

# フィリピンにおける日本住血吸虫中間宿主貝 *Oncomelania quadrasi* 個体群の分布様式 と駆除評価法に関する研究

## 2. 排水による中間宿主貝駆除対策の効果判定

真喜屋 清

名古屋大学医学部医動物学教室

(昭和54年11月9日 受領)

### はじめに

フィリピンにおける日本住血吸虫症の撲滅対策として中間宿主貝 *Oncomelania quadrasi* の駆除が最も効果的であるとされており、根本的な貝の駆除対策としては排水を主とした環境改変による方法が有望視されている (Pesigan *et al.*, 1958 b; Santos, 1976). 排水によって湿地帯を乾燥させ貝を駆除する試みは Pesigan *et al.* (1958b) も行なっているが、その場合の貝集団の分布様式とサンプル数が不明で貝の駆除におよぼす排水の効果が十分表現されていない。

本報では、第1報 (真喜屋, 1980) で報告した貝集団の分布様式とサンプリングに関する理論を実際の駆除作業に応用して貝密度の有意差検定を行ない、分布理論に基づく簡易法が実際にいかに利用可能であるかを実証すると同時に、排水工事によって低湿地帯の排水を行ない、土壌水分の減少と貝密度低下の関係を調べることで、貝の密度低下に対する排水の効果を従来より定量的に評価することを目的とした。

その結果、貝集団の密度変化の検定も容易に行なうことができ、また貝の駆除に対する排水工事の効果も明確に示すことができた。

### 調査地域および方法

本研究の対象地域はフィリピン、レイテ島北東部ティバク Tibak にある低湿地である。Fig. 1 に示すように、長さ約 150 m、幅 9 m のこの低湿地帯 (地点 A-B およ

び B-C 間) の勾配は 1.4% であるが、くぼ地に湧水と雨水が滞留して宿主貝 *O. quadrasi* の生息地となっている。

貝密度の調査には直径 13.5 cm の金属製のリングを用い、地点 A-B-C 間を 5 m 間隔に区切って長軸と直角に 4 地点を等間隔 (約 3 m) に定め、格子状にサンプリングを行なう系統抽出法によつた。その結果、毎回のサンプル数は  $4 \times 31 = 124$  個 (Fig. 2 参照) となつたが、前報の方法で予備調査のデータ (集中度  $I\delta = 2.8107$ , 平均密度  $\bar{x} = 1.4878$ ) から目標精度 (相対誤差  $\epsilon$ ) を予測すると 17.4% となり、実際に第 1 回の本調査で達成された精度、 $\epsilon = 16.0\%$  とよく一致した。

採集した貝は持ち帰って生死を確かめた後、生貝の殻表に毎回異なる色のマニキュアでマークをつけ、人為的な捕獲除去によつて密度が減少しないように、もとの地点に戻した。マーク付けを手早く行なうため貝の大きさは計測していないが、採集された貝は螺層が 2~6 層 (殻長約 1~5 mm) のもので、通常流行地で採集されるすべての大きさを含んでいた。

地点 A-B-D および C-B 間に排水路 (長さ計 200 m、幅 1 m、深さ平均 0.5 m) を建設した後、排水の効果を見るために A-B-C 間に 20 m 間隔で 4 か所ずつ定めた計 28 地点から、表層土壌のサンプルを採取して水分含量の変化を調べた。各地点から毎回約 200 ml の表層土をビニール袋に密封して持ち帰り、直ちに湿重量 ( $w$ ) を秤量後、150°C で 24 時間加熱して十分に乾燥した上乾重量 ( $d$ ) を測定した。表層土の水分量を湿潤度指数  $h =$

