下したが、殻長 5.38mm 位までに発育する間を通算すると週平均 0.25mm の速度で発育したと報告している。また、保阪ら (1959) は甲府盆地で野外に放った殻長平均 2.5mm の貝は、7 月上旬より 10 月上旬の期間に週平均 0.27mm ないし 0.35mm の発育速度を示したことを観察している。

これらの報告から、7 月から 10 月の間におけるミヤイリガイの殻長の発育速度を週平均 0.3mm と見做し、孵化直後の殻長を 0.6 mm (Wong *et al.*, 1957) とすると、今回の観察で 9 月に殻長 2 ~ 3 mm に達した貝の孵化時期は 7 月下旬から 8 月中旬と推定される。

さらに、Wong *et al.* (1957) は実験室内で飼育したミヤイリガイについて観察し、産出された卵が孵化するまでの日数は平均 21.4 日 (最短 9 日 ~ 最長 43 日) であることを報告している。このことを考慮すると、今回の水田内ミヤイリガイの産卵時期は 7 月上旬から 7 月下旬であると推定される。

一方、この地区における水田の状態は 6 月中旬に耕起され、直ちに水を入れて田植えが行なわれるので、7 月上旬は田植えが終了し、水が田に満たされた時期となる。ミヤイリガイの産卵にとって水の存在が不可欠な条件であることを考慮すれば、産卵環境不十分のために 6 月中旬迄産卵を行ない得なかつたミヤイリガイが、7 月上旬に水の流入、泥土の軟化の如き好適条件下の水田で一斉に産卵を開始し、孵化した貝が 9 月迄に 2 ~ 3 mm に成長したと考え、今回の観察ときわめてよく一致する。

自然界における幼若ミヤイリガイの発生時期についてもいくつかの報告がある。

川本 (1954) は広島県片山地方の灌漑溝で観察を行ない、5 mm 以下の幼若貝は 6 月から 8 月に検出されることを認めている。飯島 (1959) によれば、山梨県甲府盆地の灌漑溝渠および荒地では、5 mm 以下の幼若ミヤイリガイを 4 月から 7 月および 9 月から 10 月に認めたとし

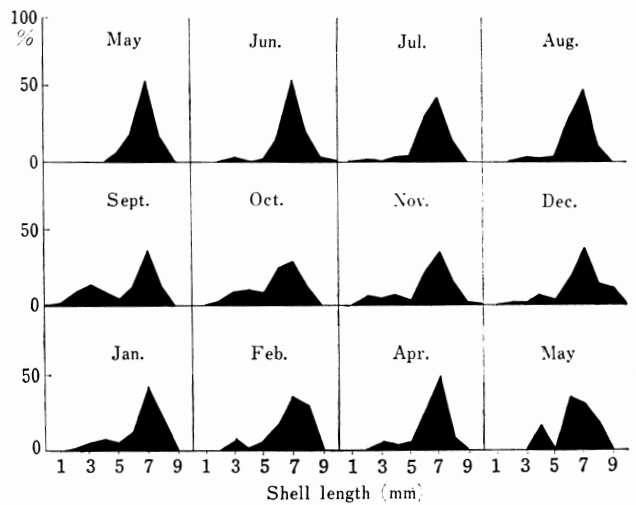


Fig. 7. Monthly changes in the distribution of shell-length of *O. nosophora* found in the rice field B.

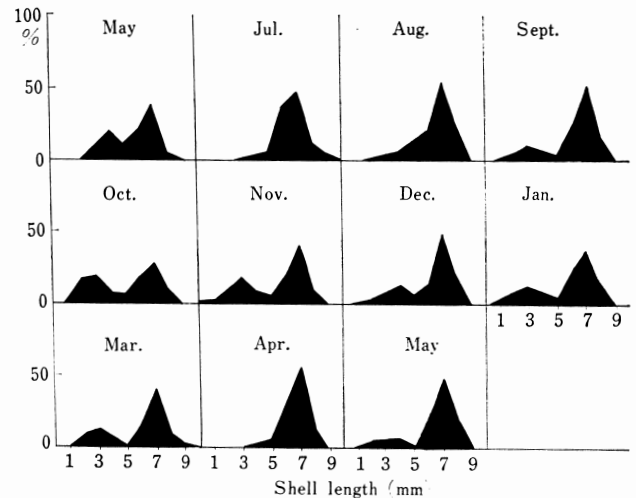


Fig. 8. Monthly changes in the distribution of shell-length of *O. nosophora* found in the rice field C.

