

サワガニ (第2中間宿主) における 宮崎肺吸虫の生態学的研究

行 天 淳 一

(昭和58年7月27日 受領)

Key words: *Paragonimus miyazakii*, *Geothelphusa dehaani*, ecological study

緒 言

宮崎肺吸虫 *Paragonimus miyazakii* Kamo, Nishida, Hatsushika et Tomimura, 1961はメタセルカリア, 成虫, 虫卵等の形態的特徴, 第2中間宿主の種類, 分布および実験的終宿主ラットに対する親和性により, 他種肺吸虫と区別され新種として記載された. そして初めイタチ *Mustela sibirica*, テン *Martes melampus*, イノシシ *Sus scrofa leucomystax* が自然終宿主となっていることから, 本虫は野獣の肺吸虫と考えられていた. しかし第2中間宿主がサワガニ *Geothelphusa dehaani* (White, 1847) であることから, 本虫のヒトへの感染の可能性が示唆されていた(宮崎, 1961). その後, 関東地区で多発した肺吸虫症が横川ら(1974), 林(1975)により宮崎肺吸虫症であることが報告され, 本虫もまた人体肺吸虫症の病原虫となることが明らかとなった. 以後サワガニの生食による本症は100例以上を数えると言う(影井, 1981).

本虫は北海道を除く, 日本各地に分布する. 愛媛県における宮崎肺吸虫は伊予三島市および宇摩郡で捕獲されたイタチから見出されたことに始まり, その地域のサワガニから本虫メタセルカリアが見出され, また同地域の沢に生息するホラアナミジンナ *Bythinella (Moria) nipponica* Mori, 1937からは本虫セルカリアが検出されたことにより, この地方でのその生活史が解明された(西田ら, 1965; 1966; 1969). 以後西田ら(1978)は県中部, 南部に生息するサワガニの本虫メタセルカリアの寄生状況を調査し, その山間部に広く分布していることを確認した. また Hirai et al. (1978) は野獣を検索し, タヌキ *Nyctereutes procyonoides viverrinus* もまた本虫の終宿主となっていることを報告した.

サワガニは本虫の唯一の第2中間宿主であり, 淡水域を生活の場とし, 移動性が少ないと考えられることから(林ら, 1977), 本虫の地理的分布を知る上では好適な調査対象となつている. また一方サワガニはヒトに生食される機会が多くなり, 本症が増加している. これらのことからサワガニにおける本虫メタセルカリアの寄生状況は, 疫学上からまた感染予防の面からも的確に把握されることが望まれる. しかしサワガニの本虫メタセルカリアの寄生状況は分布地域内においても地区間, 季節間また宿主サワガニの大きさ, 性別により異なるとされており(宮崎ら, 1964; 富村ら, 1964; 片峰ら, 1966; 初鹿, 1967; Maejima et al., 1971; 伊藤・望月, 1975; 望月ら, 1975; 林ら, 1977; 佐野ら, 1979), これらの成因機序の解明が待たれている. そこで著者は同一地域において寄生状況の周年調査を行うことにより季節の変動を明らかにし, その変動機序について宿主サワガニ群の季節的年齢構成の変遷および本虫のサワガニ体内における季節的発育様相から検討を試みたので, その概要を報告する.

調査地および調査方法

1. 調査地および採集方法

1) 皿木: 上浮穴郡久万町の小部落で, 愛媛県中部, 四国山地に位置し, 仁淀川上流久万川支流の皿木川が流れている. 皿木川は本流(約3km)とそれに注ぐ10本の沢から構成され, 標高975—550mの間に流れている.

感染サワガニの地域的分布状況調査: Fig. 1-2)に示すように23地点においてサワガニを採集した. すなわち皿木川本流および久万川では E-1から E-6の計6地点である. 採集地点間の距離は E-1と E-2間では約300mであるが, 他は700-1000mの距離をおいている. 一方流入する沢での採集は A 沢で3, B 沢で7, C 沢で3, D 沢

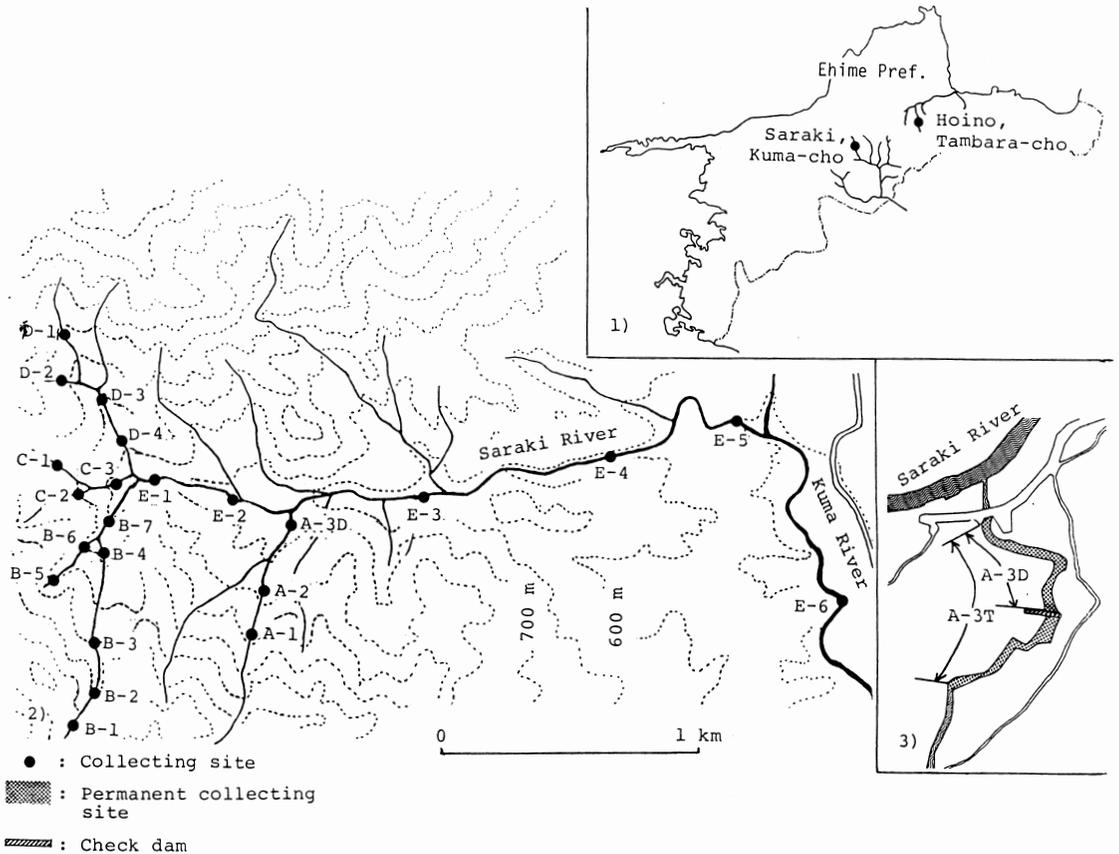


Fig. 1 Outline maps showing the collecting sites of the freshwater crab, *G. dehaani*, examined for *P. miyazakii*.

- 1) Location of Saraki, Kuma-cho and Hoino, Tambara-cho in Ehime Prefecture.
- 2) Distribution of 23 stations in Saraki area.
- 3) Saraki A-3D and A-3T stations magnified.

で4の計17地点で行なつた。地点間の距離は主として200m前後としているが、最長310m、最短90mである。

サワガニの採集は、甲殻の大きさ(甲幅)20mm以上のものを中心に、水底に沈む拳大からヒトの力で除去可能な大きさの石の下に棲むサワガニを素手で捕獲することにより行なつた。しかし一部の調査地点では魚類の臓器をガーゼに包み、水底の石の下に沈め2-3日後、その周囲に集まつたサワガニを捕らえることにより行なつた。なお各調査地点における採集数は7-119匹で、1地点あたり平均51匹、総計1,174匹であつた。

寄生状況の周年調査：周年にわたりサワガニの採集を行なつたのはA沢下流部で、Fig. 1-3)に拡大して示した。すなわちこの地点は全長135mで、下流部から約70m上流に砂防ダムがある。この地点での採集は先の地域

的分布調査および1978年12月から1980年1月の周年調査においては砂防ダム下流部(A-3D)のみで実施した。しかしこの部分のみでの採集を継続するとサワガニの減少が危惧されることから1980年4-8月および1981年1月から翌年8月の間における各採集はこの下流部に加えて砂防ダム上流部65mの地点で実施した(A-3T)。

サワガニの採集方法はほぼ地域的分布調査と同様であるが、魚類の臓器使用による採集は行なわず、素手による捕獲のみによつた。なお各調査期における採集数は63-107匹であつた。

調査地の概況：調査地の概況を記すと、A沢は、川幅3-9m、水深は瀬で約5cm、淵で約30cm、底質は砂もしくは大小の石が多層に重なる浮石である。B, C, Dの各沢はほぼ同様の景観を呈する。川幅2-4m、水深は瀬で

3-7cm 淵で20-30cm である。底質は B-3, B-4地点では砂もしくは転石を見るが、他の地点では岩盤もしくは大小の浮石である。E-1から始まる本流では、上流部の川幅は約6m, 下流部では約16m, 瀬の部分の水深は上流部で約5cm, 最下流部で約30cmとなる。河川周囲の概況は E-2以下の本流域では、周囲は山間盆地の水田であるが、その上流部の各沢およびA沢の周辺は杉もしくは広葉樹の林である。なお河川形態型別(水野・御勢, 1972)に各調査地点を見ると、各沢および本流 E-4地点までは山地溪流型であるが、下流の E-5では中間溪流型, E-6では中流型を示した。

2) 保井野: 周桑郡丹原町の小部落で、四国山地に位置し、皿木より東北に約21km 離れた標高約500m の地域である [Fig. 1-1]。この地域には中山川上流瀬瀬川が流れており、それに注ぐ1本の沢に110m の区間を設け、定期的にサワガニを採集した。この沢は川幅約3m の細流で、底質は岩盤もしくは大小の浮石で、河川形態は山地溪流型を示す。沢の周囲は広葉樹もしくは杉の林である。

サワガニの採集は皿木における寄生状況の周年調査と同様な方法で実施した。なお各調査期における採集数は23-70匹であった。

2. メタセルカリアの検索

採集したサワガニは性別、甲殻の大きさ(甲幅)および体重を記録した後、内部諸器官についてはガラス板2枚により圧平後、甲殻の内臓、筋肉については人工胃液により消化後実体顕微鏡下で肺吸虫成熟メタセルカリア(以下成熟メタセルカリアと略す)の検索を実施した。検出された成熟メタセルカリアは顕微鏡下での形態観察および計測を行なった後、一部は脱嚢メタセルカリアの染色標本作成およびラット、イヌへの感染実験に供した。なお未熟メタセルカリアの検出にはサワガニの内部諸器官のみを対象とした。しかし未熟メタセルカリアは小さいことから諸器官内に埋没して見出しにくい場合もあるので、同一個体の諸器官を反復検査しその検出に努めた。未熟メタセルカリアは成熟メタセルカリアに見られるような肺吸虫メタセルカリア特有の形態を示さないことから、まず計測を行なった後、カバーガラスで軽く押し、内部の幼虫が肺吸虫メタセルカリアであることを確認した。なお一部の未熟メタセルカリアは被嚢内から幼虫を取出し、その形態観察、計測を行なった。

