

宮入員の行動に関する研究

(1) 溝渠内における移動について

伊藤 洋一 飯島 利彦 山下 尚

山梨県立衛生研究所

川野 喜代治

都立城南高等学校

(昭和 39 年 5 月 21 日受領)

緒言

日本住血吸虫 (*Schistosoma japonicum*) の中間宿主であるミヤイリガイ (*Oncomelania nosophora*) の棲息場所は多岐にわたるが、山梨県などにおいて現在比較的濃厚に棲息している場所は灌漑溝渠であり、従つて同溝渠に棲息している宮入員が如何なる移動を行なっているかを知ることが、同貝個体群の調査あるいは同貝撲滅対策上重要な意味を持つている。

このことに関しては既に実験室内において小宮・安羅岡(1954)、川本(1954)、岡部・中尾・下村(1957)、中尾(1959)等がまた野外においては斉藤・安部(1951)、大田佐藤(1958)、飯島・中川(1958)等の報告があるが、野外の溝渠において長期間観察をつづけた報告はない。しかし実験室内、あるいは単純な地形での宮入員の行動が、直ちに複雑な地形である野外に適用され得るとは考え難く、このような調査においては野外での直接の調査が必須なものと思われる。

よつて筆者らは野外の溝渠において、ミヤイリガイの移動状態を 10~14 日間継続して観察し、2, 3 の知見を得たので報告する。

方法

本調査は 1963 年 8 月 26 日~9 月 8 日に二試験地(試験地 A, 試験地 B)で、9 月 25 日~10 月 5 日に更に他の試験地(試験地 C)で行なわれた。いずれの試験地も底の土質は砂壤土と思われ、若干のミヤイリガイの棲息が認められた。各試験地の状況は次の如くである。

試験地 A: 中巨摩郡八田村上高砂地内、畦を境に片側が桑畑、他側が水田に隣接している。側壁は大きな礫

で組んであり、畦畔には相当量の雑草が繁茂している。幅員約 44 cm, 深さ約 35 cm, 観察範囲の平均勾配 $7/1,000$ である。放置時における水深は約 2 cm, 流速は約 10 cm/sec. であつた。

試験地 B: 試験地 A の下流にあたり、その状況も試験地 A に酷似する。幅員約 50 cm, 深さ約 35 cm, 観察範囲の平均勾配 $7/1,000$ である。放置時における水深は約 2 cm, 流速は約 10 cm/sec. であつた。

試験地 C: 中巨摩郡八田村野牛島地内、片側は畦を境にブドウ園に、他側は幅約 1 m の道路を境に水田に隣接している。側壁は泥土により形成され、畦畔には相当量の雑草が繁茂している。幅員約 70 cm, 深さ約 50 cm, 観察範囲の平均勾配 $8/1,000$ である。放置時における水深は約 2.5 cm, 流速は約 30 cm/sec. であつた。

調査方法はいずれも、観察範囲内に繁茂している雑草を、観察を容易にするため予め除去し、試験地及びその附近より調査前日に採取したミヤイリガイの殻尾に即乾ラッカーで標識し、各試験地とも 200 個体宛を試験地の底面中央にまとめて放置した。その後 24 時間迄は、2, 4, 6, 12, 24 時間目に、更にその後はほぼ 1 日毎に放置貝を、放置地点上下各 5 m 及び時としては上下 15 m 以上の範囲と、溝渠に隣接している桑畑、水田の範囲で出来得る限り捜し、その位置を放置地点を基点として計測した。同時に天候状態及び溝渠内に水が存在している際には、水深、流速、水温を測定し、記録した。猶、流速は放置地点より下流へ 1 m の距離を物体が流れる速さをもつて測定した(第 1 表)。