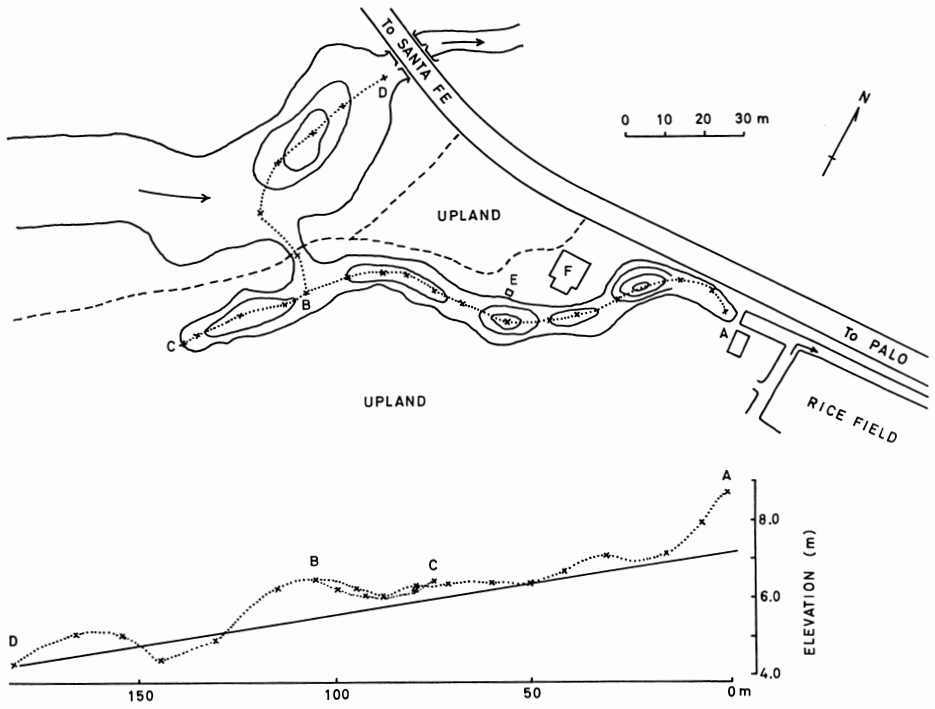


Fig. 1 Topographical map of the survey area, Tibak depression, Leyte. A drainage canal was made along the dotted line (from A, C through B up to D).

SITE	DRAINAGE WORK					
	MAR-29	APR-5	APR-12	APR-19	APR-26	MAY-3
A	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	2	2	0	0	0	0
20	6	5	3	0	0	0
	4	8	1	2	1	1
	4	5	9	2	2	2
40	3	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	4	0
	0	2	2	1	10	0
60	3	0	6	0	8	0
	2	1	5	1	3	0
	0	2	0	0	0	0
80	1	10	3	0	0	0
	4	2	2	3	1	9
	1	4	0	1	0	0
100	0	9	4	0	0	0
	0	0	1	10	0	0
	0	2	2	0	0	0
	0	2	0	0	0	0
120	0	2	0	0	2	0
	0	3	9	0	5	0
	0	0	1	0	5	0
B	0	0	1	1	0	0
	0	0	1	1	0	0
	0	0	4	0	2	0
140	3	3	0	1	2	0
	0	0	0	4	0	0
C	0	0	0	0	0	0

Fig. 2 Distribution of *O. quadrasi* before and after the drainage work. The number of the snails per sample is shown and zero snail is shown as a point.

$(w-d)/d$  で表わした。

調査期間は1978年3月第4週から5月第1週までの6週間で、排水路の工事には3月31日から数日を要した。貝密度の調査は毎週1回実施し、表層土の湿潤度については降雨の影響をさけるため、降雨後2日以上経過してから土壌のサンプルを採取した。

## 結 果

### 1. 排水前後における貝分布様式の変化

1週間毎の密度調査で得られた貝の分布状況の経時的な変化を、Fig. 2に模式的に示す。排水工事の後この貝集団に著しい変化がおこったことはFig. 2から読みとれるが、貝の駆除効果を母集団全体について判定する手はじめとして、貝集団の分布様式から分析を行なった。

Tables 1, 2に、それぞれ排水路開設直前(3月29日)と直後(4月5日)におけるサンプル当たり個体数の頻度分布と、主な分布型モデル(ポアソン分布, 負の二項分布, 二重ポアソン分布, ネイマンA型分布)への適合性を示した。表からわかるように、排水の直前直後における貝の分布はポアソン型には適合せず、二重ポアソン型

か負の二項分布に適合したことから、湿地帯全域に均一に分布するのではなく、ある場所に集中的に分布するものと推定された。

この結果も含め、排水5週目(5月3日)までの分布型の検定結果を一括して Tables 3に掲げた。その結果も一貫してポアソン分布には適合せず、負の二項型を主とする集中分布を示した。そして、初期には負の二項型より二重ポアソン型(一時的にネイマンA型)の方が適合度が良い傾向を示したが、時間の経過につれて逆に負の二項型への適合性が強くなる点が注目された。これは、当初小集団(コロニー)を構成単位として集中型の分布をしたものが、排水後コロニーが次第に崩壊・消失して、個体を単位とする不均一な分布に変化したことを示唆するものと考えられた。

この点を別の側面から明らかにするために、平均値・平均こみあい度解析法を試み、その結果をFig. 3に示した。この方法は平均密度( $\bar{x}$ )と平均こみあい度( $\bar{x}^*$ )との関係に基づいて分布型の解析を行なうもので、解析に用いるサンプル単位の大きさを変えて行き、これがコロニーの大きさより大きくなった時に集中度( $\bar{x}/\bar{x}^*$ )が低下