成 績

1. 検出された肺吸虫成熟メタセルカリア

皿木および保井野で得られた肺吸虫成熟メタセルカリア(Photo. 7)は被嚢、脱嚢幼虫の形態およびその計測値、またラット、イヌへの感染実験結果から宮崎肺吸虫成熟メタセルカリアと同定された。しかし本虫成熟メタセルカリアの内臓の大きさ(長径+短径)× $1/2$ およびその厚さは各メタセルカリアによりかなり異つている。寄生部位により生じた差異とも考えられることから、この点について検討したが、寄生部位による差は見出されなかつた。そこで採集期による内臓の変化を検討することとした。すなわち1979年9月から翌年8月まで皿木 A-3D および A-3T で採集されたサワガニに寄生する成熟メタセルカリアを1採集期約200個前後、計1,252個を無作為に選び、内臓の径およびその厚さを計測したところ331-547×343-547 μ m(径)、2-37 μ m(厚)が示された。そこで各メタセルカリアの内臓の大きさを求め採集期別にその平均値と比較を行なったが差は見出されなかつた。しかし各採集期におけるその度数分布は異つており、特に11月、1月においては二峰性の分布を示し(Fig. 2)、これらの度数分布はいくつかの正規分布で構成されていると考えられた。そこで1月の度数分布をCassie (1954)の正規確率紙を用いる方法により各々の正規分布にわけると、Fig. 3に見られるように400.5±12.3 μ m (I)、464.3±22.4 μ m (II)および492.8±13.7 μ m (III)で示される3つの群に分けることができた($\chi^2=6.81$, $P=0.50-0.75$)。これらの各群に属するメタセルカリアの内臓の厚さを見ると、I群では5.7±2.3 μ m、II群では19.0±5.8 μ m、III群では21.9±4.5 μ m が示されI群の内臓が著明に薄いことが判明した。このことからI群のメタセルカリアは内臓の大きさが小さいこと、またその厚さが薄いことで他群のメタセルカリアと区別された。なお得られたメタセルカリアにはI群の標準偏差範囲には入らない、内臓が小さく、また薄いメタセルカリアが見られるが、これらのメタセルカリアの内部虫体は肺吸虫成熟メタセルカリアの形態を示す(Photo. 6)ことからI群に含め、以降I群はその標準偏差上限値(大きさ419 μ m, 厚さ8 μ m)以下の肺吸虫成熟メタセルカリアの形態を示すメタセルカリアとした。これらI群に属するメタセルカリアの出現状況を採集期別に見ると(Fig. 2)、9月には計測したメタセルカリアの1.4%を占めるに過ぎなかつたが、11月から増加し、1月には20.5%となり、以降4月には8.4%と低下するが、その割合は6月まで同程度に保持され、8月には1.4%と、その減少が示された。このことからI群に属するメタセルカリアの出現状況は晩秋から初夏にかけて多い季節的

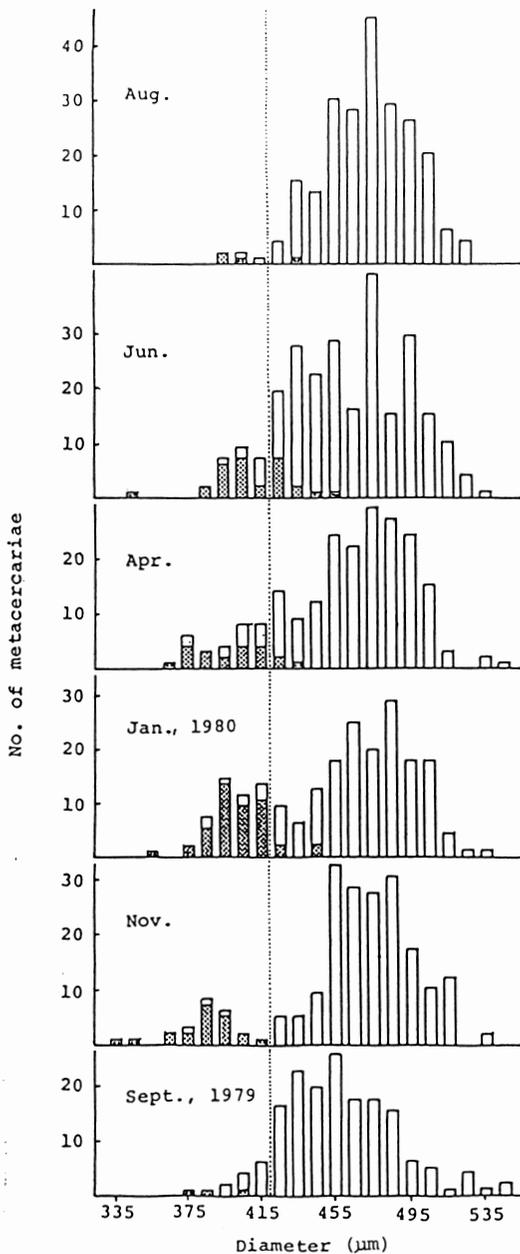


Fig. 2 Seasonal variation of diameter and thickness of the inner cyst wall of mature metacercariae of *P. miyazakii*. Shaded part indicates the frequency of inner cyst wall 2-8 μ m thick. Dotted line indicates the upper limit value of inner cyst wall diameter in small cyst group of mature metacercariae.

変動を示すことが明らかにされた。

なおこれら I 群のメタセルカリアはラットへの感染実験 (Photo. 9) により宮崎肺吸虫成熟メタセルカリアであることが確認された。このことから以降の成熟メタセルカリアの寄生状況の検討は I 群に属するメタセルカリアを含めて行うこととした。

2. 成熟メタセルカリア感染サワガニの地域的分布状況

1977年6月から9月にかけて皿木川および久万川に23個所の調査地点を設け1,174匹のサワガニを採集した。そのうち E-5, E-6 地点を除く 21 地点から得た 531 匹 (45.2%) に成熟メタセルカリアの寄生が認められた (Table 1)。

成熟メタセルカリアの寄生状況はサワガニの大きさ、性別により異なると考えられることから、採集地点間の寄生状況の比較は同一の大きさおよび同性のサワガニを対象として行なうことが望まれる。しかし本調査においては地点によりサワガニの採集数が少ない所があることから、寄生状況の比較は甲幅 21.5mm 以上を示すサワガニを対象として行なつた。

なおこの甲幅値は後述の「宿主サワガニの季節的発育状況」に基づき決定したものである。

採集地点別に寄生状況を見ると、寄生率、平均寄生数が 21 地点の平均値 (48.2%, 2.6 個) より高値を示したのは、A-3D (80.9%, 4.4 個), A-2 (66.2%, 2.8 個), B-2 (81.8%, 2.7 個), B-5 (69.4%, 3.4 個), E-2 (61.5%, 3.2 個) の 5 地点で、特に A-3D 地点では寄生率、寄生数共に本調査地域の最高値が示された。これらの高値を示す周辺部を見ると A-2 上流 A-1 では 46.7%, 2.3 個と低下していた。本流 E-2 上流の E-1 (57.5%, 2.0 個), B-7 (53.8%, 1.7 個), C-3 (50.0%, 1.4 個), D-4 (59.5%, 1.9 個) および D-3 (65.2%, 1.6 個) の 5 地点ではほぼ同様の寄生状況が示され、D-3 地点の寄生率が少し高いのを除けば E-2 より低値であつた。これらの地点よりさらに上流部にあたる C-2 (43.5%, 1.0 個), C-1 (31.2%, 1.4 個) では共に低下傾向が認められた。D 沢においても同様に上流部で低値が示された。しかし B-7 上流の B-5 (69.4%, 3.4 個) および B-2 (81.8%, 2.7 個) ではむしろ増加し高値であつた。一方本流においては、高値を示した E-2 の下流部は E-3 (30.6%, 2.4 個), E-4 (17.4%, 1.4 個) と低下し、E-5 地点以下の下流部では成熟メタセルカリアは検出されなかつた。

以上のことから本流 E-1 およびその上流 4 地点 (B-7, C-3, D-4, D-3) においてはその寄生状況はほぼ同程度

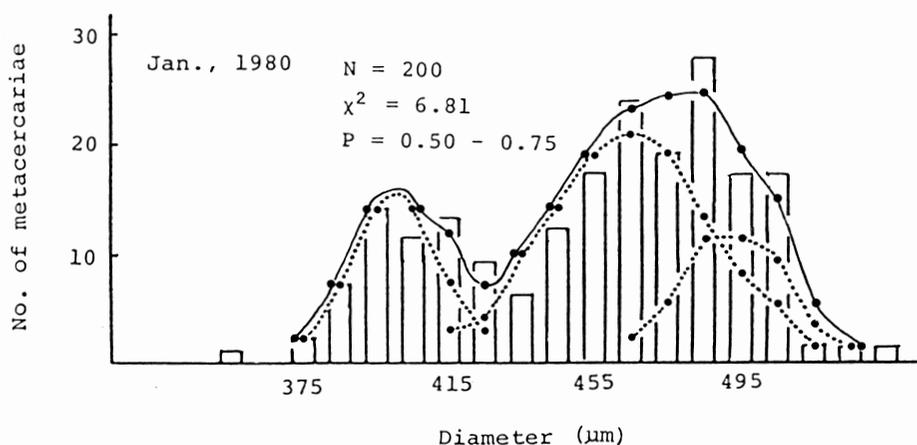


Fig. 3 Fitness of the frequency distribution of the inner cyst wall size in mature metacercariae of *P. miyazakii* to 3 calculated normal distribution (●—●).