結果

1) 水流に対する移動の方向

第1表 調査実施期間における環境状況

経過 時間	試験地 A				試験地 B				試験地 C			
	水深 cm	流速 cm/sec.	水温 °C	降雨量 mm	水深 cm	流速 cm/sec.	水温 °C	降雨量 mm	水深 cm	流速 cm/sec.	水温 °C	降雨量 mm
2hrs	4	10	24		2	10	24		2	30	16	
4hrs	0	-	-		0	-	-		2	30	16	
6hrs	0	-	-		0	-	-		3	30	16	
12hrs	0	-	-		0	-	-		-	-	-	
24hrs	2.5	10	24	1	5	10	23		1.5	25	17	16
2days	0	-	-		15	15	24	33	1.5	0	18	
3days	4.5	10	25	33	21	20	25	6	1.5	0	17	
4days	9	12	24	6	21	20	25	4	-	-	-	
5days	13	7	23	4	-	-	-		0	-	-	9
6days	8.5	15	22		13	10	23		0	-	-	5
7days	-	-	-		7	7	23		0	-	-	
8days	5.5	7	22		-	-	-		0	-	-	
10days	-	-	-		13	8	22		0	-	-	
13days	13	20	21		18	13	22					

第2表 水流に対するミヤイリガイの移動状況

経過 時間	放置 貝数	試験地 A			試験地 B			試験地 C		
		発見 貝数	上流 (比率%)	下流 (比率%)	発見 貝数	上流 (比率%)	下流 (比率%)	発見 貝数	上流 (比率%)	下流 (比率%)
2 hrs	200	141	102(72.3)	39(27.7)	156	98(62.8)	58(37.2)	151	39(25.8)	112(74.2)
4 hrs	"	155	87(56.1)	68(43.9)	141	86(61.0)	55(39.0)	145	32(22.1)	113(77.9)
6 hrs	"	155	93(60.0)	62(40.0)	182	108(59.3)	74(40.7)	95	22(23.2)	73(76.8)
12 hrs	"	130	77(59.2)	53(40.8)	164	104(63.4)	60(36.6)	-	-	-
24 hrs	"	87	58(66.7)	29(33.3)	122	65(53.3)	57(46.7)	98	23(23.5)	75(74.5)
2 days	"	88	53(60.2)	35(39.8)	68	55(80.9)	13(19.1)	100	36(36.0)	64(64.0)
3 days	"	73	46(63.0)	27(37.0)	49	31(63.3)	18(36.7)	107	29(27.1)	78(72.9)
4 days	"	92	56(60.9)	36(39.1)	56	38(67.9)	18(32.1)	-	-	-
5 days	"	51	29(56.9)	22(43.1)	-	-	-	108	35(32.4)	73(67.6)
6 days	"	-	-	-	49	33(67.3)	16(32.7)	112	39(34.8)	73(65.2)
7 days	"	39	27(69.1)	12(30.9)	43	31(71.9)	12(28.1)	93	34(36.6)	59(63.4)
8 days	"	40	20(50.0)	20(50.0)	-	-	-	78	28(35.9)	50(64.1)
10 days	"	-	-	-	43	25(58.1)	18(41.9)	83	25(30.1)	58(69.9)
11 days	"	39	18(46.2)	21(53.8)	-	-	-	-	-	-
13 days	"	38	17(44.7)	21(55.3)	43	29(67.4)	14(32.6)	-	-	-

(試験地A, Bは8月26日～9月8日, 試験地Cは9月25日～10月5日に試験を行った。)

各試験地において、ミヤイリガイが放置地点より上流、下流のいずれに移行するかを示したのが第2表である。

これによると、試験地Aにおいては、放置2時間後に発見貝の72.3%が上流に、27.7%が下流で発見され、放置後7日目迄は上流に発見された個体が、下流で発見された個体より若干多かつた。しかし11日及び13日目の観察では、下流で発見された個体が上流より若干多く、最終観察時である放置後13日目には上流で発見された個体が55.3%であつた。猶、この期間における流速はほぼ10～20 cm/sec. であり、流速の大きな変動は認められなかつた。

また試験地Bにおいては、放置2時間後に発見貝の62.8%が上流に、37.2%が下流で発見され、試験終了時迄上流で発見された個体が、下流で発見された個体より

若干多かつた。最終観察時である放置後13日目には上流で発見された個体が発見貝の67.4%、下流で発見された個体が32.6%であつた。猶、この期間における流速はほぼ10～20 cm/sec. であり、観察期間中流速の大きな変動は認められなかつた。