Table 1 Fitness test of *O. quadrasi* distribution before drainage work (Mar. 29)

No. of snails per sample	Frequency observed	Frequency calculated*				
		PO	NB	DP	NE	
0	77	33.6	77.0	77.0	83.0	
1	11	43.9	17.2	11.0	4.8	
2	12	28.7	9.1	14.0	7.7	
3	7	12.5	5.7	9.9	8.2	
4	6	4.1	6.6	5.6	6.9	
5	3	1.1	2.7	2.8	4.9	
6	2	+0.1	2.0	1.6	3.2	
7	0	5.3	1.5	0.9	2.0	
8	1		1.1	6.5	0.4	1.3
9	3	8.4	0.8	0.2	5.3	0.8
10	2		0.6	0.1	0.5	
11	0		+2.4	+0.5	+0.7	
Total	124	124.0	124.0	124.0	124.0	
Parameter(s)		$m=1.3065$	$p=4.8371$	$m_c=0.4765$	$m_1=0.4202$	
			$corr. k=0.2701$	$\lambda=1.2046$	$m_2=3.1092$	
Fitness		$X^2=118.68$	4.35	4.28	10.83	
		$DF=3$	3	3	3	
		$Pr < 0.001$	0.20-0.30	0.20-0.30	0.01-0.02	

\* PO: Poisson NB: Negative binomial DP: Double Poisson NE: Neyman type A

Table 2 Fitness test of *O. quadrasi* distribution after drainage work (Apr. 5)

No. of snails per sample	Frequency observed	Frequency calculated*			
		PO	NB	DP	NE
0	101	69.4	101.0	101.0	106.5
1	7	40.3	9.6	7.0	1.5
2	7	11.7	4.5	7.8	2.8
3	2	2.3	2.6	4.7	3.5
4	2	+0.3	1.7	2.1	3.3
5	2	14.3	1.2	0.8	2.5
6	0		0.8	0.3	1.7
7	0	6.3	0.6	0.2	1.0
8	1		0.5	+0.1	0.6
9	1	8.2	0.3	3.9	0.3
10	1		+1.2		0.2
11	0				+0.1
Total	124	124.0	124.0	124.0	124.0
Parameter(s)		$m=0.5806$	$p=5.1335$	$mc=0.2052$	$m_1=0.1554$
			$corr. k=0.1131$	$\lambda=1.0853$	$m_2=3.7356$
Fitness		$X^2 = 42.106$	1.290	0.160	9.671
		$DF = 1$	1	1	1
		$Pr < 0.001$	0.20-0.30	0.50-0.70	0.001-0.01

\* PO: Poisson NB: Negative binomial DP: Double Poisson NE: Neyman type A

することを利用して、コロニーの大きさを推定する方法である (Iwao, 1968, 1972).

Fig. 3 A, B の矢印は、それぞれ  $x/\bar{x}$  および  $\rho$  指数の減少から推定された小集団の大きさ(コロニー・サイズ)を示す。図からわかるように、コロニーの占める面積は変動をくりかえしながら排水前 (16サンプル単位 $\approx 9 \times 15 \text{ m}^2$ ) に比べ減少傾向を示し (Fig. 3B), 一方コロニー当りの貝の平均密度 ( $\bar{x}$ ) は排水前の約20匹から次第に減少して、排水5週目には1匹程度になった (Fig. 3A).

この結果から、排水工事前には小集団 (コロニー) を単位とする分布を示した貝集団が、排水後コロニーが次第に消失し、個体を単位とする分布型に変化したことが推定され、分布型への適合性から示唆された前述の結論と一致した。

2. 貝密度減少の有意差検定と排水の効果

前述のように、この貝集団は1サンプル当り個体数で見ると負の二項型または二重ポアソン型に適合する集中分布をすることが明らかになった。したがって、貝密度の有意差検定をする際には分散 (バリエンス) が均一になるように、サンプル当り貝数のデータを変換する必要

がある。第1報 (真喜屋, 1980) で比較検討した通り、この目的のためには変換効率が最も良好で特別な集中度指数を用いない  $y = \log(x+1/100)$  変換法が、簡便で信頼性が高く最もすぐれていた。そこでこの方法によって貝の個体数を変換し、排水工事前後における貝密度の有意差を検定した結果を、Table 4 に示した。表には変換値  $y$  について求めた生貝の平均密度  $\bar{y}$  ( $= \sum \log(x+1/100)/n$ ) と  $t$  検定の結果を示し、比較のために平均密度  $\bar{y}$  の真数値  $A\bar{y}$  と無変換データの算術平均  $\bar{x}$  を示してある。