ており、年 2 回の稚貝の発生を示唆している。岡本 (1960) は濾紙採集法により甲府盆地の水田内ミヤイリガイの殻長構成の変動を観察し、年間を通じて 5 mm に谷を有する 2 峰性の殻長分布を得ている。また、中尾 (1962) は筑後川河原草地において観察し、5 mm 以下の幼若貝が 7 月および 8 月に認められたと報告している。

これらの報告と今回の調査成績を比較すると若干の違いがみられる。まず、川本および中尾の報告では幼若貝

を6～8月に観察しているが、前述の如く産卵から殻長3mmに達するまでに10週間かかることから推定すると、この場合の産卵は3月中旬から5月中旬に行なわれたことになる。このことは、自然界においては産卵、発育に好適な条件が存在すれば、3月中旬の気温でも産卵の行なわれることを示唆している。しかし、この時期の水田は、一般的に裏作の麦が栽培されていたり、産卵にとって必要な水が存在していないため、産卵は行ない得ない筈である。飯島(1959)が4月～7月および9月～10月の年間2回の幼若貝発生を認めたのも、灌漑溝渠には年間を通じて水が存在していたためであり、これに反して、水田では飯島のいう前時期には水が存在しないため、4月～7月の幼若貝の発生が割愛されたと解することができる。また、このことは、冬期水の取入口より水が浸出し、入水口附近の田の表面に常時水の存在がみられた水田Cにおいて、5月、6月に幼若貝の存在が認められたという事実によっても支持されると考える。

次に、ミヤイリガイの産卵を規制する要因を水の存在と気温に仮定すると、水田に水の存在している8月から9月においても当然産卵が行なわれ、それらの個体は11月中旬から12月中旬に幼若貝として検出されなくてはならない。しかし、今回の調査では11月、12月における幼若貝の発生はみられなかった。このことは、ミヤイリガイの産卵、発育を規制する要因が水の存在と気温だけではないことを示している。この点に関しては、今回の調査では何ら事実が得られなかったが、Wong *et al.* (1957)が実験室内で飼育したミヤイリガイの産卵継続期間が平均48.6日(8日～143日)であると報告していることから推察すると、自然界が産卵に好適な条件になると、ミヤイリガイは一斉に産卵を開始し、ある一定量の卵を産み終ると産卵活動を停止するといったミヤイリガイ側の生理的条件も関与しているのではなかろうか。

さらに、岡本(1960)が年間を通じての2峰性の殻長分布を得ているが、この場合は水の存在がなければ用いることの出来ない濾紙採取法が用いられていることから、特に水中にいる頻度の多い幼若貝が多く採取されたものと解される。

また、いずれの水田においても、冬期の殻長分布に大きな変化のみられないことは、冬期においては、ミヤイリガイの成長が停止することを示すものであろう。

C. 死貝率の季節的変動

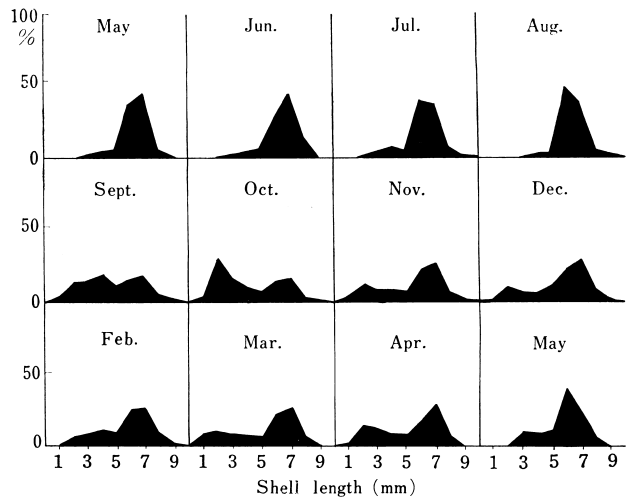


Fig. 9. Monthly changes in the distribution of shell-length of *O. nosophora* found in the rice field D.

