

フィリピン, レイテ島における日本住血吸虫 中間宿主貝 *Oncomelania quadrasi* の水路に沿った分散の研究

下村 浩† Manuel J. Santos§ 阪田 泰和‡
Bayani L. Blas§ 田中 寛† 安羅岡 一男§§

(昭和54年1月5日 受領)

緒 言

日本住血吸虫 *Schistosoma japonicum* 中間宿主貝の殺滅に関して, その生物学的特性を利用する目的から, 特に自然環境下における中間宿主貝 *Oncomelania* 属の個体群についての生態学的研究が行なわれて来た. 貝の移動に関して, 自然状況下における分散の状態を調査することは, 個体群の変動の種々の可能性を知り, 中間宿主の駆除作業を進める際にも重要である.

本実験は, フィリピンにおける日本住血吸虫症流行地レイテ島の小川と それに沿った湿った岸上での *Oncomelania quadrasi* の分散を定量的に調べる目的で実施された.

方 法

この調査は, フィリピン, レイテ島のサンタフェ (Sta. Fe) にある San Juan stream で1976年3月27日より4月27日までの31日間に亘って行なわれた. 地形図の略図は Fig. 1 に示されている.

この流れは, 湧出水の放水路の一部で, 川幅1~2.5 cm, 最大水深約20cm, 川床は小砂利と砂であった. 本調査の一カ月半程前に川岸の清掃が行なわれ, 水路内に草木は生えておらず, 岸上の草は部分的に水中に垂れているだけであった. 水は透明で, 流速44.5cm/sec. Fig. 1に

見られるように川は蛇行しており, 流れの淀む部分の川床には落葉が沈澱していた. 岸の両側は樹木や竹が密生して, 水面への日差しは一時的であまり強くなかった.

実験地には中間宿主貝の生息が見られたが, 個体数が少ないので, 他の河川より採集した貝を導入した. 用意した *O. quadrasi* の殻にピンクのマニキュアを塗布し, 十分に乾燥させた後, 湿った口紙を敷いたバットの中に放って生死を判別し, 活動的な生貝を用いることによつて, マニキュア塗布による影響を出来得る限り避けた.

3月27日に標識貝2,000個体を Fig. 1の No. 5の地点に固めて放した. 放置点周辺は図に示したように, 土手から水流までの最大幅は約2m, 流れに向つてゆるやかに傾斜しており, 少量の湧出水で常時湿潤な状態で, 草は部分的に生えていた. 放置点は流れへの移行部に設けた. 水中及び流れに沿った岸上の貝は, 実験最終日の4月27日までに5回, 貝に触れずに目視観察を行なつた. 放置点付近の湿潤な地表の貝は Fig. 2に示したように. 放置点を原点として50cm 毎の半円を描き, 放射状に6区画に区切つてその各々の区画内の貝を放置後31日目の4月27日に, 流れに沿つた貝と共にピンセットを使つて回収した.

結 果

1. 放置点周辺の湿った地表における分散

標識貝の区画別の採集数は Fig. 2 に示されている. 原点からの距離別の貝生息密度を3区画に分けて Table 1に示した.

分散の形式は, 密度をD, 半径をrとすると, $\log D$ とrの間に一次回帰の関係が成立すると言われていた (伊藤嘉昭, 1975). しかし, 今回の実験では良い適合

本研究は国際協力事業団によるフィリピン・日本協同研究として行なわれた.

† 東京大学医科学研究所寄生虫研究部

§ Schistosomiasis Control and Research Project, Department of Health, R. P., Palo, Leyte

‡ 広島大学医学部寄生虫学教室

§§ 筑波大学基礎医学系医生物学類

が得られず、D と r の間に直線回帰関係 (a) が存在した。但し各区間の密度Dは、扇形中央の半円をもって原点からの距離 r として計算した。

$$D=f(r)=-0.0006045 r+0.08331 \dots \dots (a)$$

D : 1 cm² あたりの貝数

r : 原点からの距離 (cm)

原点より半径 r₁, r_n (i>n) で囲まれた扇形内の貝の総数Nは、(b) 式で表わされる。

$$N=\frac{1}{2} \int_{r_1}^{r_n} 2 \pi r \cdot f(r) \cdot dr = \pi \int_{r_1}^{r_n} r \cdot f(r) \cdot dr \dots \dots (b)$$

この r を 10cm 毎に区切って計算した値をグラフにすると Fig. 3 のような三次曲線の一部となつた。実験地で回収された貝の数と、(b) 式の値との結果を比較すると Table 1 のようになり、よく適合していた。

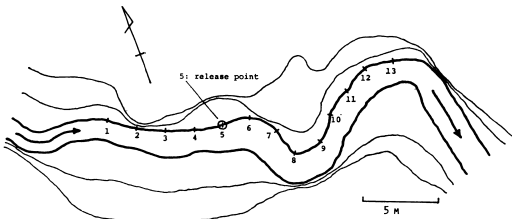


Fig. 1 Topographic map of the experimental area at San Juan stream in Sta Fe, Leyte, Philippines.