Table 1 Infections of mature metacercariae of *P. miyazakii* in the crab, *G. dehaani* at the 23 stations in Saraki area

Stations	Carapace width : 9.5—32.4mm		Carapace width : 21.5—32.4mm	
	Infection rate (I/E, %)	Range of parasite burden in an infected crab (mean)	Infection rate (I/E, %)	Range of parasite burden in an infected-crab (mean)
A-1	44.4(37/84)	1-16(2.2)	46.7(36/77)	1-16(2.3)
" 2	65.2(60/92)	1-17(2.8)	66.2(55/83)	1-17(2.8)
" 3 D	77.7(56/72)	1-14(4.2)	80.9(51/63)	1-14(4.4)
B-1	26.6(4/15)	1- 2(1.2)	50.0(2/4)	1 (1.0)
" 2	54.1(13/24)	1-10(2.2)	81.8(9/11)	1-10(2.7)
" 3	21.8(7/32)	1- 4(1.5)	23.5(4/17)	1- 4(1.7)
" 4	25.0(9/36)	1- 3(1.5)	33.3(3/9)	1- 3(1.9)
" 5	65.8(27/41)	1-10(3.3)	69.4(25/36)	1- 9(3.4)
" 6	51.7(29/56)	1-11(2.8)	56.2(27/48)	1-11(2.5)
" 7	50.7(34/67)	1- 6(1.7)	53.8(28/52)	1- 6(1.7)
C-1	37.5(9/24)	1- 4(1.6)	31.2(5/16)	1- 2(1.4)
" 2	43.2(7/16)	1 (1.0)	43.7(7/16)	1 (1.0)
" 3	43.1(19/44)	1- 7(1.8)	50.0(18/36)	1- 7(1.9)
D-1	36.8(7/19)	1- 2(1.2)	35.2(6/17)	1- 2(1.3)
" 2	28.5(8/28)	1- 6(2.6)	30.2(8/26)	1- 6(2.6)
" 3	56.8(17/30)	1- 6(1.8)	65.2(15/23)	1- 5(1.6)
" 4	60.4(26/43)	1- 7(1.9)	59.5(25/42)	1- 7(1.9)
E-1	57.6(53/92)	1- 7(1.9)	57.5(42/73)	1- 7(2.0)
" 2	59.6(71/119)	1- 9(3.0)	61.5(56/91)	1- 9(3.2)
" 3	32.4(24/74)	1-12(2.3)	30.6(19/62)	1-12(2.4)
" 4	15.2(14/92)	1- 3(1.4)	17.1(12/70)	1- 3(1.4)
" 5	0 (0/67)		0 (0/64)	
" 6	0 (0/7)		0 (0/4)	
Mean	45.2(531/1174)	1-17(2.5)	48.2(453/940)	1-17(2.6)

E: No. of crabs examined I: No. of crabs infected

Table 2 Infections of mature metacercariae of *P. miyazakii* in the crab, *G. dehaani* at Saraki A-3D and A-3T stations, during the period between Dec., 1978 and Aug., 1980

Stations	Date of collection	No. examined	No. infected	Infection rate (%)	Range of parasite burden in an infected crab (mean)	Mean number of metacercariae per crab examined
A-3 D	Dec., 1978	91	76	82.4	1-17 (3.7)	3.1
	May, 1979	77	67	87.0	1-23 (3.3)	2.9
	Jul.	106	89	83.9	1-16 (3.4)	2.9
	Sept.	97	81	83.5	1-16 (3.2)	2.6
	Nov.	82	70	85.3	1-12 (4.2)	3.5
	Jan., 1980	63	51	80.9	1-29 (4.9)	4.6
	Total	516	434	84.1	1-29 (3.7)	3.1
A-3 T	Apr., 1980	100	84	84.0	1-13 (3.7)	3.2
	Jun.	80	66	82.5	1-36 (4.8)	4.0
	Aug.	101	83	82.1	1-29 (4.4)	3.6
	Total	281	233	82.9	1-36 (4.3)	3.6

であるが、他の16地点では異っており、地点間による差異が著明であつた。このことから成熟メタセルカリアの寄生状況の周年調査は一定の小地区で行うことが必要と考えられた。

3. 周年調査による成熟メタセルカリアの寄生状況

地域的分布状況調査により成熟メタセルカリアの寄生状況が比較的濃厚であつた皿木 A-3D, A-3T および新しく調査地点を設けた保井野において成熟メタセルカリアの検索を実施した。

皿木 A-3D (Table 2) : サワガニの採集は1978年12月から1980年1月まで計6回実施した。1回あたりの採集数は63-106匹で、計516匹を検査に供した。成熟メタセルカリアが見出されたサワガニはそのうち434匹(84.1%)であつた。陽性カニ1匹あたりのメタセルカリア数は1-29個、平均3.7個であつた。採集期別に寄生率を見ると80.9-87.0%が示されたが、その間においては有意の差は見出されなかつた。

皿木 A-3T (Table 3) : 採集は1981年1月から翌年8

月まで計10回実施した。1回あたりの採集数は100匹前後で、計995匹を検査に供した。成熟メタセルカリアが見出されたサワガニはそのうち845匹(84.9%)であつた。陽性カニ1匹あたりのメタセルカリア数は1-45個、平均5.3個であつた。採集期別に寄生率を見ると80.1-88.5%が示されたが、その間には有意の差は見出されなかつた。

保井野 (Table 4) : 採集は1979年1月から12月まで計6回実施した。1回あたりの採集数は23-70匹で、計291匹を検査に供した。成熟メタセルカリアが見出されたサワガニはそのうち266匹(91.4%)であつた。陽性カニ1匹あたりのメタセルカリア数は1-96個、平均11.9個であつた。採集期別に寄生率を見ると86.0%から95.7%が示されたがその間には有意の差は見出されなかつた。

以上のことから寄生率で季節的変動を観察するのは困難であると考えられ、改めて寄生数で検討し、後述する。またサワガニの大きさ、性別による寄生状況の検討も同時に実施する。

Table 3 Infections of mature metacercariae of *P. miyazakii* in the crab, *G. dehaani*, at Saraki A-3T station, during the period between Jan., 1981 and Aug., 1982

Date of collection	No. examined	No. infected	Infection rate (%)	Range of parasite burden in an infected crab (mean)	Mean number of metacercariae per crab examined
Jan., 1981	107	86	80.4	1-30 (4.7)	3.7
Apr.	106	85	80.1	1-27 (4.5)	3.6
Jun.	94	83	88.3	1-29 (4.8)	4.3
Aug.	104	89	85.6	1-29 (5.3)	5.2
Oct.	98	85	86.7	1-26 (4.8)	4.2
Dec.	94	80	85.1	1-45 (5.2)	4.6
Feb., 1982	98	85	86.7	1-27 (6.3)	5.5
Apr.	102	85	83.3	1-29 (5.1)	4.2
Jun.	96	82	85.4	1-25 (7.0)	6.0
Aug.	96	85	88.5	1-27 (5.5)	4.9
Total	995	845	84.9	1-45 (5.3)	4.5

Table 4 Infections of mature metacercariae of *P. miyazakii* in the crab, *G. dehaani*, at Hoino station, during the period between Jan. and Dec., 1979

Date of collection	No. examined	No. infected	Infection rate (%)	Range of parasite burden in an infected crab (mean)	Mean number of metacercariae per crab examined
Jan., 1979	23	22	95.7	1-35 (9.0)	8.6
Apr.	48	45	93.8	1-96 (10.6)	9.9
Jun.	70	66	94.3	1-64 (12.8)	12.1
Aug.	50	46	92.0	1-43 (11.0)	10.1
Oct.	57	50	87.7	1-72 (13.4)	11.7
Dec.	43	37	86.0	1-81 (12.6)	10.9
Total	291	266	91.4	1-96 (11.9)	10.9

4. 未熟メタセルカリアの寄生状況
1981年8月から翌年8月の間、皿木 A-3T でサワガニの肺吸虫未熟メタセルカリアの寄生状況を調査した。

得られた未熟メタセルカリアは尾部脱落セルカリアと幼若メタセルカリアにわけることができる(横川, 1951b). 尾部脱落セルカリアは100-130×107-170 μ m の薄い被囊

Table 5 Infections of immature metacercariae of *P. miyazakii* in the crab, *G. dehaani*, at Saraki A-3T station, during the period between Aug., 1981 and Aug., 1982

Date of collection	No. examined	No. infected	Infection rate (%)	Range of parasite burden in an infected crab (mean)
Aug., 1981	28	3	10.7	1 (1.0)
Oct.	98	16	16.3	1-3 (1.5)
Dec.	94	17	18.0	1-4 (1.5)
Feb., 1982	98	26	26.5	1-4 (1.5)
Apr.	102	13	12.7	1-8 (1.8)
Jun.	96	5	5.2	1-3 (1.6)
Aug.	96	1	1.0	1
Total	612	81	13.2	1-8 (1.5)

で包まれる (Photo. 1). 被囊から取出された虫体は Photo. 2に示すように楕円形を呈し, 体前端に口吸盤, その背縁に穿刺棘, 体中部には腹吸盤, また著明な I 字状の排泄囊が体後部に見られる. このことからこれらの虫体は宮崎肺吸虫尾部脱落セルカリアと考えられた.

幼若メタセルカリアは153-336×160-354 μ m の薄い一層の被囊に包まれ, 内部には直位もしくは巻曲した虫体が見られる (Photo. 3). これらのメタセルカリアをカバーグラスで軽く圧平すると, 口吸盤, 弱く彎曲した細い腸管, 腹吸盤および太い I 字状の排泄囊が著明となる (Photo. 4). 被囊より取出し圧平した虫体を Photo. 5に示した. 以上の形態からこれらのメタセルカリアは宮崎肺吸虫幼若メタセルカリアと考えられた.

上記の尾部脱落セルカリアおよび幼若メタセルカリアの形態を持つ本虫未熟メタセルカリアの寄生状況を Table 5に示した. すなわち検査に供した612匹のサワガニのうち, 81匹 (13.2%) に未熟メタセルカリアが見られ, 陽性カニ1匹あたりの寄生数は1-8個 (平均1.5個) であつた. 各採集期別に寄生率を見ると, 8月には10.7%を示すが, 以降漸次増加し, 2月には26.5%に達した. この値は4月以降に減少し, 8月には1.0%を示し, 周年を通じて寄生率の季節的変動が観察された. これらの未熟メタセルカリアは前述のように尾部脱落セルカリアと幼若メタセルカリアにわけられ, その形態は本虫のサワガニ体内での発育様相を現わすものと考えられる. そこで各採集期別に未熟メタセルカリアを尾部脱落セルカリアと幼若メタセルカリアにわけ成熟メタセルカリアに対する割合を求め, 採集期別にその出現状況を観察した (Fig. 4). なお各採集期の成熟メタセルカリア数は, 未熟メタセルカリアの検査を行なつた同一のサワガニか

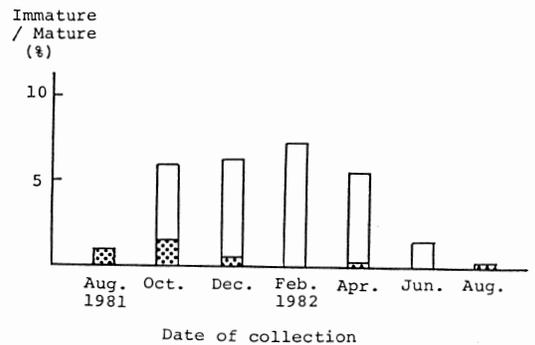


Fig. 4 Seasonal variation of the emergence of immature metacercariae of *P. miyazakii* at Saraki A-3T station.

Immature: No. of immature metacercariae
Mature: No. of mature metacercariae found from those crabs examined for immature metacercariae

▣: Cercariae without tail

ら見出された成熟メタセルカリアの数である (Photo. 8).

尾部脱落セルカリアは8月から12月の間に主として見られ, 4月に少数認められた. 一方幼若メタセルカリアは10月から急増し, 2月にはその値は少し上昇するが, 4月までその占める割合はほぼ同様に維持され, 6月には減少し, 8月には見出されなかつた. このことから尾部脱落セルカリアおよび幼若メタセルカリアの出現状況には季節的変動が認められ ($\chi^2=21.54$, $p<0.001$), サワガニ体内での本虫の発育様相に季節的推移のあることが示唆された.