1) 季節的变化

Fig. 10 は各水田における毎月の死貝率を95%信頼限界をもつて示したものである。

各水田とも、年間を通じて30%～70%の死貝率が得られた。

前月に比較し、死貝率の上昇した月は水田Bで6月、10月、12月、水田Cで5月、水田Dで6月、8月であった。また、死貝率の下降した月は水田Aで7月、9月、水田Bで7月、9月、1月、水田Cで7月、9月、水田Dで7月、9月であった。

以上の結果を総合すると、一般に死貝率の上昇時期は5月、6月、下降時期は7月および9月であるといえよう。また、冬期には死貝率に大きな変動がみられなかった。

2) 殻長と死貝率の関係

Table. 2 は各水田における死貝率を殻長1～3mmの稚貝、4～5mmの幼若貝、6mm以上の成貝に分けて表示したものである。これによると殻長別死貝率の差は季節的には顕著でなかったが、2年間に検査した個体を総計すると、成貝、稚貝に比較して幼若貝の死貝率が高いことが認められた。

3) 死貝率の季節的变化に関する考察

ミヤイリガイの死貝率の季節的消長については飯島(1959)が甲府盆地において、中尾(1962)は筑後川河原草地において観察し、報告している。

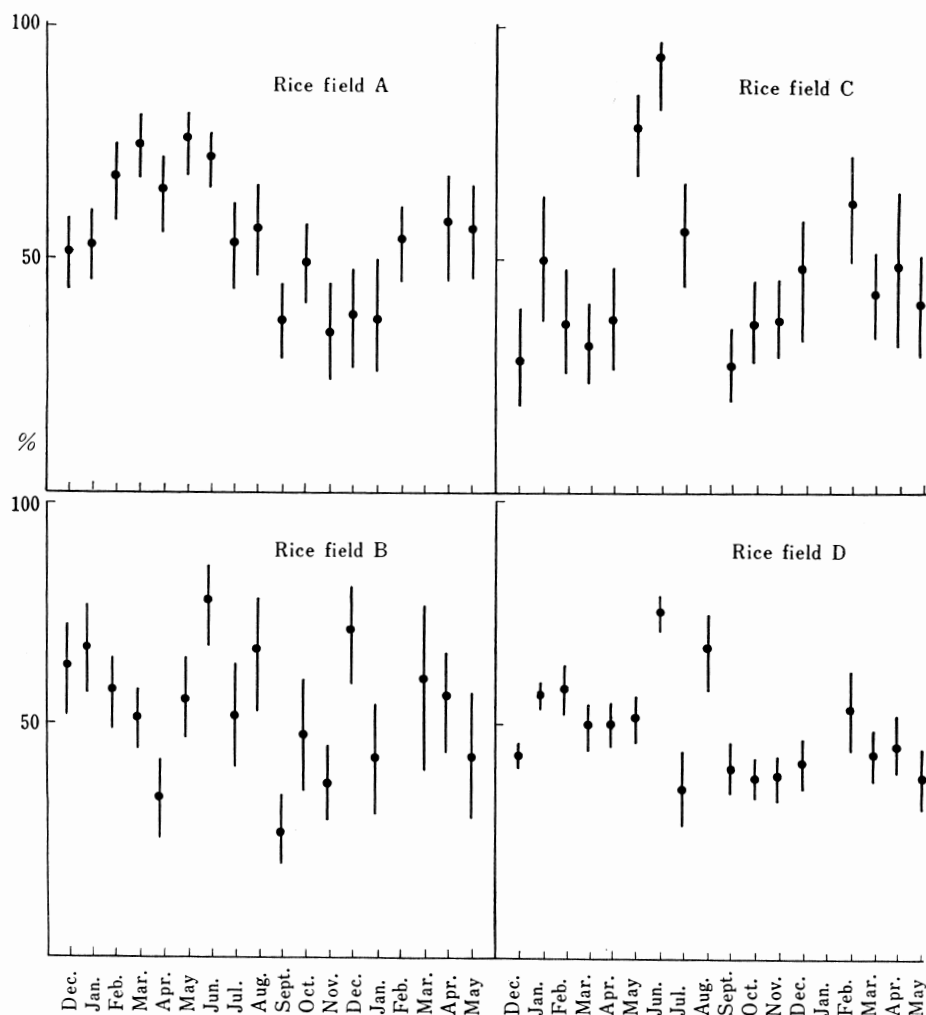


Fig. 10. Monthly changes in mortality percentage of *O. nosophora* found in rice fields. Vertical bars indicate standard error.