更に試験地Cにおいては、放置後2時間目に発見貝の25.8%が上流で、74.2%が下流で発見され、試験終了時迄上流で発見された個体が、下流で発見された個体より少なかつた。最終観察時である放置後10日目には上流で発見された個体が発見貝の30.1%、下流で発見された個体が69.9%であつた。猶、この期間における流速は、記録では25～30 cm/sec. で、大きな変動が認められないが、放置後6～24時間の間にかなりの降雨があり、土砂、小礫の流れた形跡が認められ、流速はかなり増し

第3表 時間の経過によるヤマイガイの移行状況

経過 時間	放置 貝数	試験地 A			試験地 B			試験地 C					
		発見 貝数	底面 (比率%)	側壁 (比率%)	水田・桑畑 (比率%)	発見 貝数	底面 (比率%)	側壁 (比率%)	水田・桑畑 (比率%)	発見 貝数	底面 (比率%)	側壁 (比率%)	水田・ブドウ園 (比率%)
2hrs	200	141	141(100.)	0(0.)	0(0.)	0(0.)	156	149(95.5)	7(4.5)	0(0.)	151(100.)	0(0.)	0(0.)
4hrs	"	155	155(100.)	0(0.)	0(0.)	141	75(53.2)	66(46.8)	0(0.)	145	128(88.3)	17(11.7)	0(0.)
6hrs	"	155	55(35.4)	100(64.6)	0(0.)	182	53(29.1)	129(70.9)	0(0.)	95	65(68.4)	30(31.6)	0(0.)
12hrs	"	130	42(32.3)	88(67.7)	0(0.)	164	14(8.5)	150(91.5)	0(0.)	-	-	-	-
24hrs	"	87	24(27.5)	63(72.5)	0(0.)	122	7(5.8)	115(94.2)	0(0.)	98	54(55.1)	44(44.9)	0(0.)
2days	"	88	30(34.1)	58(65.9)	0(0.)	68	3(4.4)	65(95.6)	0(0.)	100	55(55.0)	45(45.0)	0(0.)
3days	"	73	6(8.2)	67(91.8)	0(0.)	49	3(6.1)	46(93.9)	0(0.)	107	58(54.2)	49(45.8)	0(0.)
4days	"	92	26(28.2)	66(71.8)	0(0.)	56	0(0.)	53(94.7)	3(5.3)	-	-	-	-
5days	"	51	4(7.8)	47(92.2)	0(0.)	-	-	-	-	108	85(32.4)	73(67.6)	0(0.)
6days	"	-	-	-	-	49	0(0.)	45(91.8)	4(8.2)	112	31(27.7)	81(72.3)	0(0.)
7days	"	39	1(2.6)	36(92.3)	2(5.1)	43	0(0.)	41(95.3)	2(4.7)	93	32(34.4)	61(65.6)	0(0.)
8days	"	40	6(15.0)	32(80.0)	2(5.0)	-	-	-	-	78	31(39.7)	47(60.3)	0(0.)
10days	"	-	-	-	-	43	0(0.)	32(74.4)	11(25.6)	83	17(23.6)	55(76.4)	0(0.)
12days	"	39	2(5.1)	37(94.8)	0(0.)	-	-	-	-	-	-	-	-
13days	"	38	4(10.5)	33(86.8)	1(2.6)	43	0(0.)	33(76.8)	10(23.2)	-	-	-	-

(試験地A, Bは8月26日～9月8日, 試験地Cは9月25日～10月5日に試験を行った.)

たと想像される。しかしこの間の流速は測定し得なかつた。

2) 移行場所

各試験地において、放置された貝が時間の経過に従って如何なる場所に移行するかを示したのが第3表及び第1図である。場所の区分は大別して通水している際には常時水の存在する底面、通水している際にも直接水に接触しない側壁及び溝渠と環境を異にした水田ならびに桑畑の三つに区分した。

これによると試験地Aでは放置後6時間目にはじめて側壁に移行した貝が発見され、その割合は発見貝の64.6%であった。その後時間の経過と共に側壁に移行する個体が増し、観察終了時である放置後14日目においては発見貝のほぼ90%が側壁に移行しているのが観察されたが、10%程度はまだ底面に存在していた。また水田、桑畑への移行は、放置後7日目以後に1ないし2個体の貝の存在が観察された。