5. 宿主サワガニの季節的発育状況

本虫成熟メタセルカリアの寄生状況は宿主サワガニの

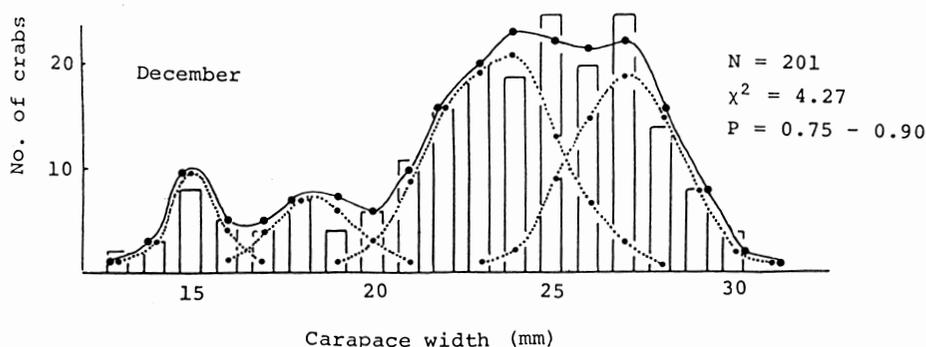


Fig. 5 Fitness of the frequency distribution of carapace width in the crab, *G. dehaani*, to 4 calculated normal distribution (●—●).

大きさにより異なると考えられる。サワガニの大きさは一般的に甲殻の大きさ（甲幅）で表わされている。サワガニの甲幅は春から秋にかけて年2-3回起る脱皮により大きくなり、同一年齢のサワガニではほぼ同じ甲幅値を示す（嶺井，1976）。また金森（1977）は同一年齢群の甲幅は正規分布するとの前提で、野外のサワガニ個体群の年齢を推定し、周年にわたり甲幅の成長を観察している。これらのことからサワガニの甲幅はその年齢を現わすものと考えられ、甲幅による年齢推定を本調査に導入すれば成熟メタセルカリアの寄生状況はより明確なものになると考えられる。そこで冬期はサワガニの脱皮、成長が停止し、成長に起因する甲幅値の変動が少ない時期と考えられることから、冬期の甲幅の度数分布を検討することとした。まず性別による甲幅の差異を血木 A-3T で冬期に採集したサワガニについて見ると、性別により求めた甲幅の度数分布ではその間に差が見られず、一致していることが確認された ($\chi^2=6.00$, $p=0.50-0.75$)。このことから性別による甲幅値の差はないと考えられ、雌、雄の甲幅をもって冬期の度数分布を表わした (Fig. 5)。そしてその度数分布を Cassie (1954) の正規確率紙を用いる方法により各年齢群の甲幅に分けた ($\chi^2=4.27$, $p=0.75-0.90$)。なおこの度数分布は採集を大型個体を中心に行なったため、小さいサワガニが少なくなっており、年齢推定が困難となる。しかし嶺井 (1976) は生後4年目のサワガニの甲幅は16-21mm、また金森 (1977) は4年目にはいつた甲幅の平均は16-17mm としていることから、調査場所は異なるが本度数分布から得られた 18.4 ± 1.2 mm の群は生後4年目にはいつた年齢群の甲幅を表わすと考えられた。そしてこれに基づき 23.4 ± 1.7 mm の群は5年目、 27.0 ± 1.4 mm 群は6年目また最少の 15.0 ± 0.9 mm 群は3年目の年齢群の甲幅値と推定

された。これらの年齢群の甲幅は前述のように春から成長が開始されると考えられる。そこで各採集期別に Cassie (1954) の方法を用い、甲幅により各年齢群にわけ、その平均値、標準偏差を求め、周年にわたり同一年齢群の甲幅の成長を観察した (Fig. 6)。なお各採集期の個体数が少ないため、各度数分布が一致すること (χ^2 -test, $p>0.05$) を確めた後、年度を越えて採集期をほぼ同じくするものは一群として取扱った。また甲幅の比較は F-test を用いて検定した。そこで各年齢群の成長を見ると4年目群の12月の甲幅は 18.4 ± 1.2 mm で示されたが、4月から成長を開始し、10月には 23.0 ± 1.7 mm となり5年目群の12月の値に一致した。5年目群の12月の値は 23.4 ± 1.7 mm を示すが、6月以降にその成長が見られ、10月には 27.0 ± 1.3 mm となり、6年目群の12月の値に一致した。6年目群の12月の値は 27.0 ± 1.4 mm を示し、6月からその成長が見られ、8月には 29.0 ± 2.1 mm に達した。しかしその個体数は少なく、10月にはこの群は見られなかつた。以上のことから、各年齢群の甲幅は春から成長を始め、秋には前年冬期に1高年齢であった群の甲幅に達していることが観察された。一方本調査地における稚ガニの孵化は年1回秋に見られることから、秋は加齢の時期でもあり、年齢増加に伴う甲幅の増大が示された。このことから周年、甲幅によりサワガニの年齢推定が可能となつた。そこで成熟メタセルカリアの寄生状況の検討は、冬期における甲幅値を基準にサワガニを各甲幅群に分けて実施し、その後の成長に伴う寄生状況の変動を観察した。なお基準とした各甲幅群は、比較的採集数の多い 23.4 ± 1.7 mm 群を中心に考え、その標準偏差範囲 (21.5-25.4mm) の甲幅値を示すサワガニを1群、その上限値以上を1群 (25.5mm 以上) および下限値以下を1群 (21.4mm 以下) とし、

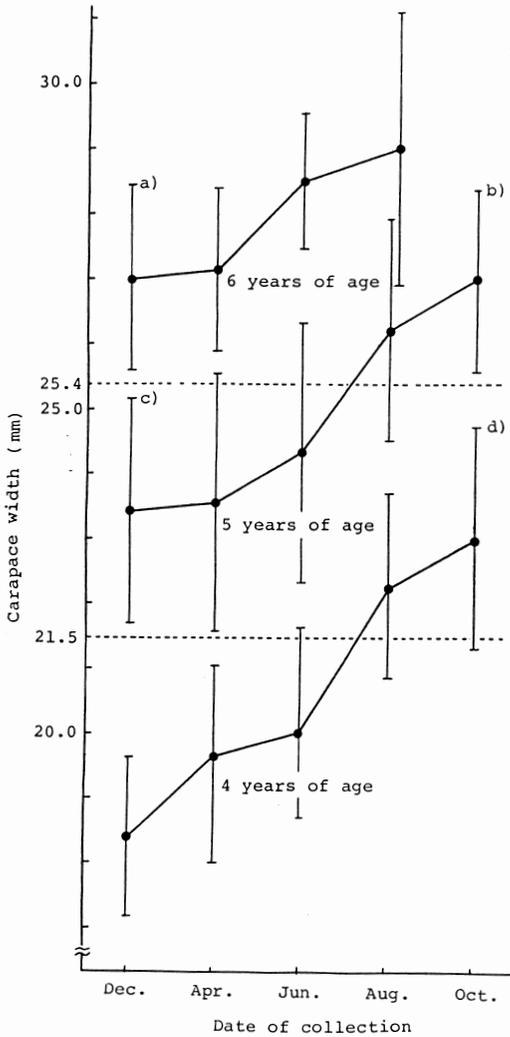


Fig. 6 Growth curves of 3 generations in the crab, *G. dehaani*.

There is no significant difference between a) and b), c) and d), respectively ($p > 0.05$).

12.5-21.4mm, 21.5-25.4mm および 25.5-31.4mm の 3 群とした。なお感染カニの地域的分布状況調査においては採集数の少ない地点があることから、観察対象としたサワガニは甲幅 21.5mm 以上の後者 2 群とし、地点間の寄生状況を比較した。

6. 成熟メタセルカリアの寄生数の季節的変動

成熟メタセルカリアの寄生状況の周年調査において、寄生率による季節的変動の観察は前述のように困難であった。そこで以降寄生数によりその変動を検討した。

1) サワガニ集団の寄生数の表現方法

サワガニ集団の寄生数の表現方法およびそれによる集団間の比較を統計学的に検討する必要がある。そこで皿木 A-3T において 1 月から翌年 6 月までの間に採集されたサワガニ 899 匹について、カニ 1 匹あたりの成熟メタセルカリアの度数分布図を作成し、Fig. 7 に示した。この度数分布を伊藤・村井 (1978) に基づき検討したところ、負の二項分布 ($m=4.4540$, $k=1.0638$) に一致することが判明した ($\chi^2=18.76$, $p=0.20-0.30$)。このことから以降サワガニ集団の寄生数は、カニ 1 匹あたりの成熟メタセルカリア数 (x) を $y=\log(x+1)$ で対数変換した後、その平均値 (\bar{y})、標準偏差を求めて表わすこととした (伊藤・村井, 1978)。また集団間の寄生数の比較は平均値の差を F-test により検定し、その有意性を判定した。

2) サワガニの大きさおよび性別による寄生数の変動

寄生数の季節的変動を観察するにあたり、寄生状況の変動を起す他の要因を除外する必要がある。そこでサワガニの大きさおよび性別による寄生数の検討を行なった。

皿木 A-3T において採集したサワガニ 995 匹を前述した甲幅値 (12.5-21.4mm, 21.5-25.4mm および 25.5-31.4mm) により 3 群にわけ、またこれらの群を性別により 2 群にわけ Table 6 にその寄生数を示した。メタセルカリア数を対数変換して求めた各甲幅群の寄生数は 12.5-21.4mm の群では 0.427 ± 0.291 , 21.5-25.4mm 群では 0.604 ± 0.354 , 25.5-31.4mm 群では 0.735 ± 0.388 を示した。これらの平均値間には有意の差が認められ、甲幅の大きいほど寄生数が増加していることが示された。次にこれら 3 群の雌、雄の寄生数を対数変換値で見ると、25.5-31.4mm 群の雄は 0.782 ± 0.391 , 雌は 0.649 ± 0.367 を示し、雄にその寄生数が有意に多い。また 21.5-25.4mm 群においても同様に雄の寄生数が有意に多い。しかし 12.5mm 以下の群においては雄、雌の寄生数には差が見られなかった。

以上のことからサワガニの大きさおよび性別により寄生数が異なることが判明し、寄生数の季節的変動を観察するには、各採集期のサワガニが同一甲幅群の同性であることが望まれる。

3) 寄生数の季節的変動

前述のことから、各採集期の観察対象としたサワガニは、採集数および寄生数が比較的多い甲幅 21.5-25.4mm を示すものとした。なおこの甲幅群においては性別により寄生数が異なっているが、その季節的推移は雌、