飯島の報告によると、殺貝剤の撒布を実施していない地区では、7月、8月の異常乾燥の影響による一部の高い死貝率を除き、概ね10~20%の死貝率が得られ、季節的には著るしい死貝率の変動が認められないとしている。

また、中尾の報告では、死貝は環境条件の悪い冬と夏に多く検出され、特に冬期における死貝率の高いことを報告している。しかしその率は最高が2月の50.2%であり、多くの季節では10%以下の死貝率にとどまっている。

これらの報告に比較し、今回の観察では死貝率が非常に高く、年間を通じて30~70%の高率を維持している。

このような差を生じた原因の1つとして考えられることは、飯島、中尾が土壌の表面に存在している貝についてのみ観察したのに対し、今回の調査では泥土に埋没されている貝も対象としたことが挙げられる。しかし、本田ら(1960)は筑後川河原のミヤイリガイについて冬期観察を行なった際に、地中1cm以下の深部から検出された貝の個体数のきわめて少なかったことを報告し、また岡部ら(1959)は筑後川流域において冬期の土中分布調査を行ない、土中1cm以下の深部に存在する貝は地表と地下から得られた貝の総数325個中僅かに7個体であつたことを述べている。従つて、草原や湿地帯に棲息するミヤイリガイの実態を把握する限りにおいては、土

Table 2 Seasonal change in mortality percentages of *O. nosophora* in reation to shell length

Rice field	Months	Shell length								
		1-3 mm			4-5 mm			6 mm or more		
		No. of snails examined	Dead snails		No. of snails examined	Dead snails		No. of snails examined	Dead snails	
		No.	%		No.	%		No.	%	
A	May-Aug.	6	3	50.	41	23	56.1	211	126	59.7
	Sept.-Dec.	6	1	16.7	26	22	84.6	152	49	32.2
	Jan.-Apr.	5	2	40.	45	34	75.6	203	83	40.9
	May-Aug.	13	8	61.5	32	28	87.5	221	102	46.2
	Sept.-Dec.	14	2	14.3	41	11	26.8	165	41	24.8
	Jan.-Apr.	7	4	57.1	18	7	38.9	108	39	36.1
	Total	51	20	39.2 (28.8-50.7)	203	125	61.6 (55.0-66.8)	1060	440	41.5 (39.7-44.5)
B	May-Aug.	21	6	28.6	31	14	45.2	143	50	35.0
	Sept.-Dec.	10	3	30.	56	19	33.9	120	34	28.3
	Jan.-Apr.	17	7	41.2	70	38	54.3	199	49	24.6
	May-Aug.	5	0	0	20	10	50.	140	76	54.3
	Sept.-Dec.	22	3	13.6	59	10	16.9	95	16	16.8
	Jan.-Apr.	4	2	50.	20	13	65.	59	14	23.7
	Total	79	21	26.6 (19.4-35.9)	256	104	40.6 (35.6-46.0)	756	239	31.6 (29.1-34.4)
C	May-Aug.	3	1	33.3	9	4	44.4	81	29	35.8
	Sept.-Dec.	9	1	11.1	11	2	18.2	66	19	28.8
	Jan.-Apr.	15	1	66.7	21	2	9.5	116	29	25.0
	May-Aug.	10	9	90.	22	19	86.4	97	44	45.4
	Sept.-Dec.	24	7	29.2	31	13	41.9	189	47	24.9
	Jan.-Apr.	19	1	5.3	23	8	34.8	66	25	37.9
	Total	80	20	25.0 (18.1-33.9)	117	48	41.0 (33.8-48.4)	615	193	31.4 (28.3-34.3)
D	May-Aug.	17	13	76.5	120	104	86.7	365	298	81.6
	Sept.-Dec.	66	5	7.6	230	107	46.5	721	254	35.2
	Jan.-Apr.	95	30	31.6	245	133	54.3	639	243	38.0
	May-Aug.	35	13	37.1	119	73	61.3	393	147	37.4
	Sept.-Dec.	234	32	13.7	235	82	34.9	417	139	33.3
	Jan.-Apr.	113	19	16.8	158	54	34.2	265	68	25.7
	Total	560	112	20.0 (17.2-22.7)	1107	553	50.0 (48.0-52.3)	2800	1149	41.0 (39.2-42.2)

Figures in parenthesis indicate the range of 95 % confidence limits.