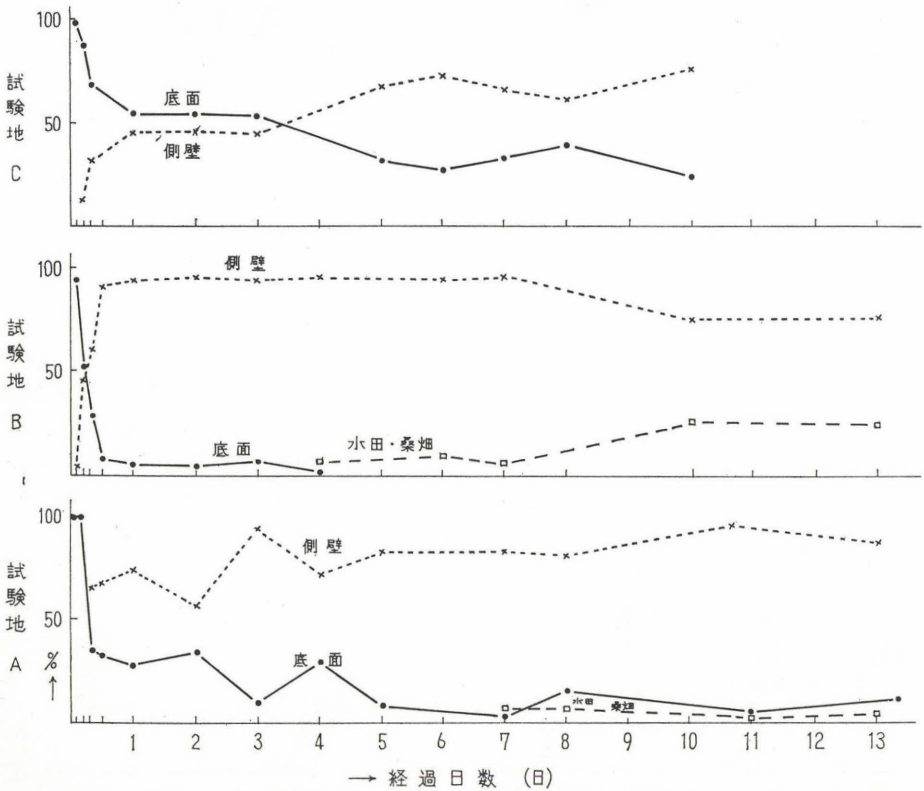
試験地Bにおいては、放置後2時間目に既に発見貝の4.5%が側壁に移行しているのが認められ、6時間目には70.9%に増大した。更に放置後4日目以後は、すべての貝が側壁若しくは水田・桑畑に移行し、底面に存在している貝を認めることはできなかつた。また溝渠より隣接している水田及び桑畑への移行は放置後4日目にはじめて3個体観察され、観察終了時である13日目には10個体(発見貝の23.3%)が観察された。

試験地Cにおいては、放置後4時間目にはじめて発見貝の11.7%(17個体)が側壁に移行しているのが認められ、6時間目には側壁に移行した貝が31.6%に増大した。その後時間の経過と共にその割合が増大したが、しかし観察終了時である10日目においても、発見貝の28.9%が底面に存在しているのが観察された。また隣接しているブドウ園及び水田にはその存在が認められなかつた。

3) 移動距離

第2図は各観察時において放置地点より最も遠方に存していた貝の直線距離を示したものである。

これによると、試験地Aにおいて上流に移行した貝では、放置後6時間目に50~100cmの範囲内を移動したものが2個体あり、24時間目に100~150cmの範囲内を移動したものが1個体存した。その後時間の経過と共に漸次遠方に移行している個体が観察されたが、当調査期間中最も遠方に観察された個体は、第11日目に450~500cmの範囲を移動した1個体であった。一方下流に



第1図 時間の経過によるマイリガいの移行状況

移行した貝では、放置後3日目にはじめて50~100 cmの範囲を移動したものが6個体観察され、4日目には120~200 cmの範囲を移動したものが5個体存した。その後時間の経過と共に漸次遠方に移行している個体が観察されたが、調査期間中最も遠方に観察された個体は第8日目に450~500 cmの範囲を移動した1個体であった。

