

# ヒルによる日本住血吸虫中間宿主

## ミヤイリガイの捕食について

梶原 徳 昭

久津見 晴 彦

我が国の日本住血吸虫症の予防対策は、中間宿主であるミヤイリガイの撲滅に重点がおかれてきた。撲滅対策は殺貝剤の散布、灌漑溝渠のコンクリート化を主とし行なわれた結果、ミヤイリガイの生息は面積・密度共に減少を続けている。とくにその対策が効果的であった広島、岡山、佐賀の各県ではかつての生息地のほぼ全域にわたってミヤイリガイの生息が認められないまでになっている。しかし最近千葉、茨城両県の利根川流域にミヤイリガイの生息と患者の存在が新たに確認されており、また山梨県においてはいまだにその高密度の生息と、少数ながら毎年虫卵陽性者の検出が報告されている。このことから各種のミヤイリガイ対策が推進されねばならないと考えられるが、現在行なわれている溝のコンクリート化及び薬剤散布にとどまらず、生物学的方法をもとりいれた総合的対策を再検討することはきわめて重要である。著者らはその一環として天敵利用有効性を検討しているが、偶然に山梨県中巨摩郡竜王町の水田及び側溝においてミヤイリガイを捕食中のヒルを見出した。そこで同種を採集し実験室内においてミヤイリガイ捕食性について観察を行なったのでここに報告する。

### 材料及び方法

ヒルは現地から採集し一定期間飼育の後用いた。体重は120mgから最大870mgであり、平均500mgであった。捕食実験にはミヤイリガイの成貝(7.1mm以上のもの)、幼若貝(5.0~6.0mm)、及びヘタ除去貝を用いた。またヘタのない貝として、ミヤイリガイの生息地に共存してみられるヒメモノアラガイを用いた。前者は竜王町より、後者は甲府市北部の水田より採集した。実験には15cmシャーレを用い、口紙を敷き水200ccを加えた、各容器にヒル1匹あたり10個の貝を入れ、器壁にはい上った貝は1日1回シャーレの中央にもどした。水は1日おきに更新した。ミヤイリガイのヘタ除去は実体顕微鏡下でメスを用いて行ない、除去の1日後でも活発に運動しているものを用いた。判定は貝が軟体部のみを捕食されるために貝殻が透明化して残ることにより容易に行なえる。

尚、実験に用いたヒルは、北海道学芸大学の藤田博士に同定をお願いしたところ、セスジビル(Whitmania

edentula WHITMAN)であるが、変種であることも考えられるとの御返事を戴いた。ここに記して深謝の意を表する。

### 結 果

#### 1) 照明の影響

温度は24°C一定にし、終日照明、自然照明、暗黒の3条件下においてヒルのミヤイリガイ捕食数の変動を観察した。ミヤイリガイ成貝10個を用いた場合、10日間の平均捕食数を見ると、終日照明下5.4個、自然照明下7.0個、暗黒下7.4個であり、捕食数に有意差は認められなかった、なお自然照明においては平均13時間明るい状態であった。

#### 2) 温度の影響

温度条件がヒルの捕食活動に及ぼす影響を自然照明下において観察した。表1に見られるように、ヒルは10日間に平均20°C±5°Cでは3.5個、27°C±5°Cでは9.5個を捕食した。前者では観察期間の延べ60日を通じてヒルが貝を捕食した日数は20日であり、捕食数は1個のみであるが、後者では80日のうち53日に達した。また1日当りの捕食数も1個が41日、2個が13日、3個が3日と増加している。温度を詳細に見ると、前者では1日の最低気温は常に20°C以下であり、20°C以上を示す時間は27°C±5°Cの場合の半分以下であったが、後者においては20°C以下になる日はなく25°C以下になる時間も観察期間を通じて多であった。このことから、ヒルの捕食活動に及ぼす温度の影響は大きいものと考えられる。