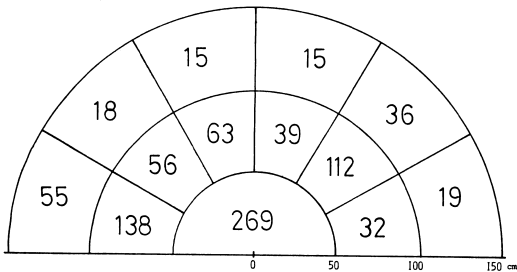


Fig. 2 Distribution of snails recaptured after 31 days on the moist bank.

今回の実験期間31日間における湿つた地表上の分散の状態は、ほぼ Fig. 3 の曲線と同様であつたと推定される。この曲線の示す貝生息数と距離の関係から、平均分散速度を求めると、68.8cm/month, 95%信頼限界は、50.9~86.7cm であつた。

2. 流水に沿つた分散

1976年3月27日に2,000匹の貝を Fig. 1 の No. 5 地点に放し、日を追つて川に沿つた各観察地点の貝を観察した。

7日後 (4月3日)

最も多数の貝が発見されたのは、放置点側の岸辺で、放置点より上流2mの間であつた。下流方向8mの地点まで少数の個体が観察され、同側の上流方向は4m地点まで標識個体が認められた。放置点の対岸にも多数観察され、上流6m, 下流4mに亘つて広がつていた。

なお今回の観察では、水中の貝数が示されていない。これは口紙採集法により実験貝の回収を試みたが、放置貝数が少なかったことによるのか、回収貝数が少なく、次回より目視観察に変更したため比較の対象とならないので割愛した。

11日後 (4月7日)

7日後と同様に、放置点より上流2mの間に最も貝数が多く、同側下流6m, 上流7mまで貝の分散が認められた。対岸では、放置点の上・下流各2mの間に少数の貝が観察された。

この日より川底に多数の標識貝が見られたので、以降川床の貝の分散に留意して観察を進めた。川床では、貝は放置点の下流に多く、12m地点まで観察できたが、上流方向へは2m地点までの分散であつた。

17日後 (4月13日)

川底の貝数は、前回の観察より減少しているが、上流5m地点、下流22m地点にそれぞれ一匹観察された。放置点側、対岸共に貝数の増加が見られ、特に対岸下流

Table 1 The number of snails collected at different distance from the release point after 31 days

Distance from release point (cm)	Mean distance from release point (cm)	Area of semi-circular zone (cm ²)	No. of snails collected	Snail density (×10 ⁻³ cm ²)	No. of snails calculated
0- 50	25	3927	269	68.50	248
50-100	75	11781	440	37.35	427
100-150	125	19635	158	8.05	152
Total			867		827

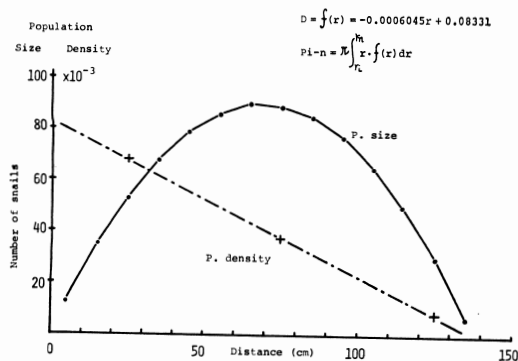


Fig. 3 Population size and density calculated from formula of regression line of the snail density on the distance from the release point.