試験地Bにおいて上流に移行した貝では、放置後24時間目に50~100 cmの範囲を移動したものはじめて2個体観察され、2日後に100~150 cmの範囲を移動したものが7個体存した。その後漸次遠方に移行している個体が観察されたが、最も遠方に観察された個体は第7日目に300~350 cmの範囲を移行した1個体であった。一方下流に移行した貝では、放置後2日目に50~100 cmの範囲を移動したものはじめて3個体観察され、3日目に100~150 cmの範囲を移動したものが1個体存した。その後漸次遠方に移行している個体が観察されたが最も遠方に観察された個体は放置後第13日目に250~

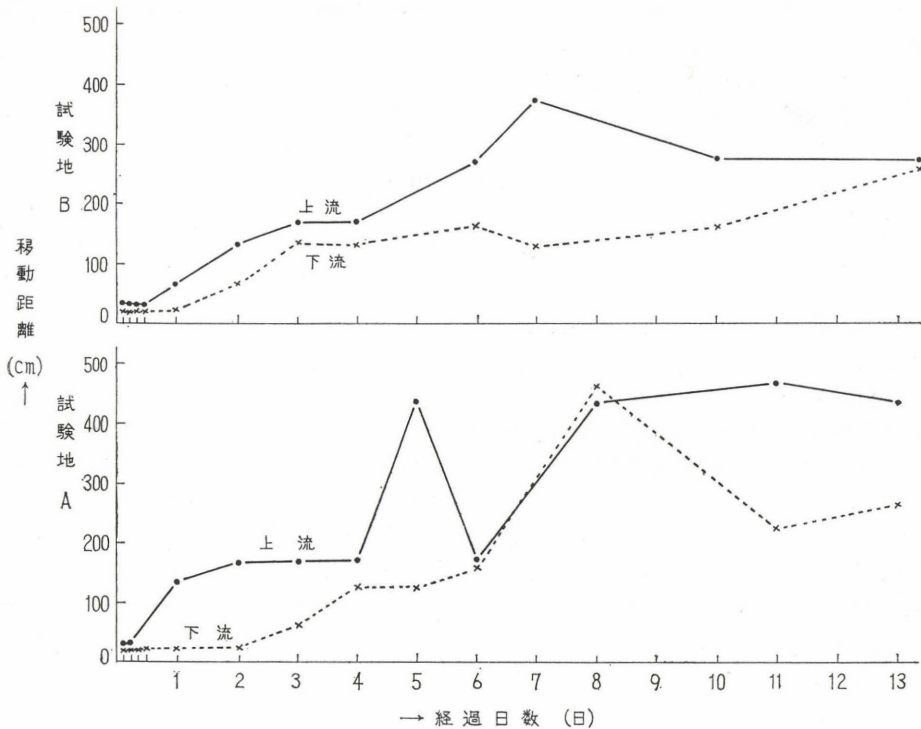
300 cmの範囲を移動した1個体であった。

また試験地Cにおいては、調査開始直後に降雨のため流速が速くなり、それによつて相当数の貝が流されたと思像される。従つて移動距離の資料として不適当と思われるので除外する。

考 察

今回の調査において、調査期間の経過と共に、発見された放置貝の個体数が減少し、調査終了時には試験地Aで放置貝の19%、試験地Bで21.5%、試験地Cで41.5%に減じている。このことに関しては次の事が考えられる。i) 各溝渠の側壁に凹凸があり、その間隙に入り込んだ場合、ii) 草木などの下に入り込んだ場合、iii) 泥土に埋没された場合、iv) 水流によつて遠方まで流された場合。

しかし、本論文において、以下に述べようとするのは、貝の動向、即ち、たとえば貝の側壁への移行、ないしは異質の棲息場所たる水田等への移行であつて、かかる



第2図 時間の経過によるミヤイリガイの最大移動距離

要因の分析を目的としていないし、また本論においてはかかる要因の分析を必要としないものと思惟される。よって、以下に論ずる諸問題に関しては発見貝のみによって論ずる。

まず、水流に対する移動の方向に関しては川本(1954)大田ら(1958)、飯島ら(1958)などが論及している。川本の観察によると、水流に逆らつて貝が上流に移動する現象が認められなかつたと報告し、大田らの野外溝渠を使つての12時間にわたる観察では、上流に移動した貝が大多数で、下流に移動した少数のものは流水により流されたものや、移動距離の極めて短いもののみであつたと報告している。