表から明らかのように、貝の平均密度は排水路開設直後から有意に減少し、時間の経過とともにこの有意差はさらに顕著になった (危険率0.1%)。

この生貝密度の減少に対して排水がどの程度役割を果たしたかを知るために、表層土の水分量と生貝の平均密度および死貝率の経時的な変化をFig. 4 に示した。生貝の密度は、変換データ  $y$  を  $Ay = \text{antilog } y - 1/100$  によって真数にもどした平均値  $A\bar{y}$  (Table 4) と、その95%信頼区間で比較してある。

図からわかるように、表層土の水分量 (湿潤度指数  $h$ )

Table 3 Summary of the fitness test of *O. quadrasi* distribution before and after drainage work

Distribution		Mar. 29	Apr. 5	Apr. 12	Apr. 19	Apr. 26	May 3
POISSON							
Parameter	<i>m</i>	1.3065	0.5806	0.5323	0.1532	0.3226	0.1371
Fitness <sup>1)</sup>	$X^2$	118.68	42.11	38.96	24.13	26.17	13.12
	<i>DF</i>	3	1	1	1	1	1
	<i>Pr</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
NEGATIVE BINOMIAL							
Parameters	<i>p</i>	4.8371	5.1335	7.0949	4.4808	7.3855	10.0219
	<i>corr.</i> <i>k</i>	0.2701	0.1131	0.0750	0.0342	0.0437	0.0137
Fitness <sup>1)</sup>	$X^2$	4.35*	1.29*	1.10*	1.88*	0.29†	0.29†
	<i>DF</i>	3	1	1	1	1	1
	<i>Pr</i>	0.20-0.30	0.20-0.30	0.20-0.30	0.10-0.20	0.50-0.70	0.50-0.70
DOUBLE POISSON							
Parameters	<i>mc</i>	0.4765	0.2052	0.1568	0.0581	0.0929	0.0328
	$\lambda$	1.2046	1.0853	0.6137	1.2236	0.9648	0.6767
Fitness <sup>1)</sup>	$X^2$	4.28*	0.16*	4.14	1.80*	3.89	4.67
	<i>DF</i>	3	1	1	1	1	1
	<i>Pr</i>	0.20-0.30	0.50-0.70	0.02-0.05	0.10-0.20	0.02-0.05	0.02-0.05
NEYMAN TYPE A							
Parameters	<i>m</i> <sub>1</sub>	0.4202	0.1554	0.0417	0.0668	0.0517	0.0193
	<i>m</i> <sub>2</sub>	3.1092	3.7356	12.7595	2.2950	6.2353	7.1043
Fitness <sup>1)</sup>	$X^2$	10.83	9.67	115.50	0.75*	17.88	9.77
	<i>DF</i>	3	1	1	1	1	1
	<i>Pr</i>	0.01-0.02	0.001-0.01	<0.001	0.30-0.50	<0.001	0.001-0.01

1) \*  $Pr > 0.10$  †  $Pr > 0.50$ 

The drainage work was carried out between Mar. 29 and Apr. 5.

は排水工事後一貫して減り続け、5週目には排水前の約3分の1に減少した。表層土の変化は肉眼的にも明瞭で、排水前にはぬかるみの状態であったものが、2週目以後全域にひび割れが見られる程に乾燥した。一方死貝率は排水後著しく上昇し、5週目には排水前の15倍以上に達した。これに伴って生貝の平均密度が急速に減少し、排水後5週目には真数値 ( $A\bar{y}$ ) にして排水工事前の約7%に低下した。

また、排水後に採集された死貝は殻内肉質部の乾燥したものが多数を占め、死後間もない個体が多かったこと(このうち1匹は排水前にマーク付けした個体であった)、調査期間中この地域には殺貝剤を全く散布していないこと、表層土の水分量 ( $h$ ) と生貝密度 ( $\bar{y}$ ) との相

関が有意に高かったこと ( $r=0.960$ ,  $p<0.01$ ) 等を合せて考えると、生貝密度のこのような著しい減少は排水工事後における表層土の乾燥によるものと推定された。

### 考 察

フィリピンにおける日本住血吸虫宿主貝の駆除対策は、WHO コンサルタント・チームおよび Pesigan *et al.* (1958 b) の広汎な研究に基づいたいろいろな方法によって進められてきているが、流行地における貝個体群密度の把握とその有意差検定については、信頼できる方法が確立されていなかった。貝集団の分布が不均一であることは Pesigan *et al.* (1958 a) も知っていたが、分布様式についての理論的な解析は十分でなかった。彼らは、