#### 3) ミヤイリガイ成貝と幼若貝の捕食

24°C終日照明下において、成貝と幼若貝のそれぞれ10個づつを個別に与えた場合、ヒルの5日間の平均捕食数は成貝では3.4個幼若貝では3.8個であった。次に両者を5個づつ同時に与え、同様に5日間観察すると、成貝では平均2.1個、幼若貝では1.4個が捕食された。両者を総計した5日間の平均捕食数は3.8個であり、個別投与の場合と差はなかった。観察期間を通じて、捕食をまぬがれた貝のうち水中にいた貝の比率を1日1回の観察により見てみると、成貝では82.2%、幼若貝では85.3%であり、期間中の両者の行動には相違は認められなかった。また1日のうちに両者を共に捕食した日数は3日で

表 1 ヒルのミヤイリガイ捕食数

条件	ヒル	観 察 日 数										計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
終日照明 (24°C)	A	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	5
	B	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	6
	C	0	1	1	0	1	1	0	0	2	0	6
	D	1	0	0	1	0	2	0	1	0	1	6
	E	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	6
自然照明 (24°C)	A	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	6
	B	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	7
	C	2	1	1	1	1	0	1	0	1	1	9
	D	2	0	1	1	0	0	1	0	1	0	6
	E	1	0	0	2	1	1	1	0	1	1	8
暗 黒 (24°C)	A	0	1	1	4	1	0	1	0	0	0	8
	B	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	7
	C	0	1	2	1	0	1	0	0	1	1	7
	D	0	2	1	1	2	0	0	0	1	0	7
	E	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	8
20°C	A	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
	B	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	4
	C	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
±5°C	D	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	5
	E	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
	F	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	4
27°C ±5°C	A	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	6
	B	2	0	0	1	1	0	1	2	0	0	7
	C	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
	D	1	1	1	1	2	1	2	0	0	1	10
	E	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	10
	F	2	1	0	2	1	0	2	0	2	2	12
	G	2	0	0	1	1	1	2	0	1	2	10
	H	1	3	1	3	0	1	1	1	3	1	14

あり、殻長において差があるにもかかわらず、ヒルは両者を選別せず、捕食数は一定であった。

4) ヒメモノアラガイの捕食

上記のミヤイリガイ捕食実験において、成貝と幼若貝の間に捕食数の相違が見られず、しかもその捕食に要する時間の長いことからミヤイリガイにヘタのあることがヒルの捕食を制限している一つの因子と考えられた。そこでヘタのない貝としてヒメモノアラガイを用いて同様の実験を行なった。表2に見られるように充分な数を与えておくと、2日間の平均で7.1mm以上のものでは6.3個5.1~7.0mmでは9.3個5.0mm以下では35.0個を捕食した、2日間の観察ではあるが、このことからミヤイリガイの場合とは異り殻長の大きいものに比して小さいものは多数が捕食されることが分った。

5) ミヤイリガイとヒメモノアラガイの同時投与

ミヤイリガイ成貝5個とヒメモノアラガイ成貝5個を同時に与えて5日間観察を行なった。表2に見られるように、ヒルは第1日目にヒメモノアラガイ5個全てを捕食した。その後ミヤイリガイを捕食したものは4例中3例あったが、その捕食数は1個のみであった。ここに

条件	ヒル	ミヤイリガイ	観 察 日 数					計
			1	2	3	4	5	
24°C 暗 黒 (個別投与)	A B C D E	成 貝	2	0	1	0	0	3
			1	0	1	0	2	4
			1	1	1	0	0	3
			0	1	2	1	1	5
			0	1	0	1	0	2
	A B C D E	幼 若 貝	0	1	1	1	3	6
			0	1	1	1	1	4
			0	0	0	0	0	0
			1	1	1	1	0	4
			1	0	2	1	1	5
24°C 暗 黒 (同時投与)	A	成幼	0	0	1	0	0	1
		成幼	0	0	1	0	1	2
	B	成幼	1	1	1	1	0	4
		成幼	1	0	0	0	0	1
	C	成幼	0	0	0	1	1	2
		成幼	1	1	0	0	0	2
	D	成幼	0	0	0	1	1	2
		成幼	1	1	1	0	0	3
	E	成幼	1	0	1	0	0	2
		成幼	0	0	0	0	1	1
F	成幼	0	1	0	1	1	3	
	成幼	1	0	0	0	0	1	
G	成幼	0	0	1	1	1	3	
	成幼	1	0	0	1	0	2	
H	成幼	0	0	1	1	0	2	
	成幼	0	0	0	0	0	0	