今回の筆者らの調査において、流速の比較的ゆるやかであつた試験地A及びBにおいては、試験地Aの7日目以後を除けば、上流で発見された個体が下流で発見された個体比べて多かつた。しかしその比率はいずれの試験地においてもほぼ上流6に対し下流4の割合であり、大田ら、飯島らの報告の如き明確な溯行性が観察されなかつたことより、ミヤイリガイが水流に対し正の趨性を持つてると断定することは困難である。その結果を生

じた要因は本調査における環境状態の観察からして、水流が宮入貝をとりまく微小な範囲では必ずしも常に上流から下流へと画一的に流れているのではなく、底部の凹凸などにより流れの方向に相当の変動があること、及びミヤイリガイが比較的すみやかに水外に出て、水流の影響を受ける時間が短いこと、更に消失した個体の多かつたことなどが思推されるが、今後更に検討の要がある。

また、放置直後に降雨のためかなり流速の速くなつたと推察される試験地Cの調査においては、上流で発見された個体に比べ、下流で発見された個体の方がかなり多くなつてゐる。このことは水流による影響が存在したことにより生じた現象であろうと推定される。このことに関して佐々木(1958)はコンクリート溝渠における実験で、30 cm/sec.の流速に5分間晒した場合には平均19%のミヤイリガイが流されると報告しているが、今回の調査の如き複雑な地形での流況状況は、溝渠の底面の状態、貝の大きさなどによつて異なり、どの程度の流速により押し流される個体が生ずるかを本調査の資料のみによつて論ずることは不可能である。

移行場所に関しても既にいくつかの報告がある。小宮

ら(1954)は水を入れたガラス円筒を用いて、24時間後に水中に放置したミヤイリガイの70%が水から出ることを述べている。岡部ら(1957)が自然状態に近似させた飼育箱中に貝を放し観察した報告でも、水中の貝は速やかに運動し、水から出ることを報告しており、津田(1952)、中尾(1959)は季節によつて水中から陸上部へ移行する貝の速度の異なることを報告している。

筆者らの今回の調査においても、水中に放置した貝は急速に側壁部即ち水外部へと移行する現象が認められた。例えば、各試験地での放置後12時間目の結果をみると、試験地Aでは発見貝の72.5%、Bでは94.2%、Cでは44.9%が側壁部へ移行した。

また、今回の調査において、試験地A、Bでは側壁部へ移行した個体が、さらに畦を越えて隣接している水田・桑畑へ移行する現象が認められた。そしてその割合はこの調査でははっきり示されないが、観察する際に非常に困難を伴う水田内において、かなりの個体数が観察されたことより勘案すると、環境によつては比較的容易に移行し得るのではないかと思惟される。

なお、飯島ら(未発表)の調査において、水田内に放置したミヤイリガイが隣接溝渠内において相当数観察されている。

以上のことより、溝渠内に棲息するミヤイリガイ個体群と、これと全く環境を異にした水田内に棲息する同貝個体群とは別のものではなく、水の出入口は勿論、畦を通して比較的容易に交流が行なわれているものと思惟される。従つて、今後これらの個体群調査に当つては常に相互の関連性に注目する必要がある。更に同貝撲滅対策として山梨県下においては、春秋二回のNaPCP撒布が専ら溝渠に限られて行なわれているが、隣接の水田内等に宮入貝の存在している場合には、それらが溝渠内に入り込み、再び個体群を複元させる可能性が強いため、水田の同貝撲滅対策も溝渠と同時に進めることが必要である。

次に貝の移動距離に関しては、飯島ら(1958)は原野の湿地における観察で1カ月に2m前後の移動を行なうと報告し、大田ら(1958)は野外の溝渠において観察し、平均時速昼間6.4~15.1cm、夜間4.1~6.8cmと報告している。