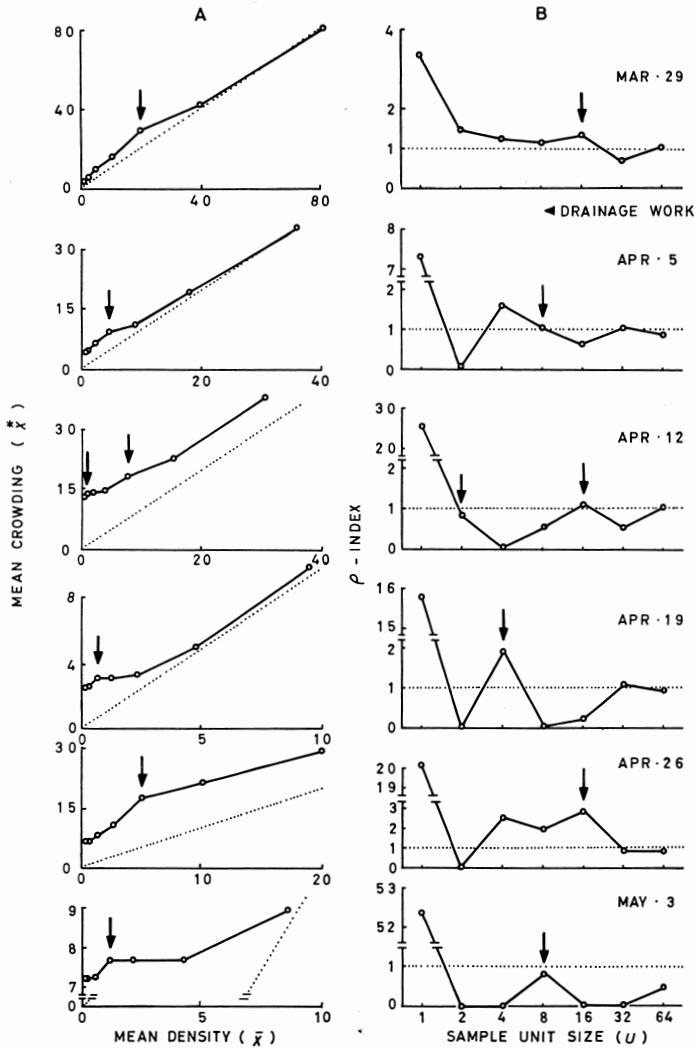


Fig. 3 Mean density—mean crowding relationship and  $\rho$ -index with successive change of sample unit size before and after the drainage work.

Arrows indicate the colony size. Dotted line in the  $x$  and  $\bar{x}$  graph indicates the expectation by the Poisson distribution.

貝数0のサンプルの大部分を調査データから除外して負の二項分布をあてはめ、集中度  $k=1$  と見なして Anscombe(1949)の式  $y = \sin^{-1} \sqrt{(x+0.375)/(k-0.75)}$  でデータの変換を行なった。しかし、Tanaka *et al.* (1975, 1976, 1978) や本研究で指摘したように、野外調査では  $k < 1$  の貝集団は珍しくなく、また  $k < 0.75$  の集団についてはこの方法を使うことができない。

そこでこの研究では、住血吸虫症対策の基礎として、

まず流行地における宿主貝集団の分布様式を理論的に明らかにし、その結果に基づいて貝密度の有意差検定に役立つデータ処理法を確立することを目的とした。前報および本報で述べたように、有意差検定に必要な分散の均一化が最も良好でしかも簡便な  $\log(x+1/100)$  変換法を採用し、多数の0サンプルを含む流行地のデータを処理して妥当な結論を導くことができた。多少ともデータ処理能力のある技術者であれば、この方法を用いて容易

Table 4 Reduction of water content of the soil and snail density after the construction of the drainage canal

Week	Soil moisture index ( $h$ ) <sup>1)</sup>	Ratio of dead snail (%)	Log $(x+1/100)$ -transformed value <sup>2)</sup>		Reconverted <sup>3)</sup> density of viable snails ( $A\bar{y}$ )	Arithmetic mean ( $\bar{x}$ ) (No transformation)
			Density of viable snail ( $\bar{y}$ )	$t$ -value		
Mar. IV	1.386	1.8	-1.0800	—	0.0732	0.2218
.....Drainage work completed.....						
Apr. I	1.057	6.5	-1.5599	3.515*	0.0176	0.1016
II	0.674	12.0	-1.6652	4.472*	0.0116	0.0742
III	0.615	29.6	-1.8664	6.639*	0.0036	0.0303
IV	0.563	11.1	-1.7881	5.702*	0.0063	0.0502
May I	0.451	29.2	-1.9222	7.358*	0.0020	0.0192

- 1) Soil moisture index was calculated using  $h = (w-d)/d$  ( $w$ : wet weight of the soil,  $d$ : dry weight after 24 hours of desiccation under 150C).
- 2) Mean density of viable snail was calculated after stabilizing variance of the snail counts by the transformation  $y = \log(x+1/100)$  and significance test was carried out by the  $t$ -value between the pre-drainage survey and each consecutive survey after the drainage work.  
\* significant at 0.1 % level.
- 3) Transformed snail density was reconverted into antilogarithm using  $A\bar{y} = \text{antilog } \bar{y} - 1/100$ . Density of viable snail in Fig. 4 is indicated by this reconverted density and 95% confidence interval.