— Population size in 10 cm semicircular zone
 - - - Population density No./cm²

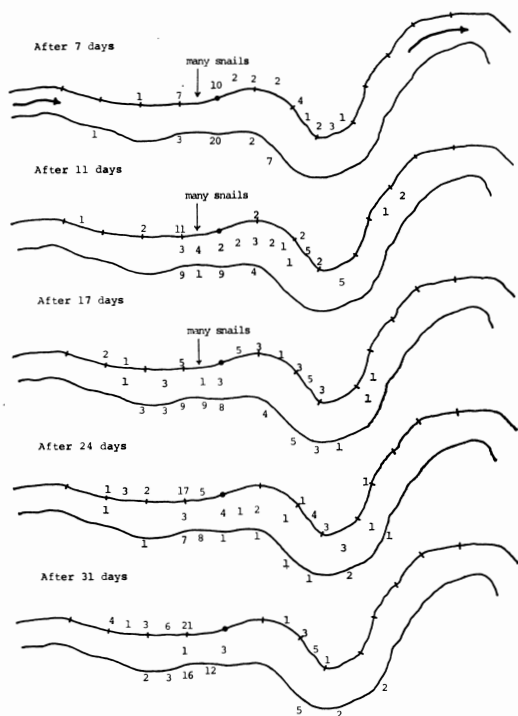


Fig. 4 Snail distribution along and in the stream by ocular inspection.

6 ~ 8 m の間に 9 個体が新たに観察された。これは Fig. 1 に明らかなように、流れの屈曲点にあたり、放置点側の岸辺は流速があつて深く、対岸に向つて浅く流れもゆるやかになっているところから、水流に押し流され

た貝が岸に上つたものと考えられる。

24日後(4月20日)

放置点周辺に大きな変化が見られ、上流方向への移動と放置点から上手に向つた移動個体が急増した。川床の貝は上流 6 m から下流 8 m に亘つて広がり、対岸の貝数は減少して、分散が一樣になつてきた。上流方向 7.8 m の地点で 1 個体観察され、これが上流方向での最大移動距離であつた。

31日後(4月27日)

川床での貝数が急激に減少し、対岸での増加が観察された。放置点付近の貝は減少し、引き続き上流方向への移動傾向が見られた。

考 察

Oncomelania 属の移動や分散を扱つた研究は限られているが、中でも湿つた地表での分散についてはなお不明な点が多い。

本研究に近い実験状況での研究は *O. quadrasi* を扱つた Pesigan *et al.* (1958) があり、*O. nosophora* に関しては中尾 (1962) が知られている。しかし後者の研究の目的は生息地の季節的移動の観察ということで、分散とは観点が多少異なつている。

湿つた地表における *O. quadrasi* の分散について Pesigan *et al.* (1958) は年間 4 回の放置実験で、平均 0.61cm/10min という移動速度を求め、この速度で平面を自由に行動した場合、61cm の分散に要する日数を約 69日と推定している。Pesigan *et al.* の上記平均速度を彼等の方法に従つて月の平均分散距離に換算すると、40.1cm/month となり、本研究における平均分散速度 68.8cm/month よりやや低い値を示している。

水路に沿つた *O. nosophora* の分散はかなり研究されており、森ら (1959) は口紙採集法を用いて水田の流出、流入溝に沿つて貝が分散していく様子を観察している。川本 (1954) は実験的な流水を作り、種々の流速下で水流をさかのぼる rheopositive の現象が著明には見られなかつたが、流速 20cm/sec. を越えると流れに反応して頭部を上流に向け、貝殻は流れに一定の角度をとるといふ興味ある観察を報じている。一方冠水したゆるやかな水の流れのある草地における飯島・中川 (1958) の放置実験によると、5 週間の観察期間中大部分の貝は水流をさかのぼる正の移動が見られたと述べている。またやや早い流速 (13~14cm/sec.) を示す野外溝渠を使用した大田・佐藤 (1958) の実験によると上流に向け約 45度の角度をもつて分散が進行しており、記録を合目的に見る

と、*O. nosophora* が流水に逆らいながら、岸に向って移動しているように解釈される。大田・佐藤は、貝の螺旋塔の関係で、形態的に頭部を流水の方向に向けるのではないかと考えている。伊藤ら(1964)は溝渠内における分散で上流、下流方向共に移動が見られ、やや上流に移動した貝数の多い結果を得て、*O. nosophora* が水流に対して正の趨性を持っていると断定することは困難であると述べているが、物理的な力が下流方向に加わっていることを考慮すると、伊藤らの結果においても正の趨性があると解釈される。本研究の *O. quadrasi* における観察によっても、31日後の結果を見ると上流方向72個体、下流方向31個体の貝が回収され、経時的な移動の変化を見ても、流水に対向する正の趨性があると考えられる。