表 2 ヒルのヒメモノアラガイ捕食数

条件	ヒル	ヒメモノアラガイ殻長 (mm)	観 察 日 数		計	平均					
			1	2							
25°C	A B C	7~	3	2	5	6.3					
			2	3	5						
			5	4	9						
±5°C (自然照明)	D E F	5.1~7.0	7	5	12	9.3					
			6	3	9						
			4	3	7						
G H I	~5.0	11	16	27	35.0						
		19	20	39							
		19	20	39							
自然照明	ヒル	貝	観 察 日 数					計			
			1	2	3	4	5				
			A	ヒメモノアラガイ	5	—	—		—	—	5
			ミヤイリガイ	0	0	0	0		0	0	
			B	ヒメモノアラガイ	5	—	—		—	—	5
ミヤイリガイ	0	0	0	0	1	1					
C	ヒメモノアラガイ	5	—	—	—	—	5				
ミヤイリガイ	0	0	0	1	0	1					
D	ヒメモノアラガイ	5	—	—	—	—	5				
ミヤイリガイ	0	0	0	0	1	1					



示された捕食数の相違は、ヒルの嗜好性と貝の形態的相違によると考えられるが、ヒルの捕食活動を制限する大きな要因はヘタの有無であると考えた。

#### 6) ヘタ除去ミヤイリガイの投与

ミヤイリガイのヘタを除去したものと正常なものとの捕食数を 24°C 終日照明下で比較した。表 3 に見られるように両者を個別に 10 個ずつ与えた場合、捕食された貝があれば追加して常時 10 個を与えるようにすると、5 日間の平均捕食数はヘタ除去貝 12.5 個、正常貝 5.0 個であった。次に両者を 5 個ずつ同時に与えた場合は除去貝 7.8 個、正常貝 1.8 個であった。実験期間を通じて捕食をまぬがれた貝のうち水中にいたものを 1 日 1 回の観察によりみると、除去貝では 27.5%、正常貝では 41.5% であった。ヘタ除去貝は多く捕食されるにもかかわらず、正常貝に比して、水中にいる率は低くなっている。そこで容器の底から 2 cm のところに金網を張り水面がその上にくるようにして、両者 5 個ずつを用いて同様の観察を試みた。その結果表に見られるように、5 日間の平均捕食数はヘタ除去貝では 13.8 個、正常貝では 1.5 個であった、貝の水中からの脱出を制限すると、ヘタ除去貝の捕食数に約 2 倍の上昇が見られた。

#### 7) ヒル体重と捕食数の関係

実験に先立ち、化学天秤を用いて各ヒルの体重を測定し、5 日間の捕食数と体重との関係を見た。図 1 に見られるように、正常貝の捕食数と体重との間には相関は見られないが、ヘタ除去貝との間には明らかに正の相関が認められる。このことからヘタの存在がヒルの捕食活動を制限していることが考えられる。