にまた短時間で処理と判定を行なうことができ、しかも分布理論に基づいた的確な評価ができるものと考えられる。住血吸虫の駆除対策を推進する上で、本法が宿主貝密度の有意差検定法として役立つものと期待される。

分布型および平均値・平均こみあい度の解析から推定されたように、この貝集団は当初の小集団（平均密度約20匹/9×15 m<sup>2</sup>）を単位とする分布様式から、排水後次第に個体単位の分布型へ変化したものと考えられた (Tables 1~3; Fig. 3)。この結果は Fig. 2 の貝の分布図から得られる印象と一致しており、排水工事前に表層土水分の多い場所に見られたコロニーの斑状構造が、排水による土壌水分の消失につれて分断され、これらのコロニーが次第に崩壊・消失したものと解釈される。

流行地の貝集団は当初二重ポアソンやネイマンA型モデルによく適合する例が多く、駆除対策後次第に負の二項型への適合性が良くなる傾向は前報でも認められ、上述の結果と一致した。このような変化は、もともと環境条件の不均一性によつて生じた小集団（コロニー）単位の分布様式から、駆除対策後におけるコロニーの消失につれて個体単位の分布型へ移行する過程で認められるもので、流行地の宿主貝集団で一般的に見られる現象ではないかと推察される。

本報の低湿地 Fig. 1 は面積約1,300 m<sup>2</sup> の、現地地

は小規模なもので、川の蛇行流域にできた地下水の滲出するくぼ地である。この低湿地には雑草の繁茂する中にサトイモ科の作物が栽培され、民家AとFの間には水牛の水浴地がある。これと似た大小の低湿地は平野部の農村ではいたる所に見られ、この例のように民家(A, F)や素堀りの便所(E)が低湿地に隣接する場合が多く、雨期(11月~1月)の出水時には民家周辺まで浸水することが珍しくない。

雨期明けの1月下旬に民家F付近の宿主貝を調べた所、約14% (9/64匹)に本吸虫セルカリアを検出した。低湿地に沿つて小道 Fig. 1 破線があるが、住民は日常裸足のまま平気で湿地を横切るので、たえずセルカリアの感染を受ける危険にさらされている。現に民家Fの住人(成人)3名のうち2名が、住血吸虫症の患者であった。

この低湿地は、排水工事前には随所に水たまりのあるぬかるみの状態で貝密度の調査にはゴム長靴を必要としたが、排水後2週目以降全域にひび割れが生じる程に水分は涸渇し、ゴム長靴は全く不要になった。排水後3週目と4週目との間(4月19日午後~20日午前)に台風が来襲して記録的な雨量(約150 mm/日)をもたらした。貝集団(コロニーサイズ、死貝率、生貝密度)に対する排水の影響が一時的に鈍るのが認められた。しかし、その