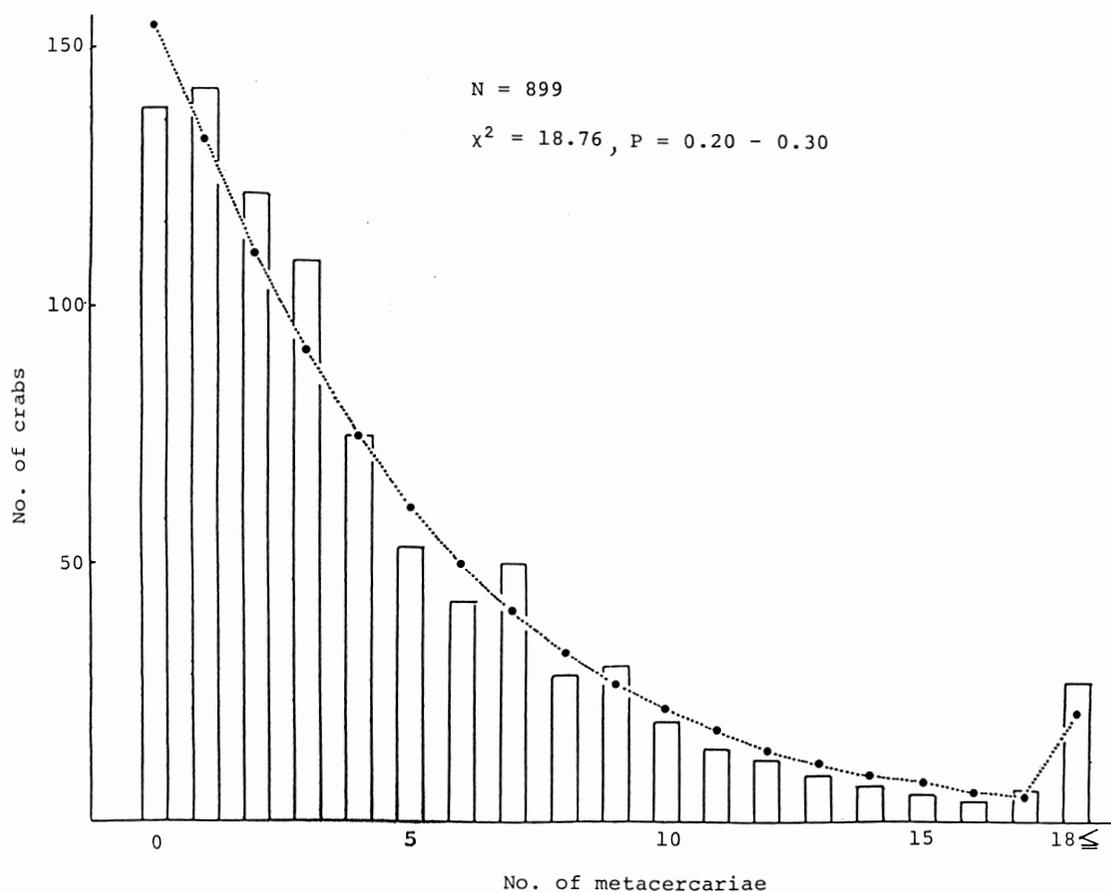


Fig. 7 Fitness of the frequency distribution of mature metacercariae of *P. miyazakii* in one crab to the negative binominal.

Dotted line shows the negative binominal distribution ($m=4.4540, k=1.0638$).

雄においてほぼ同様の傾向を示している (Fig. 8). このことから各採集期における寄生数は雌, 雄区別することなく甲幅21.5-25.4mm に属するサワガニの寄生数をもつて表わし, その季節的変動を観察した (Fig. 8).

皿木 A-3D: 1978年12月のメタセルカリア数を対数変換後求めた寄生数は 0.462 ± 0.371 で表わされ, 以降9月までその値には大きな変化は見られない. しかし11月には 0.646 ± 0.253 , 1月には 0.675 ± 0.340 が示され, 共に9月の値との間に有意の差が認められ, その増加傾向が示された.

皿木 A-3T: 1981年1月のメタセルカリア数を対数変換後求めた寄生数は 0.506 ± 0.343 で表わされ, 6月からその値は増加し, 8月には 0.710 ± 0.377 が示され, 1月の値との間に有意の差が認められ, その増加傾向が観察された. しかしこの値は10月から低下し, 12月には

0.534 ± 0.341 となり, 8月の値との間に有意の差が認められ, その低下傾向が示された. 以降この値は2月に増加傾向が見られるものの12月の値との間には差が見られない. しかし6月には 0.707 ± 0.356 , 8月には 0.678 ± 0.298 が示され, 共に12月の値との間に有意の差が認められ. その増加傾向が示された.

保井野: 1979年1月, メタセルカリア数を対数変換後求めた寄生数は 0.688 ± 0.370 で表わされ, 以降その値は次第に増加し, 10月には 1.011 ± 0.347 が示され, 1月の値との間に有意の差が認められ, その増加傾向が示された. 以降12月には, その値は 0.822 ± 0.458 と低下傾向を示すが, 10月における値との間には有意の差は認められなかった.

以上のことから本調査における寄生数の季節的変動を要約すると, 皿木 A-3D の調査 (1978年12月-1980年

Table 6 Comparison of parasite burden between male and female crabs, *G. dehaani*, by carapace width

Carapace width (mm)	Male			Female			Total		
	No. of crabs examined	No. of mc/crab examined		No. of crabs examined	No. of mc/crab examined		No. of crabs examined	No. of mc/crab examined	
		Real no.	Log (x+1)		Real no.	Log (x+1)		Real no.	Log (x+1)
	\bar{X}	$\bar{Y} \pm SD^*$		\bar{X}	$\bar{Y} \pm SD^*$		\bar{X}	$\bar{Y} \pm SD^*$	
31.4 25.5	186	7.7	0.782 \pm 0.391 ^{a)}	100	5.0	0.649 \pm 0.367 ^{b)}	286	6.7	0.735 \pm 0.388 ^{c)}
25.4 21.5	217	5.6	0.670 \pm 0.371 ^{c)}	205	3.4	0.534 \pm 0.321 ^{d)}	422	4.5	0.604 \pm 0.354 ^{b)}
21.4 12.5	149	2.1	0.415 \pm 0.278	138	2.4	0.440 \pm 0.305	287	2.3	0.427 \pm 0.291 ^{d)}
Total	552	5.3	0.637 \pm 0.382 ^{c)}	443	3.4	0.531 \pm 0.335 ^{d)}	995	4.5	0.591 \pm 0.366

Difference is significant between a) and b), c) and d), e) and f), g) and h), h) and i), respectively ($p < 0.01$). *: Mean and standard deviation obtained from log-transformed number (\bar{Y}) of the metacercariae by $Y = \log(x+1)$

mc: metacercariae

1月)では冬から夏にかけてはほとんど変化が見られず、秋から冬にかけて増加した。一方採集場所の一部を同じくし、調査年次が異なる皿木 A-3T の調査 (1981年1月-1982年8月)では初夏から夏にかけて増加し、秋から冬にかけて減少し、再び夏に増加した。保井野においては増減の時期が少しずれるが、皿木 A-3T における推移とほぼ同様の傾向を示した。

考 察

1. メタセルカリアの発育

1) 未熟メタセルカリアの季節的出現状況

肺吸虫未熟メタセルカリアの第2中間宿主における寄生状況の季節的推移は、ウエステルマン肺吸虫 *P. westermanni* においては横川 (1951a), 中川 (1960) の報告に見られる。すなわち未熟メタセルカリアは周年モクズガニ *Eriocheir japonicus* に見られ、その寄生率は変化しないとされている。Stromberg *et al.* (1978) はケリコット肺吸虫 *P. kellicotti* 未熟メタセルカリアの季節的出現状況を第2中間宿主である Crayfish, *Orconectes* spp. において観察し、未熟メタセルカリアが現われ始めるのは6, 8月で、9月に最高値に達し、翌年3月まで見出されたとし、その季節的変動を報告している。宮崎肺吸虫については宮崎ら (1964) の観察があり、未熟メタセルカリアは秋、冬に多いとしているが、詳細は不明

である。本調査においては、宮崎肺吸虫未熟メタセルカリアの寄生状況に季節的変動があることを見出した。そして各採集期により出現する未熟メタセルカリアの形態変化およびその推移により、季節的発育様相を観察した。すなわち主として夏から初冬にかけて出現した尾部脱落セルカリアは、秋から見られた幼若メタセルカリアへと発育する。幼若メタセルカリアの状態で越冬したメタセルカリアは、それが見られなくなる夏までに成熟メタセルカリアへ発育するものと考えられる。なお第2中間宿主における未熟メタセルカリアの季節的消失は、すでにケリコット肺吸虫において観察され、その消失は成熟メタセルカリアへの発育により起つたこととされている (Stromberg *et al.*, 1978)。

2) 成熟メタセルカリアの季節的出現状況

本調査において検出された宮崎肺吸虫成熟メタセルカリアに I 群と称した内膜が小さくまた薄いメタセルカリアが含まれていた。安藤 (1919) はサワガニ体内におけるウエステルマン肺吸虫の発育を観察し「虫体の構造はほとんど完成するが包囊菲薄」と呼ぶ発育段階を記述している。また行天 (1983) は宮崎肺吸虫セルカリアをサワガニに感染させ、60-75日後に幼若メタセルカリアと I 群と形態を同じくするメタセルカリアを得ている。これらのことから I 群のメタセルカリアはサワガニ体内での宮崎肺吸虫の1発育段階を現わしていることが示唆さ