筆者らの今回の調査において移動速度を決定することは、底部における微小な凹凸、あるいは流速の変化等の記録を欠いているので困難である。しかし水流が貝を押し流すほどに強くない試験地A及びBの調査においては、2週間の観察期間中に500cm以上の移動を行なつた

貝は認められなかつたことは興味ある問題と思われる。

要 約

山梨県下の日本住血吸虫病流行地内の野外溝渠を用いて、同吸虫の中間宿主であるミヤイリガイの移動状態を10日~14日間継続して観察し、次のような結果を得た、

1) 貝を押し流すほどに強くない流速の下においては溝渠の上流で発見された個体が下流で発見された個体に比べて若干多かつた。

2) 水中部へ放置されたミヤイリガイは短時間のうちに側壁部即ち水外部へ移行する。

3) 側壁部が湿潤の状態、貝の運動に適している際には、環境の全く異なつた水田・桑畑などにも畦を通して比較的容易にかつ、すみやかに移動が行なわれているものと思惟される。

擱筆に臨み、終始御指導と御校閲を賜つた国立予防衛生研究所寄生虫部長小宮義孝博士、並びに種々御助言をいただいた同部室長安羅岡一男博士に深謝の意を表す。

文 献

- 1) 飯島利彦・中川洋子(1958): 宮入貝の運動に関する研究. 山梨県立医学研究所報, 2, 52-54.
- 2) 川本脩二(1954): 宮入貝(日本住血吸虫中間宿主)の生物学的研究, 第2編, 宮入貝の生態. 京都府医大誌, 55(6), 873-890.
- 3) Komiya, Y. & K. Yasuraoka (1954): The behavior of *Oncomelania nosophora*, the first intermediate host of *Schistosoma japonicum*, in water, Jap. J. Med. Sci. Biol., 6, 451-461.
- 4) 中尾舜一(1959): 宮入貝 *Oncomelania nosophora* (Robson) と水との関係についての実験. 日生態会誌, 9(1), 27-32.
- 5) 岡部浩洋・中尾舜一・下村実(1957): 飼育箱内に於ける宮入貝の運動. 久留米医学会雑誌, 20(6), 793-796.
- 6) 大田秀浄・佐藤重房(1958): 日本住血吸虫中間宿主(宮入貝)の習性に関する研究, 流水中における移動について. 山梨県立医学研究所報, 2, 54-57.
- 7) 齊藤幸・安部信一(1951 a): 宮入貝の生態に関する現地観察(第1報). 久留米医学会雑誌, 14(3-4), 29-35.
- 8) 齊藤幸・安部信一(1951 b): 宮入貝の生態に関する現地観察(第2報). 久留米医学会雑誌, 14(11-12), 94-96.
- 9) 佐々木孝(1958): 日本住血吸虫病撲滅対策としての宮入貝棲息溝渠のコンクリート化について, 寄生虫学雑誌, 7(5), 545-559.

STUDIES ON THE BEHAVIOR OF *ONCOMELANIA NOSOPHORA*,
THE VECTOR SNAIL OF *SCHISTOSOMA JAPONICUM*,
IN THEIR NATURAL HABITAT

I. THE BEHAVIOR IN THE DITCH

YŌICHI ITO, TOSHIHIKO IJIMA, HISASHI YAMASHITA

(*Yamanashi Prefectural Hygiene Laboratory, Kofu*)

&

KIYOJI KAWANO

(*Jounan High School, Tokyo*)

The behavior of *Oncomelania nosophora* was observed in the irrigation ditches of Hatta village in Yamanashi Prefecture, the endemic area of schistosomiasis. Snails used in this study were collected in fields and laveled with lacquer and then 200 of them were put back into the ditches. The results were as follows :

- 1) In the condition that the stream was not so rapid (ca. 10 cm/sec), 60-70 % of snails moved up stream and 30-40 % of them moved down.
- 2) The snails moved rapidly to the side wall of ditches, and a large number of them crept out of the water in a short time.
- 3) A few snail was found in the adjoining rice and mulberry fields. This suggests that snails are able to get over the ridge between rice field and ditch, and moved to the different conditional place, if the ridge is wetted.