#### 8) ヒルの捕食行動

ヒルの貝捕食行動を観察すると、先ず口吸盤で貝殻を

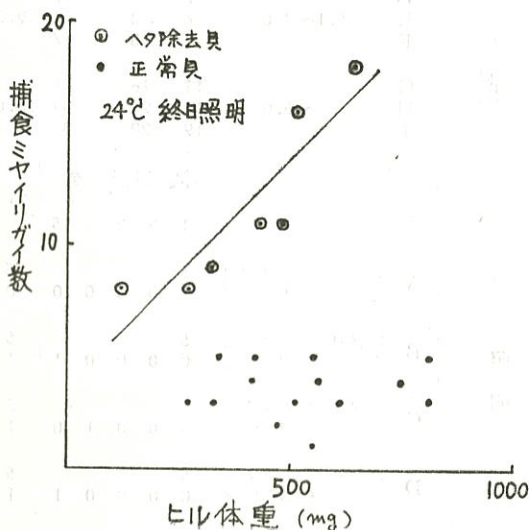
探り、次に貝殻を後吸盤で固定し抱えるようにそれを巻きこんで頭部を殻の中に侵入させる。この順序はほぼ一定であり、貝殻のみを与えた場合にも行なわれる。ミヤイリガイを捕食する際にヒルの頭部は殻頂近くまで侵入するためか、捕食中は刺激に対する反応は鈍い。また捕食に要する時間は時として半日に及ぶこともあり、ヒメモノアラガイ捕食の場合の平均 20~30 分に比して、その困難さがうかがわれる。このことは上記実験で示されたように、ヒメモノアラガイにはヘタが無く、さらに螺旋層が少ないという形態的な差に起因していると考えられる。またヒルは貝の軟体部のみを捕食するが、特にその中腸部を好んで捕食し頭足部は残されることが多い。

さらに少数例の観察ではあるが、他の貝に対する捕食行動についてみると、マルタニシに対しては侵入を試み

表 3 ヒルによるヘタ除去貝と正常貝の捕食数の比較

条 件	ヒル	ミヤイリガイ	観 察 日 数					計
			1	2	3	4	5	
24°C (個別投与)	A	ヘタ除去	2	3	2	3	4	14
	B	ヘタ除去	1	2	3	2	3	11
	C	正常	1	0	2	0	1	4
	D	正常	2	1	1	1	1	6
24°C 終日照明 (同時投与)	A	除去正常	1 0	0 0	0 0	0 0	1 0	2 0
	B	除去正常	3 1	3 1	3 0	3 0	3 0	15 2
	C	除去正常	1 2	2 0	3 1	4 0	3 0	13 3
	D	除去正常	1 0	1 0	0 1	1 0	0 1	3 2
	E	除去正常	0 2	0 1	1 1	2 1	2 1	5 6
	F	除去正常	1 0	1 0	2 0	2 0	2 0	8 0
	G	除去正常	2 1	1 0	1 0	1 0	3 0	8 1
	H	除去正常	3 0	1 0	1 0	1 0	2 0	8 0
水面からの脱出防止 (同時投与)	A	除去正常	2 1	1 0	3 0	2 0	2 0	10 1
	B	除去正常	4 0	3 1	5 0	4 0	1 0	17 1
	C	除去正常	3 1	4 0	4 0	2 0	3 1	16 2
	D	除去正常	2 0	1 1	2 1	3 0	4 0	12 2

図 1 ヘタ除去貝と正常貝の捕食数の比較



るが、殻とヘタの間に狭まれてしまい捕食にまで至らなかった。このことから、大型のヘタを有する貝が正常である場合には、セスジビルの攻撃は捕食にまで至らないと推察された。

## 考 察

貝類を中間宿主とする寄生虫症の予防対策として、その貝類を捕食する生物、寄生生物、病気及び競争種等を利用する生物的防除の試みは、以前から行なわれて来た<sup>1), 2)</sup>。さらに最近では遺伝的性質<sup>3)</sup>や貝の増殖を抑制するフェロモンの利用の可能性も示唆されている<sup>4)</sup>。一方、日本住血吸虫中間宿主であるミヤイリガイに対する生物的防除法の追求も進められ、今日まで宮島、原の蛭の幼虫、結城のコイ<sup>6)</sup>、大田のアメリカザリガニ<sup>5)</sup>、岡部のクロベンケイガニ<sup>5)</sup>、飯島等のタシギ・ツグミ<sup>7)</sup>、横尾・岡部<sup>8)</sup>の線虫等が報告されている。しかしこれらの天敵はいずれもその有効性を疑問視されている。今回の報告は実験室内での制限環境下における観察であるため、天敵としての有効性は検討するまでに至っていない。既に報告されている天敵が生物的防除に利用されるに至らなかった大きな原因は、ミヤイリガイの生息圏の多様性に比して、それらの生息圏は限定されており、線虫を除いて捕食性天敵であること、また全てがミヤイリガイを特異的に攻撃するものでなかったことなどが考えられる。