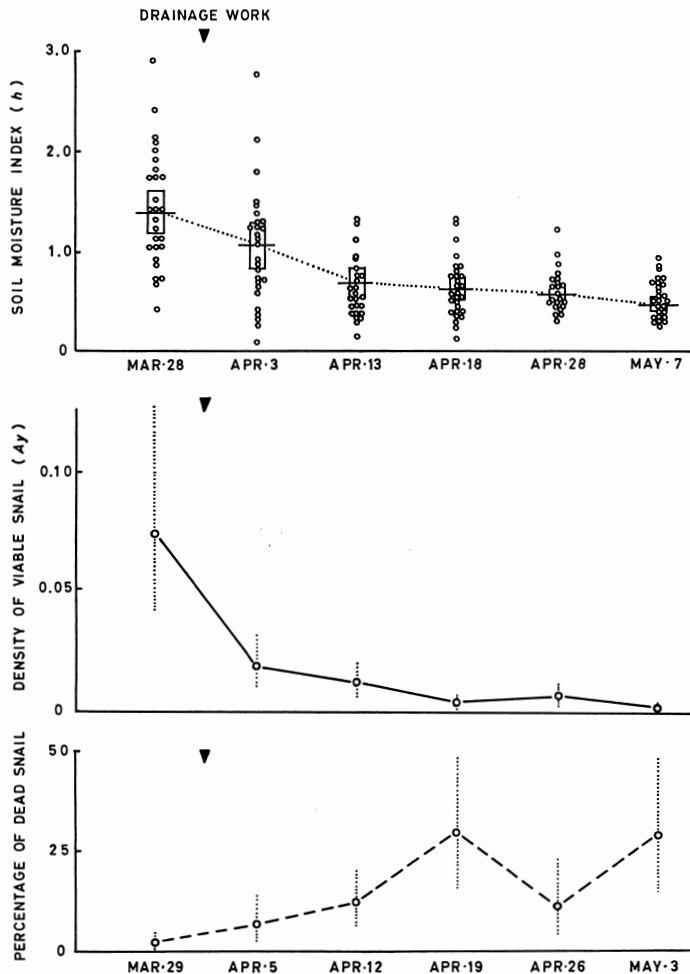


Fig. 4 Relation between snail density, snail mortality rate and soil moisture.

Successive change of each index is expressed by the respective mean and 95% confidence interval.

後排水の効果は着実に見られ、約5週間後の生貝の密度は排水工事前に比べ93%も減少した(Table 4, Fig. 4).

排水による貝駆除対策は Pesigan *et al.* (1958 b) も広い地域で試みており、排水工事後約10か月たつて顕著な効果があつたと報告している。ただし、この報告には貝集団の分布様式やサンプル数が記載されてないので、貝の密度低下に対する排水の効果が十分検討できない。

日本住血吸虫症撲滅のための宿主貝駆除対策には、(1) 殺貝剤による駆除法 (2) 天敵による駆除法 (3) 生息環境の改変による駆除法がある。このうち根本的・長期的な対策としては (3) が有効で、特に低湿地の広がる農村の流行地帯では、治水・農業土木計画と結びつい

た排水による駆除対策の効果が有望視されている。

この研究では、流行地で見られる多くの貝個体群が集中分布モデルで表現される不均一な分布をすることを明らかにし、これに基づいて貝密度の有意差を検定するためのデータ処理法を実用化して、野外実験によつてこの簡易法が実際に役立つことを実証した。

さらに前報(真喜屋, 1980)で検討したように、貝集団の集中度と平均密度が明らかになれば、流行地における貝密度調査の精度やこれに必要なサンプル数を前もつて決定できるようになった。例えば本報の場合には、予備調査によつて集中度と貝密度を求め、目標精度約17%を採用してサンプル数を124個と決定した。実際に本調



査の結果得られた精度は約16%となつて両者はよく一致し、予備調査に基づいて予測した目標精度は十分に達成された。このように、流行地における貝密度調査の規模や精度を本調査の前に決定できるようになつたことは、熱帯の暑熱下で日常的に行なわれる野外調査の計画化・簡易化を可能にする上で重要である。

この研究で確立されたこれらの方法が日本住血吸虫症対策に採用され、フィリピンにおける本症撲滅の一助となることが期待される。

### まとめ

フィリピンにおける日本住血吸虫の中間宿主貝 *Oncomelania quadrasi* 駆除対策の一つとして、貝密度低下におよぼす排水の効果を判定し、前報で述べた実用的な貝密度の有意差検定法が実際に役立つことを示した。

(1) 流行地の湿地帯に排水路を建設し、排水前後における貝集団の分布様式と密度の変化を解析した (Figs. 1, 2; Tables 1~3)。その結果、二重ポアソン型に適合度の良かった貝集団が負の二項分布への適合性が良くなり、小集団 (コロニー) から個体単位の集中分布に変化したものと推察された。

(2) これを証明するために、平均密度・平均こみあい度解析法によつてコロニーの大きさを推定した (Fig. 3)。その結果、コロニー当りの貝密度が約20匹から1匹程度に減少し、排水によつてコロニーが崩壊・消失して個体単位の分布型に変化したことが判明した。

(3) 簡便で分散均一化の良好な  $\log(x+1/100)$  変換法でデータを変換した上で生貝密度の有意差を検定した結果、排水工事の後生貝密度は有意に減少したものと判定され、このデータ処理法が実際に役立つことが実証された (Table 4)。

(4) 生貝密度の減少におよぼす排水の効果を判定するために、表層土の水分量と生貝の平均密度および死貝率との関係を検討した (Table 4, Fig. 4)。排水工事の後表層土水分が減少するのに伴つて死貝率は著しく上昇して、生貝の密度は排水前の約7%に激減し、土壌水分の消失が生貝密度を著しく低下させるものと判定された。

この研究に対して懇切な指導と校閲を賜つた名古屋大学医学部医動物学教室 熊田信夫教授および東京大学医学部研究所寄生虫研究部 田中 寛教授に深謝する。また、現地の野外実験に対して理解と協力をいただいたフィリピン保健省住血吸虫症研究対策機関 (SCRIP) 所長 Bayani L. Blas 博士、同貝学部 Eraklio E. Bañez 主