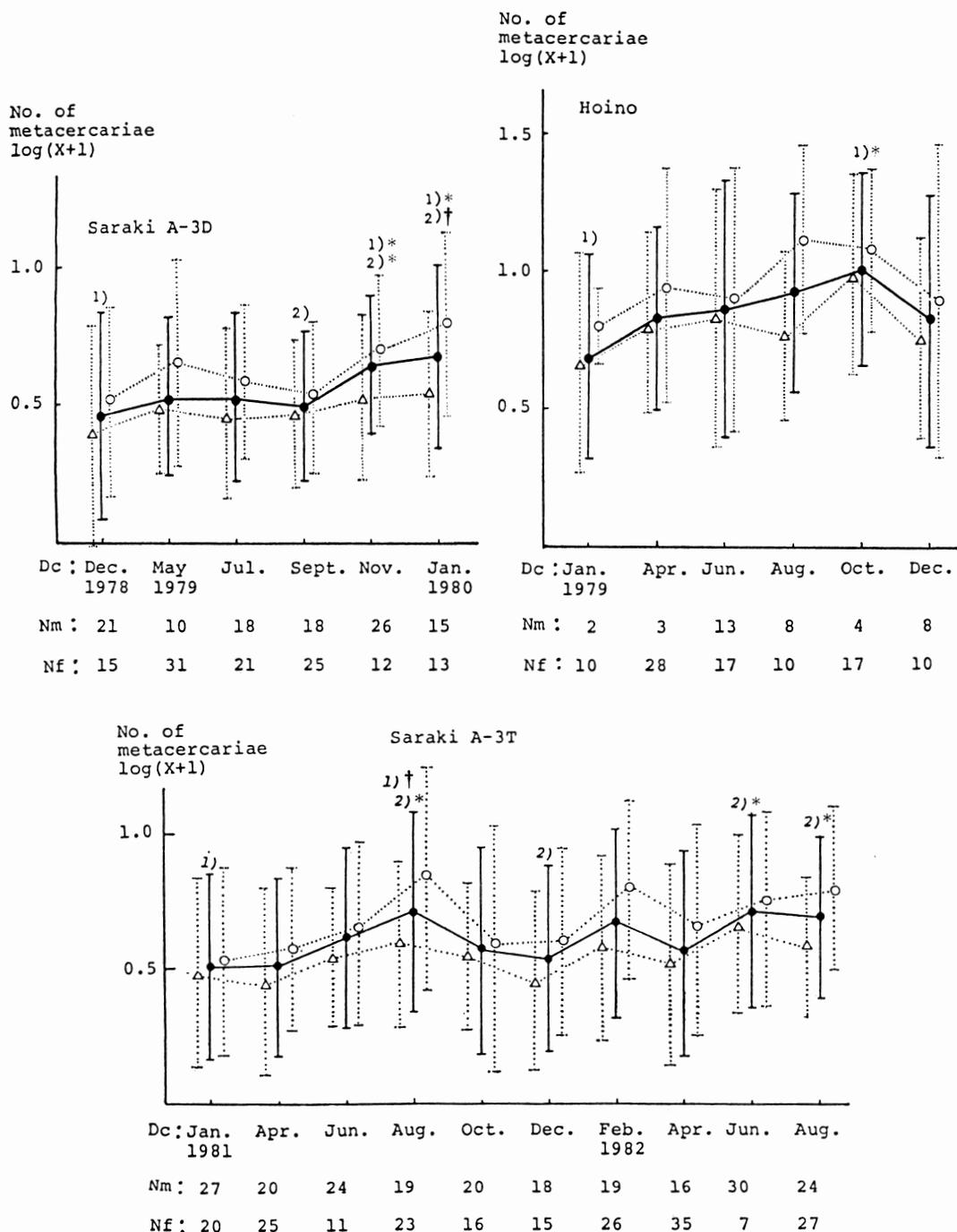


Fig. 8 Seasonal fluctuation of parasite burden in the crab, *G. dehaani* (Carapace width: 21.5-25.4mm).
 ●—●: Total, ○—○: Male, △—△: Female
 Dc: Date of collection, Nm: No. of males, Nf: No. of females
 Difference is significant between 1) and 1)* or 1)†, 2) and 2)* or 2)†, respectively (†: $p < 0.01$, *: $0.01 < p < 0.05$).

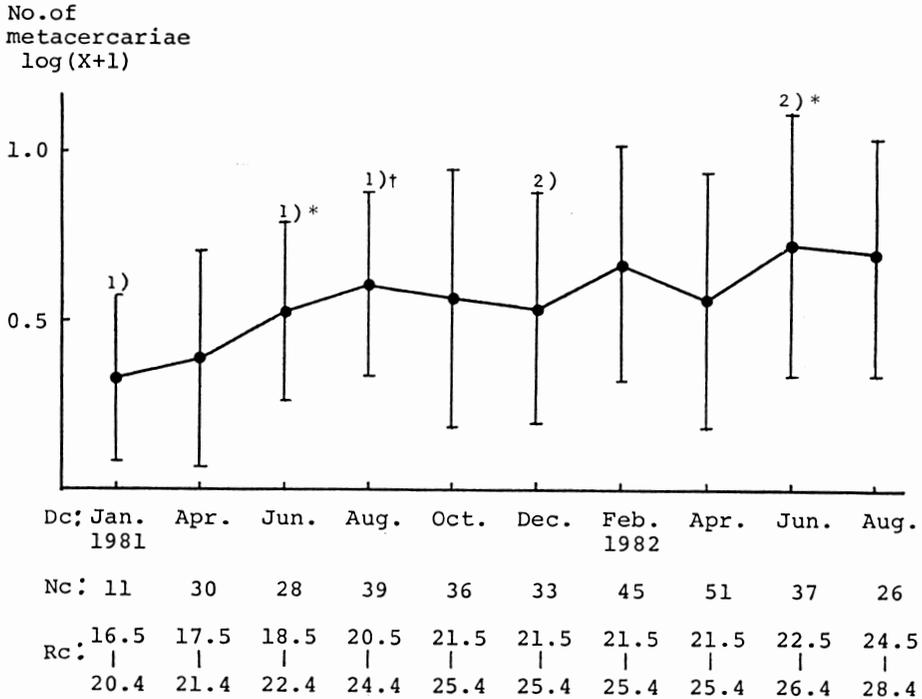


Fig. 9 Seasonal fluctuation of parasite burden in one generation of the crab, *G. dehaani* at Saraki A-3T station, during the period between Jan., 1981 and Aug., 1982.

Dc: Date of collection, Nc: No. of crabs, Rc: Range of carapace width (mm)

Difference is significant between 1) and 1)* or 1)†, 2) and 2)*, respectively (†: $p < 0.01$, *: $0.01 < p < 0.05$).

れる。未熟および成熟メタセルカリアの季節的出現状況から考察すると、I群のメタセルカリアの増加は前述のように11月からであり、幼若メタセルカリアの急増を見る10月の後となっており、季節的推移から幼若メタセルカリアが発育し、I群のメタセルカリアになることが示唆される。

なお未熟および成熟メタセルカリアの調査年次が異なっていることから、本虫の季節的発育様相に相違があると危惧される。しかし成熟メタセルカリアの調査時に、8-11月にかけて尾部脱落セルカリアが見出されており、後述する本虫セルカリアのサワガニへの感染時期が、未熟メタセルカリアの調査時と同じであることから、その季節的発育様相も類似していると考えられる。またI群のメタセルカリアはラットへの感染実験により宮崎肺吸虫成熟メタセルカリアであることが確認されている。

以上のことからI群に属するメタセルカリアは幼若メタセルカリアが発育し、成熟メタセルカリアになった初期のものと考えられ、他群(II, III)の成熟メタセルカ

アと区別して初期成熟メタセルカリア (Early stage-mature metacercaria) と称したい。そしてこのメタセルカリアが晩秋から冬にかけて増加することを明らかにした。

3) メタセルカリアの季節的発育様相

宮崎肺吸虫のサワガニ体内での季節的発育様相は不明である。本調査では前述したようにその発育様相は明らかとなつたが、それは、未熟および成熟メタセルカリアの面から各独自の観察によつているため、周年を通じての発育様相を見る上では明確さを欠いている。

そこで両調査に基づきその季節的発育様相を考察したい。未熟メタセルカリアである尾部脱落セルカリアは、セルカリアのサワガニに感染後まもない形態であること(横川, 1951b)から、その出現時期は本虫のサワガニへの感染時期とほぼ一致すると考えられ、主として夏から初冬であることが示唆される。そして幼若および初期成熟メタセルカリアの推移から考え、感染したセルカリアは秋に幼若メタセルカリアとなり、冬には成熟メタセル

カリアへと発育する。一方幼若メタセルカリアの状態で越冬したメタセルカリアは夏までにはすべてのものが成熟メタセルカリアへと発育するものと考えられる。本虫セルカリアから成熟メタセルカリアまでの発育に要する期間は詳細には明らかでないが、水温18Cの室内実験で、60-75日後に初期成熟メタセルカリアが得られている(行天, 1983)。ウエステルマン肺吸虫においては、夏では42-52日、秋では96-106日を要する。そして、その発育は外界の温度に依存しているとされている(安藤, 1919)。本調査地での周年を通じての水温は17C(8月)から4C(2月)の間で変化している。メタセルカリアの発育が水温に依存しているとすれば、セルカリアの感染時期により、成熟メタセルカリアになるまでに要する期間はかなり異なるものと考えられる。特に冬期においては、水温は7-4Cを示し、また幼若メタセルカリアの出現状況に低下を見ないことから、この時期では、メタセルカリアの発育は停止しているかまたはそれに近い状態となつているものと考えられる。

以上のことから夏から初冬にかけて感染したセルカリアは、感染時期により一部のものは冬までに成熟メタセルカリアとなり、他は幼若メタセルカリアで越冬し、夏までに成熟メタセルカリアに発育することが示唆された。

このことから年2回、冬と夏に新しい感染による成熟メタセルカリアが出現すると考えられた。

2. 宿主サワガニの大きさおよび性別による成熟メタセルカリアの寄生状況

サワガニの大きさ、性別による成熟メタセルカリアの寄生状況を把握し、その寄生態度を解明することは本虫とサワガニの関係、特に生態学的、疫学的側面を知る上では重要である。サワガニの大きさを表わす方法として、甲殻の大きさ(甲幅)または体重が使用されている。表現方法が異つていても、傾向はほぼ同じで、大きいサワガニほど寄生率あるいは寄生数が多いことが諸家によつて観察されている(宮崎ら, 1964; 富村ら, 1964; 片峰ら, 1966; 望月ら, 1975; 林ら, 1977)。

本調査においては前述したように、サワガニの大きさを甲幅であらわし、甲幅の大きい群ほど寄生数が多いことが判明した。このことはサワガニの甲幅による年齢推定から、高年齢群に寄生数が多いと言い変えることができる。そこで年齢に伴う寄生数の変化機構を知る目的で、同一年齢群のサワガニの成長に伴う寄生数の推移を観察したのが Fig. 9である。すなわち1981年1月、4年目群(甲幅16.5-20.4mm)と考えられたサワガニの寄生数を甲幅の成長に基づいて示した。観察された期間が1

年半と短かく、1年齢群のみの成績であるが、以下のようであつた。この年齢群は4月から成長を始め5年目に入る10月にはその甲幅は21.5-25.4mmに達し、冬から翌年春にかけては成長が停止しているが、6月には成長が始まり、8月には甲幅が24.5-28.4mmになつている。一方寄生数は6月、8月に増加し、以降著明な増減は見られず、翌年6月に再度その増加が認められた。なおこの観察期間を通じて著明な寄生数の減少を示した時期は見られなかつた。このことはメタセルカリアが新しい感染によりこのサワガニ群に蓄積されていることが示唆される。宮崎肺吸虫のサワガニ体内での生存期間は未だよく知られてないが、仮にかなり長期間生存しているとすれば、大きいサワガニに寄生数の多いのは、年齢増加に伴ない、毎年新しい感染によりメタセルカリアが蓄積すると理解される。

一方サワガニの性別による成熟メタセルカリアの寄生状況では、諸家による報告は種々で、差がない(片峰ら, 1966)、雄に多い(望月ら, 1975)、雌に多い(林ら, 1977; 佐野ら, 1979)とする報告がある。本調査では寄生数において、甲幅21.5mm以上の群、すなわち成熟期(嶺井, 1968)に達した雄、雌にその差が見られ、雄に多いことが示されたが、21.4mm以下の群では性別による寄生数の差は見られなかつた。性別により肺吸虫メタセルカリアの寄生状況に差異が生じる要因については不明であるが、Yoshimura *et al.* (1970)は同一条件下で佐渡肺吸虫 *P. sadoensis*、大平肺吸虫 *P. ohirai* セルカリアをサワガニに水中で暴露し、感染させ両種のメタセルカリアの寄生率が雄に高いとしている。今後本虫およびサワガニの生理、生態学的研究から性別により寄生状況に差異を生じた要因について、検討されることが望まれる。