今回の観察から *O. quadrasi* の2、3の特性が明らかになった。湿った川岸上の分散は、1ヵ月68.8cmと非常に遅い。一方水中では、川底を活発に動き回わり、その移動速度は早く、放置後7日目に44.5cm/secの流に逆らって、2mの対岸に33個体が出現していた。また、Tanaka *et al.* (1976)の冠水した川岸における移動の実験にみられるように、今回の観察においても、川岸と流水との間で貝の頻繁な出入りが見られた。これらの特性を考慮すると、本実験における貝の分散の経時的変化がよく説明出来る。

要 約

日本住血吸虫中間宿主貝 *O. quadrasi* の小川に沿った分散をレイテ島、サンタフェ (Sta. Fe), San Juan stream で実験的に観察した。ピンクのマニキュアで標識した2,000個の貝を流に沿った1地点に放置した。湿った川岸上の貝は1ヵ月後に再捕獲し、流に沿った貝は約1週間ごとに目視観察を行なった。湿った川岸上の分散では貝密度と放置点からの距離の間に、 $y = -0.0006045x + 0.08331$ (y : 1cm²の貝数, x : 放置点からの距離 cm) の回帰関係がみられ、分散速度の平均

と95%信頼限界は68±17.9cm/monthであつた。流に沿つての貝の移動は、水中と岸との間の出入りが激しく、44.5cm/sec. の流に逆らつて上流方向へ逆上る傾向が見られた。対岸へは川床を通つて2m/week以上の速度で渡り、湿った岸上の貝に比較して著しく早く分散することが認められた。

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) 伊藤洋一・飯島利彦・山下尚・川野喜代治(1964): 宮入貝の行動に関する研究, (1) 溝渠内における移動について. 寄生虫誌, 13, 231-237.
- 3) 伊藤嘉昭(1975): 動物生態学(上), 古今書院, p. 156.
- 4) 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. 京府医大誌, 55, 873-890.
- 5) 森和雄・岡本謙一・中込仕・杉浦健一:(1959): 濾紙による宮入貝の生態観察, 寄生虫誌, 8, 542-546.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) Pesigan, T. P., Hairston, N. G., Jaurequi, J. J., Garcia, E. G., Santos, A. T., Santos, B. C. and Besa, A. A. (1958): Studies on *Schistosoma japonicum* infection in the Philippines. 2. The molluscan host. Bull. W.H.O., 18, 481-578.
- 9) Tanaka, H., Santos, M. J., Matsuda, H. and Santos, A. T. (1976): Migration of *Oncomelania quadrasi* Observed by the Mark and Release Method in a Wet Bank of a Stream in Leyte, Philippines. J. Exp. Med. 46, 31-35.

Abstract

DISPERSAL OF *ONCOMELANIA QUADRASI*, THE INTERMEDIATE
HOST OF *SCHISTOSOMA JAPONICUM*, ALONG A STREAM
IN LEYTE, PHILIPPINES

HIROSHI SHIMOMURA

(Institute of Medical Science, University of Tokyo)

MANUEL J. SANTOS

(Schistosomiasis Control and Research Project, Philippines)

YASUKAZU SAKATA

(School of Medicine, Hiroshima University)

BAYANI L. BLAS

(Schistosomiasis Control and Research Project, Philippines)

HIROSHI TANAKA

(Institute of Medical Science, University of Tokyo)

AND

KAZUO YASURAOKA

(Institute of Basic Medical Sciences, University of Tsukuba)

Dispersal of *O. quadrasi*, the intermediate snail host of *Schistosoma japonicum*, was observed experimentally at San Juan stream in Sta-Fe, Leyte, Philippines.

Two thousand snails marked with pink manicure were released at a site on the moist soil in the bank of a stream and recaptured by hand after one month. Ocular inspection was also carried out every week in and along the water pathway.

The distribution of snails in the bank after one month could be quantitatively expressed by the regression line between the snail density and the distance from the releasing point as follows: $Y=0.0006045X+0.08311$ where Y is snail density/cm² and X is the distance from the releasing point by cm. The mean speed of dispersal and its 95% reliable range were 68.8 ± 17.9 cm/month.

As for the snail movement in and along the water pathway, snails moved in and out of stream more actively than on the moist bank. Many of them went to the upstream against the rapid water current of which flow rate was 44.5 cm/sec and acrossed the stream to the other side of bank mostly by crawling at the bottom of the stream at a speed of higher than 2 m/week.