壤の表面を観察することによってその目的を達することが可能である。よって、これらの報告と今回の調査における死貝率の差は採取法の差異に基づくものとは考えられない。

水田内ミヤイリガイの死貝率が高率であつた他の原因として考えられることは、水田には草原や灌漑溝渠にはみられない水田特有の環境条件が挙げられる。その主な点は、6月の耕起、水の流入、田植えにはじまり、施肥、9月の落水、10月の稲刈り、11月の耕起、麦播き、

4月の麦刈りとといった貝の棲息環境に攪乱を加える如き人為的要因の介入することである。このような環境の攪乱がミヤイリガイの棲息に大きな影響を及ぼし、死貝率を常時高めると同時に、攪乱の加えられた時期には死貝率の急激な上昇の認められることは当然考えられよう。

Fig. 1 ~ Fig. 4 に示された死貝率の季節的変動をみると、耕起、田植え直後の6月の調査では、いずれの水田においても死貝率の上昇が認められている。また、麦播き前の耕起が行なわれた水田Bおよび水田Cでは12月

Table 3 Number of living and dead snails in rice fields and the variance with the values in the preceding months

Rice fields	Months	No. of living snails	Variance	No. of dead snails	Variance
A	Jun.	36		88	
	Jul.	38	+ 2	42	- 46
	Aug.	28	- 10	36	- 6
	Sept.	53	+ 25	30	- 6
B	Jun.	13		43	
	Jul.	21	+ 8	23	- 20
	Aug.	11	- 10	22	- 1
	Sept.	62	+ 51	23	+ 1
C	Jun.	2		29	
	Jul.	21	+ 19	26	- 3
	Aug.	—	—	—	—
	Sep.	58	+ 37	21	- 5
D	Jun.	77		221	
	Jul.	71	- 6	40	-181
	Aug.	30	- 41	59	+ 19
	Sep.	152	+122	105	+ 46

の調査時に死貝率が上昇している。これらのことから、水田内に棲息するミヤイリガイの死因として耕起が重要な要因であることは明らかである。

耕起の時期以外には8月に各水田とも若干の死亡率の上昇が認められるが、これは中尾が指摘しているように、夏期における高温の影響と推定される。

一方、死貝率が前月に比較して下降した月をみると、7月には明らかに各水田とも死貝率の下降が認められる。7月の田の状態が、田植えが終了し、水の満たされた時期であることから考えると、耕起などによつて死亡した貝の貝殻が破損消失若しくは流出し、反面生貝には大きな変動が起らなかったためであると推察される。このことは、Table. 3 に示されるように、6月と7月の調査において検査された生貝の個体数には大きな変動がないのに対し、死貝の個体数には大幅な減少がみられ、そのため死貝率の下降が生じていることから推察される。

また、各水田とも共通した死貝率の下降は9月にもみられる。これはBの項で述べた如く、この月に多数の幼若貝の発生が認められ、新たに生貝の個体数が増えられたためであろう。このことは、Table. 3 で示したように、8月と9月の間における死貝の個体数には大きな変動が認められないのに対し、生貝の個体数に大幅な増加のみられることから推察され得る。

中尾は冬の死貝率が非常に高かったことを報告してい

るが、今回の調査では1月から4月の間における死貝率には特に各水田で共通した変動は認められなかった。岡部ら（1959）が冬期湿った状態の土中に埋没したミヤイリガイが全て死滅したと報告していることを考え合わせると、中尾の調査地区が河原の他の周囲で、冬期でもかなり湿潤の状態にあるのに比し、今回の調査で用いた4カ所の水田は冬期にはいずれも乾燥状態に保たれていたため、死貝率に変動がみられなかったものと考えられる。

殻長と死貝率の関係については季節的には大きな差異が認められないが、2年間に検査した個体数の総計と比較してみると、殻長4～5mmの幼若貝が1～3mmの稚貝および6mm以上の成貝に比して死貝率が明らかに高い。このことは、一般にミヤイリガイの发育過程において、殻長4～5mmの幼若貝の時期に死亡する個体の多いことを示しているものと思われるが、その理由については今後さらに検討を行なう必要がある。

D. 水田内ミヤイリガイの撲滅対策についての一考察
各項で記述したごとく、水田内に棲息するミヤイリガイは原野や灌漑溝渠のそれと比較し、その生態がかなり異なっている。したがって、水田内ミヤイリガイの撲滅にあたっては独自の方法を開発すべきであると思考される。そこで、今回解明された生態的事項を勘案し、その効果的な撲滅対策の方法につき考察を加えてみたい。

従来、日本におけるミヤイリガイ撲滅対策の方法とし

ては殺貝剤の撒布および溝渠のコンクリート化が主体であつた。しかし、水田内ミヤイリガイの撲滅方法としては、水田内面をコンクリート化できないため、殺貝剤の撒布および畦畔の改良にしばられてくる。以下小項に分けてその方法を述べる。