3. 成熟メタセルカリアの寄生状況の季節的変動

宮崎肺吸虫メタセルカリアのサワガニにおける寄生状況の季節的推移を観察した報告は宮崎ら(1964)、初鹿(1967)、Maejima *et al.* (1971)、伊藤・望月(1975)、今井ら(1976)、林ら(1977)、佐野ら(1979)に見られるが、その消長は種々である。すなわち今井ら(1976)、佐野ら(1979)は周年変化が見られないとし、初鹿(1967)、Maejima *et al.* (1971)、伊藤・望月(1975)は春から夏にかけ増加し、秋から冬にかけて減少する傾向を示すとしている。また宮崎ら(1964)、林ら(1977)は春、夏より秋、冬に多いと報じている。しかし調査方法の詳細な点が不明なものが多く、サワガニの大きさ、性別により寄生状況がかなり異なつていることを考慮す

ると、その評価は困難となる。また寄生状況の変動を起す要因についても解析されていない。

本調査においては、前述のように、皿木 A-3T および保井野では夏に増加し、冬に減少する、また皿木 A-3D では夏に著変が見られず、冬に増加する季節的変動が観察された。このような変動は、サワガニの採集を沢に一定区間を設け、その間に棲むサワガニを対象に周年実施したこと、またサワガニの移動性が少ないと考えられること（林ら、1977）から、地域的に生じる寄生状況の変動の影響はあまり受けていないと考えられる。季節的変動を起す要因として、セルカリアの感染による新しい成熟メタセルカリアの出現、サワガニに寄生している成熟メタセルカリアの死亡による消失また宿主サワガニの死亡および高齢化による観察対象群からの消失が考えられる。以下これらの要因に基づき本調査結果を考察してみたい。まず成熟メタセルカリアの死亡によるサワガニ体内からの消失について見ると、成熟メタセルカリアの寿命は不明であるが、前述したように、同一年齢群のサワガニを1年半追跡し、その間寄生数の著明な減少は見られなかったことから寄生数の変動を起すほど著明な成熟メタセルカリアの消失はないものと考えられる。次にセルカリアの感染による成熟メタセルカリアの出現はその季節的発育様相から年2回、冬と夏に起ると考えられる。一方観察対象としたサワガニは周年21.5-25.4 mmの甲幅を示すものであった。この甲幅群は Fig. 6に示したように12月には生後5年目の年齢群で構成されるが、この5年目群の甲幅は6月からの脱皮、成長により10月には 27.0 ± 1.3 mm となり、観察対象とした21.5-25.4 mmの甲幅群には含まれなくなる。そしてこの甲幅群は新しく5年目にはいつたサワガニで構成される。すなわちこの甲幅群は秋から冬にかけて若年齢群の個体で置き変わり、寄生数もまた減少すると考えられる。Stuht (1981) は Crayfish におけるケリコト肺吸虫メタセルカリアの寄生状況を周年観察し、高年齢個体の死亡、幼若個体の出現により Crayfish 個体群の年齢構成が若齢化する時期にその寄生率が低下することを報告している。

以上のことからサワガニの寄生数の増加は夏と冬に起り、またサワガニ群の寄生数の減少はその年齢構成が若齢化する冬に起ると考えられる。

これらのことから本調査で観察された成熟メタセルカリアの寄生数の変動を見ると、夏は寄生数の増加する時期であり、皿木 A-3T および保井野でその増加が観察されている。しかし皿木 A-3D ではその増加は見られ

ない。このことは感染したセルカリアの数が少ないことによるか、または感染したセルカリアが多くても冬になる前に成熟メタセルカリアとなり、幼若メタセルカリアの状態で越冬するものが少なかったことによるかは不明であるが、夏の増加に寄与するほど新に出現した成熟メタセルカリアの数が多くなかったことによると考えられる。一方冬は寄生数の増加と減少が同時に現われる時期と理解される。皿木 A-3T および保井野では減少していることが示され、サワガニ群の若齢化による減少が新に出現した成熟メタセルカリア数をうまわり、著明に現われたと考えられる。一方皿木 A-3D では増加が示された。このことは若齢化による減少より、新に出現した成熟メタセルカリア数が多く、その増加が著明に現われたものと理解される。

以上のことから本虫成熟メタセルカリアのサワガニにおける寄生数の季節的変動は、セルカリアの感染による新しい成熟メタセルカリアの出現と、サワガニ群の若齢化により起ると考えられるが、その消長は既存の成熟メタセルカリアの数と新しく出現した成熟メタセルカリアの数の多少に左右され、年により異なつた推移をたどるものと考えられる。

4. 成熟メタセルカリア感染サワガニの地域的分布状況

皿木地域において成熟メタセルカリア感染サワガニの地域的分布状況を調査し、23地点中21地点から採集したサワガニに成熟メタセルカリアの寄生が確認された。これらの調査地点を水野・御勢 (1972) によりその河川形態型を見ると、感染サワガニが見出された21地点のそれは山地溪流型であり、一方見出されなかった E-5、E-6の2地点は中間溪流型および中流型であった。このことから宮崎肺吸虫成熟メタセルカリア感染サワガニは加茂 (1967) の言う山間溪流に分布するものと考えられた。しかし感染サワガニの分布が確認された21地点（延べ5000m）において寄生状況に差異が認められたことは前述のとおりである。このような小地域における寄生状況の差異はすでに富村ら (1964)、林ら (1977) の報告に見られる。そしてその要因としては、第1中間宿主の地域的分布状況およびそれにおける本虫の寄生状況が考えられる。しかし本調査ではサワガニにおける成熟メタセルカリアの寄生状況が地域的に差異のあることを認め、その寄生状況が比較的濃厚であった皿木 A-3T、E-1、E-2および保井野においてホラアナミジンナ (Photo. 10) の生息を確認したに止まつており、第1中間宿主における本虫の寄生状況は未調査である。これらのことから現段階では地域内

における成熟メタセルカリア感染サワガニの分布状況の差異要因について論ずることは差し控えたい。そしてその解明は今後の広範かつ詳細な調査研究に待ちたい。

結 論

愛媛県久万町皿木および丹原町保井野に生息するサワガニの宮崎肺吸虫を調査し、その寄生状況について、本虫およびサワガニの生態学的側面から検討し、以下の結論を得た。

1) サワガニに寄生する成熟メタセルカリア数の度数分布は負の二項分布を示すことを明らかにした。そしてサワガニ集団の寄生数はカニ1匹あたりのメタセルカリア数(x)を $y = \log(x+1)$ で変換し、その平均値(\bar{y})および標準偏差で表わし、集団間の寄生数の比較を行なった。そしてそれにより成熟メタセルカリアの寄生状況の変動がより明確にされた。

2) 成熟メタセルカリアの寄生数が高年齢のサワガニほど多いことを見出し、それが年齢増加に伴うメタセルカリアのサワガニ体内への蓄積により起るものと考えられた。一方性別においては、成熟期に達した雄サワガニに寄生数が多いことを明らかにした。

3) 成熟メタセルカリアの季節的寄生状況の変動を観察し、夏期に向つて増加し、冬期にかけて減少する推移と、夏期に著明な増減を示さず、冬期に増加する推移が見出された。これらの推移についてサワガニ体内における本虫の季節的発育様相および宿主サワガニの季節的発育状況から考察し、寄生数の増加はセルカリアの感染による新しい成熟メタセルカリアの出現により、年2回夏期と冬期に起り、その減少はサワガニ集団の年齢が若齢化し、寄生数の少ないサワガニで構成される冬期に起る。しかしその季節的推移は既に寄生していた成熟メタセルカリアの数と、新しく寄生した成熟メタセルカリアの数の多少により決まり、年によつて異つた消長を示すものと考えられた。

なお本論文の要旨は第47, 49, 51回日本寄生虫学会総会および第35, 36, 38回同学会西日本支部大会において分割発表した。

稿を終るに臨み、終始御指導いただきました御校閲を得た愛媛大学 西田 弘教授、採集に御援助いただいた同大学酒井雅博修士および御助言いただいた福岡大学木船悌嗣教授に深謝の意を表します。また貝の同定を御願した東海大学波部忠重教授に併せて深謝の意を表します。

文 献

- 1) 安藤 亮(1919): 肺ジストマノ第一中間宿主決定ニ関スル研究(第一報) 特ニ蟹体内ニ寄生セシメ得タル被包囊幼虫ノ発育ニ就テ. 東医事新誌, 2178, 7-11.
- 2) Cassie, R. M. (1954): Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. J. Mar. Fresh. Res., 5, 513-522.
- 3) 行天淳一(1983): 宮崎肺吸虫のサワガニ体内での発育, 1. セルカリアの実験的感染. 寄生虫誌, 32(増), 8.
- 4) 初鹿 了(1967): 宮崎肺吸虫 *Paragonimus miyazakii* Kamo, Nishida, Hatsushika et Tomimura, 1961の生物学的特徴に関する研究. 米子医誌, 18, 241-271.
- 5) 林 滋生(1975): 最近注目されている寄生虫病—宮崎肺吸虫症について—. 総臨, 24, 2104-2112.
- 6) 林 滋生・鈴木了司・川中正憲・熊田三由・加藤桂子・児玉邦子・遠藤卓郎・保阪幸男・村田以和夫(1977): 宮崎肺吸虫症の疫学的研究 静岡県川根地区のサワガニにおけるメタセルカリア寄生状況の解析. 寄生虫誌, 26(増), 41.
- 7) Hirai, K., Nishida, H. and Okada, N. (1978): On the natural final host of *Paragonimus miyazakii* Kamo, Nishida, Hatsushika et Tomimura, 1961 in Ehime Prefecture, Japan. J. J. R. M., 27, 800-805.
- 8) 今井淳一・坂口祐二・片峰大助(1976): 長崎県野母半島で見出された宮崎肺吸虫について. 熱帯医, 18, 49-58.
- 9) 伊藤二郎・望月 久(1975): 静岡県におけるサワガニの宮崎肺吸虫被囊幼虫の分布とその寄生状況. 寄生虫誌, 24, 241-249.
- 10) 伊藤嘉昭・村井 実(1978): 動物生態学研究法(上巻). 268頁, 古今書院, 東京.
- 11) 影井 昇(1981): 寄生虫にまつわる最近の話題 I 新しい寄生虫病. 薬事, 23, 1483-1493.
- 12) Kamo, H., Nishida, H., Hatsushika, R. and Tomimura, T. (1961): On the occurrence of a new lung fluke, *Paragonimus miyazakii* n. sp. in Japan. (Trematoda: Troglotrematidae). Yonago Acta Med., 5, 43-52.
- 13) 加茂 甫(1967): 肺吸虫. 医学のあゆみ, 61, 280-283.
- 14) 金森正博(1977): サワガニの生態 I 成長. 採集と飼育, 39, 126-127.
- 15) 片峰大助・坂口祐二・吉田朝啓・山本隆一(1966): 長崎県における宮崎肺吸虫の分布. 長崎大風土病紀, 8, 119-126.
- 16) Maejima, J., Kamo, H. and Hatsushika, R. (1971): Studies on *Paragonimus miyazakii*