任、同環境部 Antonio Perez 氏およびその他の所員の方々に謝意を表する。なお、本研究は国際協力事業団の日比協同プロジェクトの一環として行なわれた。記して感謝の意を表する。

### 文 献

- 1) Anscombe, F. J. (1949) : The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. *Biometrics*, 5, 165-173.
- 2) Iwao, S. (1968) : A new regression method for analyzing the aggregation pattern in animal populations. *Res. Popul. Ecol.*, 10, 1-20.
- 3) Iwao, S. (1972) : Application of the m-m method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. *Res. Popul. Ecol.*, 14, 91-128.
- 4) 真喜屋清 (1980) : フィリピンにおける日本住血吸虫中間宿主貝 *Oncomelania quadrasi* 個体群の分布様式と駆除評価法に関する研究。1. 分布様式、必要標本数および密度変化の有意差検定法の検討。 *寄生虫誌*, 29, 293-304.
- 5) Pesigan, T.P., Farooq, M., Hairston, N.G., Jauregui, J.J., Garcia, E.G., Santos, A.T., Santos, B. C. and Besa, A. A. (1958 a) : Studies on *Schistosoma japonicum* infection in the Philippines. 2. The molluscan host. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 18, 481-578.
- 6) Pesigan, T. P., Farooq, M., Hairston, N. G., Jauregui, J. J., Garcia, E. G., Santos, A. T., Santos, B. C. and Besa, A. A. (1958 b) : Studies on *Schistosoma japonicum* infection in the Philippines. 3. Preliminary control experiments. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 19, 223-261.
- 7) Santos, A. T. Jr. (1976) : Review of schistosomiasis control in the Philippines. *Southeast Asian J. Trop. Med. Publ. Hlth.*, 7, 133-136.
- 8) Tanaka, H., Santos, M. J., Matsuda, H., Yasuraoka, K. and Santos, A. T. (1975) : A quantitative sampling method for *Oncomelania quadrasi* by filter paper. *Jap. J. Exp. Med.*, 45, 255-262.
- 9) Tanaka, H. and Santos, A. T. (1976) : Population research on *Oncomelania quadrasi* in Leyte, Philippines. *Southeast Asian J. Trop. Med. Pub. Hlth.*, 7, 244-246.
- 10) Tanaka, H., Santos, M. J., Bañez, E. A., Pascua, L. M., Matsuda, H. and Santos, A. T. Jr. (1978) : Type of distribution, transformation of sampling data and population

estimation of *Oncomelania quadrasi* in the Philippines. Research in filariasis and schis-

tosomiasis, Vol. 3, 77-96. Bunka Shoin, Tokyo.

### Abstract

STUDIES ON THE DISTRIBUTION PATTERN AND THE EVALUATION  
METHOD OF CONTROL MEASURE OF THE INTERMEDIATE  
HOST SNAIL *ONCOMELANIA QUADRASI*  
OF *SCHISTOSOMA JAPONICUM*  
IN THE PHILIPPINES  
2. EVALUATION OF THE CONTROL MEASURE OF  
THE HOST SNAIL BY DRAINAGE

KIYOSHI MAKIYA

(Department of Medical Zoology, Nagoya University  
School of Medicine)

This study was attempted to show (i) a practical application and confirmation of the theoretical considerations on data processing and (ii) evaluation of the effect of drainage on the snail density as one of the control measure of the intermediate host snail, *O. quadrasi*, of *S. japonicum*.

(1) A drainage canal was constructed in an experimental area (Fig. 1). The negative binomial and the double Poisson distributions fitted well the pre-control population, and the former model became fitted better after the drainage work (Tables 1-3). This result was interpreted as indicating that the distribution pattern changed from an uneven distribution of snail colonies into the uneven distribution of individuals without forming clusters.

(2) Such a change of the distribution pattern was also confirmed by analysis of the mean density-mean crowding relationship (Fig. 3).

(3) The reduction of snail density after the drainage work was highly significant by the *t*-test using the  $\log(x+1/100)$ -transformed snail counts (Table 4). This transformation was proved to be reliable and readily applicable to the practical use.

(4) Water content of the soil diminished along with a remarkable change of the wet soil into dry condition with a cracked surface after the drainage work. In parallel with drying of the soil, the ratio of dead snail increased remarkably and the mean density of viable snail was reduced by about 97% in the fifth week after the drainage work (Figs. 2, 4 and Table 4). The reduction of snail density in this experimental area could be ascribed to loss of soil moisture, judging from the above-mentioned results and several other observations.