1) 殺貝剤の撒布時期

撒布時期はミヤイリガイの状態、撒布場所の状態からみて最も効果的な時期に撒布する必要がある。

ミヤイリガイの状態からみると、最も効果的な時期は貝が部分的に集中して存在し、個体数が少なく、殺貝剤と接触し易い土壌表面にいる時期が望ましい。その時期を今回の観察から推測すると、夏期は水田中央部にも若干の貝が存在するため、水田全面にわたつての薬剤の撒布を行なう必要があり、また、冬期は貝が土壌や石の間隙に入り込んで越冬し、活動も不活潑のため殺貝剤と接触し得ない個体が多く存在し、いずれも殺貝剤の撒布に効果的な時期とはいえない。さらに、秋期は幼若貝が多数出現し、個体数の最も多い時期であり、殺貝剤撒布の結果90%以上の殺貝効果が得られたとしても、残存貝が増殖し、以前と同様の個体群に複元する可能性が大きい。このように考えると、最も効果的と考えられる撒布時期は4月～6月の春期であるといえよう。

また、水田の状態から撒布時期を考えると、水田が乾田であり、作物の栽培が行なわれていない時期が望ましい。山梨県の如く多くの水田で裏作に麦もしくは蔬菜の栽培されている地区では、5月下旬から6月中旬および10月下旬から11月上旬がこの時期に相当する。

以上のことから、殺貝剤の撒布時期は5月下旬から6月上旬にかけて裏作の麦の刈り入れた直後が最も効果的であるといえる。なお、10月下旬の稲刈後の撒布を併用すればより以上効果を期待し得るものと推察される。

2) 殺貝剤の撒布部位

水田全面にわたつて殺貝剤の撒布を実施すれば完全であるが、経済面、労力面からみて無駄の多い方法である。また、各水田のミヤイリガイ棲息部位を調査した上で、その棲息部位に薬剤を撒布すれば最も経済的であるが、それに要する労力が非常に大きい。

これらのことから、水田にはほぼ共通した棲息部位が判明すれば、その場所に重点的に薬剤撒布を実施することが最も効果的であると考えられる。今回の調査から、水の取入口を中心とした畦畔部が主なるミヤイリガイの棲息部位であることが明らかにされた。従つて、畦畔部に重点をおいて薬剤撒布を実施することにより最も効果

的、経済的な撲滅をなし得るものと推察される。

3) 殺貝剤の種類

野外において殺貝剤を撒布する場合には、その薬害に注意を払わなければならない。特に水田は作物を栽培するという特殊環境下にあるため、農作物に対する薬害には万全の注意を払う必要がある。この点で、従来殺貝剤として行政的に使用されてきた NaPCP (Sodium pentachlorophenate) は除草剤の一種であり、植物に対する薬害が大きいので、水田内ミヤイリガイの撲滅には不相当と考えられる。また、殺貝剤として開発された Bayer 73, Sevin, ICI 24223などは植物に対しての薬害は少ないが、魚類に対しての毒性は強く、また価格の高い点などで適当とはいえない。その点、飯島ら (1964, 1965) によつてミヤイリガイに対し NaPCP とほぼ同等の殺貝効果のあることが確認された Yurimin (3,5-dibromo-4-hydroxy-4'-nitroazobenzene) は価格も NaPCP とほぼ同額であり、植物に対しては、10g/m² の撒布濃度でイネの発芽をやや抑制する以外は毒性がほとんどなく、またカイコに対しても無害である点などから、日本の水田で使用する殺貝剤としては最も適切なものといえよう。

4) 畦畔の改良

今回の調査でコンクリートの畦畔にもミヤイリガイの棲息がみられたが、さらにこれを詳細に観察すると、ミヤイリガイはコンクリートの土台として用いられている礫の間隙、コンクリートが部分的にこわれてできた間隙等に多く集まり、コンクリートの平滑面には一時的にはい上がったとみられる少数の個体が観察されたにすぎなかつた。このことから、畦畔をコンクリートに変えることは、水田の耕作面を大にすると云う利点は別にしても、ミヤイリガイの棲息場所を奪うこと、殺貝剤の撒布を容易にすることにより、ミヤイリガイの撲滅に大きな効果のある一方法であると推察される。但し、コンクリート化した畦畔でも、土台が水田表面より上部に露出していたり、こわれたコンクリート壁をそのままに放置することはミヤイリガイに好適な棲息地を提供することになり、逆効果になるので十分考慮を払わなければならない。

また、今回調査を実施した地区は水の漏出を防ぐ“あぜぬり”を田植え時に行なっていない。これが水田内にミヤイリガイを棲息させる1つの原因であることは十分に考えられる。泥土で構成された畦畔は“あぜぬり”を実施することにより、ミヤイリガイ撲滅に大きな効果が期待できるのではなからうか。