- Kamo, Nishida, Hatsushika *et* Tomimura, 1961. 2. Second intermediate host and intracrab stage. *Yonago Acta Med.*, 15, 35-44.
- 17) 嶺井久勝(1968):日本のサワガニ類. *Nature Study*, 14, 94-99.
- 18) 嶺井久勝(1976):サワガニ, 清流に生きる. *アニマ*, 41, 10-15.
- 19) 宮崎一郎(1961):肺吸虫症, 肺吸虫の分類, 発育史, ならびに分布のあらまし. *胸疾*, 5, 953-962.
- 20) 宮崎一郎・浜島房則・石井洋一(1964):サワガニ体内における宮崎肺吸虫メタセルカリアの発育について. *寄生虫誌*, 13, 319-320.
- 21) 水野信彦・御勢久右衛門(1972):河川の生態学. 245頁, 築地書館, 東京.
- 22) 望月 久・本間達二・殿岡初美・伊藤二郎・秋山雅晴・大野吉夫(1975):静岡県における宮崎肺吸虫について—サワガニに寄生する宮崎肺吸虫メタセルカリアの分布状況について—. *静岡衛研報*, 18, 51-56.
- 23) 中川晃子(1960):モクズガニの生態と肺吸虫メタセルカリアの寄生状況について. *新潟医学会誌*, 75, 861-881.
- 24) 西田 弘・行天淳一・酒井雅博・平井和光(1978):愛媛県における宮崎肺吸虫についてV. 愛媛県中・南部におけるサワガニについての調査. *寄生虫誌*, 27, 239-244.
- 25) 西田 弘・石川和男・小野郷一・佐賀幸次郎(1965):愛媛県における宮崎肺吸虫について. *愛媛衛研報*, 24, 1-3.
- 26) 西田 弘・小野郷一・佐賀幸次郎・檜垣峯子・竹内欣一・中島敏光(1966):愛媛県における宮崎肺吸虫について(第2報). *愛媛衛研報*, 26, 7-10.
- 27) 西田 弘・小野郷一・竹内欣一・初鹿 了・平井和光(1969):愛媛県における宮崎肺吸虫について(第3報). *愛媛衛研報*, 30, 1-4.
- 28) 佐野基人・荒木国興・石井 明・記野秀人・林道明・藤生好則(1979):東海地方の宮崎肺吸虫. *日医事新報*, 2874, 16-19.
- 29) Stromberg, P. C., Toussant, M. J. and Dubey, J. P. (1978): Population biology of *Paragonimus kellicotti* metacercariae in central Ohio. *Parasitology*, 77, 13-18.
- 30) Stult, J. N. (1981): A study in parasite ecology: The fluctuation of infection rates and parasite burden in *Orconectes propinquis* infected with *Paragonimus kellicotti*. University Microfilms International, Michigan & London, 74 P.
- 31) 富村 保・森鼻迪夫・寺内 淳・竹山晃市(1964):山口県岩国市六呂師産サワガニ *Potamon dehaani* における宮崎肺吸虫被囊幼虫の寄生状況について. *寄生虫誌*, 13, 204-214.
- 32) 横川宗雄(1951a):肺吸虫(*Paragonimus westermani*)幼虫の生態, 特に第二中間宿主への移行経路に関する研究. *臨医学*, 36, 253-262.
- 33) 横川宗雄(1951b):肺吸虫幼虫の生態(第三)肺吸虫成熟ケルカリアの第二中間宿主への移行経路及びその体内に於ける発育. *臨医学*, 36, 413-424.
- 34) 横川宗雄・荒木国興・斉藤祺一・百瀬達也・木村 満・鈴木昭次・千葉直彦・久津見晴彦・葉袋 勝(1974):最近関東東地区に多発した宮崎肺吸虫症について—特に免疫血清学的診断法について—. *寄生虫誌*, 23, 167-179.
- 35) Yoshimura, K., Hishinuma, Y. and Sato, M. (1970): Comparative studies on *Paragonimus sadoensis* Miyazaki, Kawashima, Hamajima *et* Otsuru, 1968 and *P. ohirai* Miyazaki, 1939. III. Experimental infection of *Potamon dehaani* White and *Sesarma dehaani* H. Milne-Edwards with the cercariae of the two species. *Jap. J. Parasit.*, 19, 154-170.

AbstractECOLOGICAL STUDIES ON A LUNG FLUKE, *PARAGONIMUS MIYAZAKII*,
IN ITS SECOND INTERMEDIATE HOST, *GEOTHELPHUSA DEHAANI*

JUNICHI GYOTEN

*(Department of Parasitology, Ehime University School of
Medicine, Shigenobu-cho, Ehime Prefecture 791-02, Japan)*

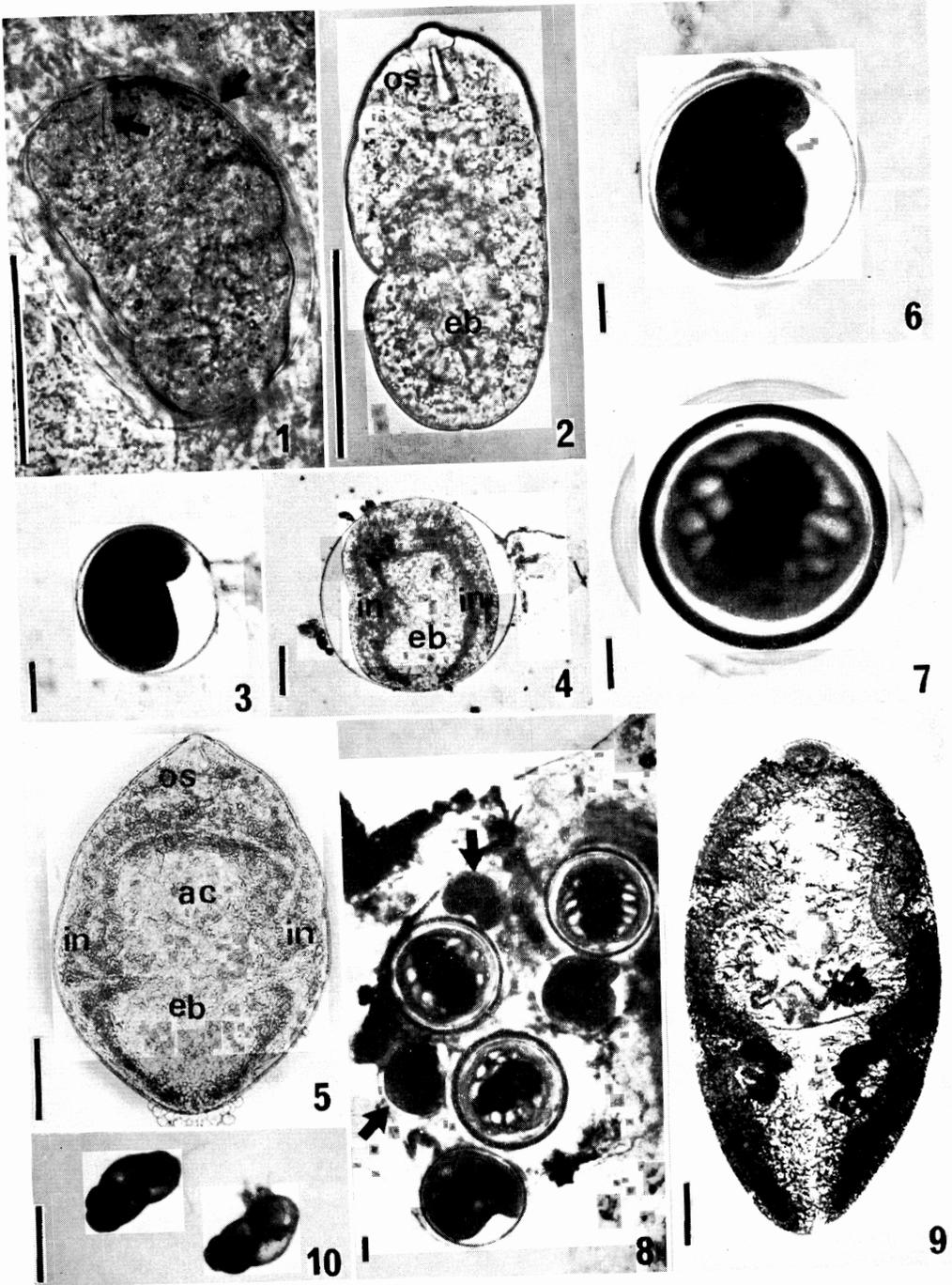
Ecological study was made on the young lung fluke, *Paragonimus miyazakii*, infecting fresh-water crabs, *Geothelphusa dehaani* in Saraki, Kuma-cho and Hoino, Tambara-cho, Ehime Prefecture. These data were analyzed on ecological aspects of the parasite and crabs.

Results obtained were as follows;

1) Frequency distribution of number of mature metacercariae in one crab, fitted to the negative binominal (Fig. 7). The number (x) of metacercariae in one crab, was transformed into y [$=\log(x+1)$] and the comparison of parasite burden among crab populations was carried out using the mean number (\bar{y}) and standard deviation of the transformed data. Therefore, the fluctuation of parasite burden among crab populations became clear.

2) The parasite burden in the crabs increased along its growth. It was considered that the fact arose from the accumulation of the metacercariae into the crab along its growth.

3) The seasonal fluctuation of parasite burden in the crab population, whose carapace was 21.5-25.4mm in width, were observed in main study site. From Dec., 1978 to Jan., 1980 at Saraki station, the parasite burden did not fluctuate from winter until summer. However, it increased for the next winter. On the other hand, from Jan., 1981 to Aug., 1982 at the same station, the parasite burden increased for summer and decreased for winter (Fig. 8). These fluctuations were investigated on the seasonal development of the metacercariae and the crabs. The increase of parasite burden arose from the occurrence of the newly infected mature metacercariae, it occurred in winter and summer. On the other hand, the decrease arose from a change of age composition of crab population, it occurred in winter when crab population composed of young crab with a small number of metacercariae. However, since the fluctuation depend on the relation between the parasite burden of the newly infected mature metacercariae and of the infecting, the seasonal fluctuation differed by the year of the observation.



Explanation of Photographs

- Photos. 1-8 Developmental stage of *Paragonimus miyazakii* metacercaria in a freshwater crab, *Geothelphusa dehaani* (Scale: 100 μ m).
- Photo. 1 An immature metacercaria, cercaria without tail, with stylet and thin cyst wall (marked with arrows), mainly found out from summer until early winter.
- Photo. 2 The excysted immature metacercaria, cercaria without tail, (Photo. 1), showing similar morphological characteristic to *P. miyazakii* cercaria from its 1st intermediate host, *Bythinella nipponica*.
- Photo. 3 An immature metacercaria found out from autumn until the next early summer.
- Photo. 4 The specimen (Photo. 3) flattened with cover glass for morphological examination of the immature metacercaria.
- Photo. 5 An excysted immature metacercaria.
- Photo. 6 An early stage-mature metacercaria which is the developmental stage after the immature metacercarial stage, found out from late autumn to the next early summer.
- Photo. 7 A mature metacercaria found out throughout the year.
- Photo. 8 The immature metacercariae (marked with arrows) and mature harboring in pericardial cavity of the crab captured in winter.
- Photo. 9 An adult worm of *P. miyazakii* obtained from lung of an albino rat infected with the early stage-mature metacercariae (Scale: 1 mm).
- Photo. 10 Minute snails, *B. nipponica*, the 1st intermediate host of *P. miyazakii* captured at Hoino station (Scale: 1 mm).

ac: acetabulum, eb: excretory bladder, in: intestine, os: oral sucker