マンソン住血吸虫の中間宿主である *Australorbis glabratus* を攻撃するヒルはすでに報告されているが<sup>9), 10)</sup>、ミヤイリガイの天敵として新たに加えられたセスジビルも水生であり、水面から完全に離脱した貝に対しては、その攻撃は期待できない、しかも捕食性天敵であるため、その攻撃性は生理的条件に大きく影響されると考えられる。このようにヒルを生物的防除に利用することは、その有効性において疑問であるとしなければならないが Chernin<sup>11, 12)</sup> が示唆するように生態系の多様性が間接的にせよ寄生虫の生物的防除に関与していることも事実である。

以上のことから、今後室内実験と並行して野外実験を行なうと同時に、さらに多くの天敵を見出すことによりミヤイリガイの総合的防除法を検討していきたいと考えている。

## ま と め

山梨県下の水田及び側溝においてミヤイリガイを捕食中のヒルを見出したので、その捕食性を検討した。

- 1) 照明条件を暗黒、終日照明、自然照明としてヒルのミヤイリガイ捕食数を観察したが、差は認められなかった。
- 2) 温度の影響をみると、高温条件では捕食数の増加がみられた。
- 3) ミヤイリガイ成貝と幼若貝の捕食数を比較したが、差はみられなかった。
- 4) ヘタのない貝としてヒメモノアラガイを用いて、同様の実験をしたが、成貝に比して幼若貝は多数を捕食され、ミヤイリガイの結果とは相違した。
- 5) ヒメモノ、アラガイとミヤイリガイを同時に与えると、前者をまず捕食した後ミヤイリガイを捕食した。
- 6) 両者の捕食数の差はヘタの有無であると考え、ミヤイリガイのヘタを除去して実験したところ正常貝に比して捕食数の増加が認められた。
- 7) ヒルの体重と捕食数の関係をみると、正常貝では相関はみられないが、ヘタ除去貝の捕食数との間には正の相関が認められた。

以上の結果より、セスジビルがミヤイリガイを捕食することが確認された。またヒルのミヤイリガイ捕食活動には、温度とヘタの存在が影響していることが認められた。

## 引 用 文 献

- 1) Berg, C. O. : Exp. Parasitology, **33**, 318 (1973)
- 2) Michelson, E. H. : J. Parasitology, **47**, 418 (1957)
- 3) Richard, C. S. : Nature, **227**, 806 (1971)
- 4) Thomas, J. D. : Advance in Parasitology, **11**, 320 (1973)
- 5) 大田秀浄 : 北関東医学雑誌, **6**, 43 (1955)
- 6) 岡部浩洋 : 日本における寄生虫学の研究 I, 55 (1966) 目黒寄生虫館
- 7) 飯島利彦 : 寄生虫学雑誌, **13**, 70 (1963)
- 8) Yasuraoka, K. : Recent Advances in Researches on Filariasis and Shistosomiasis in Japan, 291 (1970) Univ. of Tokyo Press.
- 9) Mc Annally, D. R. and D. V. Moore : J. Parasitology, **52**, 196 (1966)
- 10) Crewe, W. and S. G. Cowper : Trop. med. & Hyg., **67**, 25 (1973)
- 11) Chernin, E. : J. Parasitology, **56**, 287 (1970)
- 12) ———— : *ibid*, **57**, 217 (1971)