5) 耕起によるミヤイリガイの撲滅

今回の調査から耕起が水田内に棲息するミヤイリガイの死亡要因として重要な働きをしていることは明らかである。飯島ら(1962)も水田耕起によるミヤイリガイの死亡状況を観察し、耕起十分な水田では7日後に95.5%の死貝率を得たが、耕起不十分な水田では11.6%の死貝率しか得られなかったことを報告している。これらのことより、ミヤイリガイの棲息が認められた水田では耕起を十分に実施する必要がある。しかし、耕起のみによってミヤイリガイを完全に撲滅することは、ミヤイリガイが畦畔に集中して棲息していることから不可能である。殺貝剤の撒布、畦畔の改良を併用する必要がある。

結 論

水田内に棲息するミヤイリガイ個体群の生態学的研究を実施し、あわせてその撲滅対策につき考察した。調査は山梨県甲府盆地で既にミヤイリガイの棲息が認められた水田4枚を使用した。結果は次の如くである。

1) ミヤイリガイは水田畔畦部、特に水の取入口附近に集中して分布するが、この現象は年間を通じて一定であった。水田内面には夏期に若干の個体がみられたが、他の季節にはほとんどその棲息がみられなかった。幼若貝は秋期から冬期に多く認められた。

2) 殻長分布の年間推移をみると、9月および10月に2~3mm および7mm を峰とする2峰性の分布がみられた。2~3mm の峰は時間の経過にともなつて漸次7mm の峰に吸収され、1峰性の型に移行した。この殻長構成の季節的变化から、山梨県における水田内ミヤイリガイ個体群は7月上旬から7月下旬の時期に産卵を行なうものと推定された。

3) 死貝率は各水田とも年間を通じて30~70%の間を変動した。月別の死貝率の変動は一般的に激しかったが、前月に比較して死貝率が上昇した月は水田を耕起した直後の調査月であったことは各水田で一致していた。このことから、耕起がミヤイリガイの死亡要因として重要であることが推定された。また、各水田とも死貝率が前月に比較し下降した月は7月および9月であった。すなわち、7月は耕起によって死亡したミヤイリガイの殻が消失し、9月は幼若貝が発生したために死貝率が下降したものと推定された。

4) 殻長4~5mm の幼若貝は成貝に比して死貝率が高かった。

5) 水田内ミヤイリガイの撲滅は耕起を十分に行なうこと、田植え前(5月下旬~6月上旬)に畦畔に重点を

おいた薬剤撒布を行なうこと、畦畔をコンクリートに改造することなどによって大きな効果を期待し得るものと推察される。

謝 辞

稿を終るに臨み、懇切なる御指導、御校閲を賜わった大鶴正満教授、並びに国立予防衛生研究所長小宮義孝博士、寄生虫部長石崎達博士、山梨県立衛生研究所地方病科長飯島利彦博士に深謝する。

また、調査の実施にあたり、多くの御援助をいただいた山梨県立衛生研究所地方病科並びに国立予防衛生研究所寄生虫部の諸兄姉に併せて謝意を表する。

文 献

- 1) 本田三仁・増田博・宮城平・豊住房子・津田頌彦(1960): 宮入貝の越冬に関する研究. 久留米医学会誌, 23, 1918-1927.
- 2) 阪阪幸男・飯島利彦・佐々木孝・橋本魁・鶴田丞次(1959): 野外棲息地におけるミヤイリガイの発育状況について. 寄生虫誌, 8(5), 97-99.
- 3) Hsü H. F. (1950): A preliminary study on the bionomics of *Oncomelania* snails, intermediate hosts of *Schistosoma japonicum*, in Kiangsu and Chekiang Provinces, China. Amer. J. Trop. Med. 30, 397-410.
- 4) 飯島利彦(1959): 日本住血吸虫の中間宿主ミヤイリガイ個体群の自然棲息地における消長に関する生態学的研究. 寄生虫誌, 8(4), 1-15.
- 5) 飯島利彦・中山茂・大田秀浄(1962): ミヤイリガイの殺貝に関する研究(7), NaPCPの水田除草とミヤイリガイ殺貝効果の関連試験. 山梨県立衛生研究所報, 5, 51-58.
- 6) 飯島利彦・伊藤洋一・笹本馨(1964): ミヤイリガイの殺貝に関する研究(9), 新殺貝剤 P-10 および P-99 (Yurimin) の殺貝効果について. 寄生虫誌, 13, 70-75.
- 7) 飯島利彦・伊藤洋一・笹本馨(1965): ミヤイリガイの殺貝に関する研究(10), 新殺貝剤 P-10 および P-99 (Yurimin) の殺貝効果について(補遺). 寄生虫誌, 14, 281-286.
- 8) 石崎達・久津見晴彦・伊藤洋一(1967): 日本住血吸虫症家族集積性とその原因の追跡. 寄生虫誌, 16, 43-44.
- 9) 川本脩二(1954): 宮入貝の生物学的研究, 第2編, 宮入貝の生態. 京都府立医大誌, 55 (6), 873-890.
- 10) 小宮義孝・橋本魁(1958): ミヤイリガイの乾燥に対する抵抗性. 寄生虫誌, 7, 683-688.
- 11) McMullen, D. B., Komiya, S. and Endo-Itabashi, T. (1951): Observation on the habits, ecology and life cycle of *Oncomelania nosophora*, the molluscan intermediate

- host of *Schistosoma japonicum* in Japan, Amer. J. Hyg., 54(3), 402-415.
- 12) 中尾舜一(1962): 筑後川河原草地におけるミヤイリガイ個体群の年間変動. 寄生虫誌, 11, 380-386.
 - 13) 岡部浩洋・中尾舜一・下村実・田中隆文(1959): 宮入貝の土中埋没実験と冬期土中分布調査, 日本住血吸虫症の予防に関する研究第 XIV 報. 久留米医学会誌, 22, 3752-3756.
 - 14) 岡本謙一(1960): 甲府地方におけるミヤイリガイの季節的消長. 寄生虫学雑誌, 9, 701-705.
 - 15) 岡本坦(1954): 片山地方における宮入貝棲息状況について, II, 宮入貝棲息場所および棲息状況並びに *Cercaria* 寄生率. 医学と生物学, 30, 238-242.
 - 16) Sugiura, S. (1933): Studies on biology of *Oncomelania nosophora* (Robson), an intermediate host of *Schistosomum japonicum*. Mitteilungen aus dem Pathologischen Institut der Medizinischen Fakultät, Niigata, Japan, 31(18), 1-18.
 - 17) 津田栄造(1952): 日本住血吸虫中間宿主宮入貝の撲滅に関する研究(5), 東京土壤に於ける宮入貝の棲息及び稚貝の發育. 東京医事新誌, 69(2), 20-31.
 - 18) Wong, Lois C. and Wagner, E. D. (1957): Studies on reproduction and growth of *Oncomelania quadrasi*, *O. nosophora* and *O. formosana*, snail hosts of *Schistosoma japonicum*. Amer. J. Trop. Med. & Hyg. 6(5), 949-959.

Abstract

ECOLOGICAL STUDIES ON *ONCOMELANIA NOSOPHORA*, THE INTERMEDIATE HOST SNAIL OF *SCHISTOSOMA JAPONICUM* IN THE RICE FIELD

YOICHI ITO

(Department of Medical Zoology, Niigata University School of Medicine

&

Department of Parasitology, National Institute of Health, Tokyo)

Surveys were conducted to know the ecology of *Oncomelania nosophora*, an intermediate host of *Schistosoma japonicum* in the rice field of Kofu basin, Yamanashi Prefecture. Monthly observations have been carried out for 18 months.

Results obtained were as follows :

1) The snails are densely found throughout the year on levees of rice fields examined, especially on those near the inlet through which water is introduced from irrigation ditches. Some adult snails can be found on the surface of the fields in the summer months but few in other months. Young snails, however, occur rather frequently in autumn and winter.

2) In the shell-length distribution histogram two peaks, one in the snail group measuring 2-3 mm and the other in that of 7 mm, are recognized in September and October. The peak in the former group gradually decreases in height for the period of December to May, during which that in the latter increases. In view of the data obtained it is presumed that *O. nosophora* living in the rice fields produce eggs in July in the area surveyed.

3) Mortality of snails varied from 30 to 70% throughout the year. In every rice field surveyed it is high in June and December, the month just after ploughing rice fields. It appears that the increase in mortality is, in part, due to an increase in dead snails buried under soil by ploughing. Marked decreases in monthly mortality when compared with those in previous months, occur in July and September. It is likely that the decrease in July and that in September are caused by difficulty in recovering dead snails and by production of young snails respectively.

4) The mortality of adult snails measuring 6 mm or more is high when compared with that of young snails measuring 3-4 mm in shell-length.

5) Control measures against snails living in rice fields were discussed.