

## 異なる採集方法によるスクミリングガイの 大きさ別貝とオスの構成比率推定の差異

市瀬 克也

(九州沖縄農業試験研究センター)

**Biased estimation toward larger size and more males in apple snail populations by trap collection in comparison with collection by quadrat.** Katsuya Ichinose (National Agricultural Research Centre for Kyushu Okinawa Region, Suya 2421, Nishigoshi, Kikuchi - gun, Kumamoto - ken, 861 - 1192 Japan)

Two methods for collecting snails, by hand in square quadrats of 2.25 m<sup>2</sup> and by baited traps, were employed to detect any differences in estimation of snail populations by these methods. Snails were collection at five fixed sites in each of six rice fields from June to August. Collected snails were grouped into three classes: immatures with shell heights < 20 mm and female and male adults with heights ≥ 20 mm. Trap collection gave a lower proportion of immatures and a higher proportion of adults than the quadrat method in any month, and snails of any class collected in the trap were significantly larger than those collected by quadrat in any month. Collection of larger snails by the trap suggests that larger snails could outcompete smaller ones for bait or could reach the trap from a further distance. The proportion of males collected by trap was not different from that collected by quadrat in June and August, but was significantly higher in July. The male-biased collection may be caused by higher reproductive activity of females emitting sexual pheromones. Thus, the trap and quadrat methods estimate snail populations differently.

**Key words:** apple snail, density estimation, *Pomacea canaliculata*, trap

### 緒 言

水田におけるスクミリングガイの密度を調査する場合、コードラート法がよく用いられてきた(市瀬, 1999)。この貝は水田内で集中型の分布を示すため(平井ら, 1986)、密度推定にコードラート法を用いると、コードラートの設置の仕方により推定密度が大きく異なる可能性が高い。この問題は、コードラート数を増やし、コードラートをランダムに設置する、などにより低減できる(Darbyら, 1999)。しかし、Darbyの方法は、コードラート枠を投げ込むために、水田中の稲に大きな損害を与える、この箱を投げ込むのに労力がかかるなど、水田

での調査には不向きである。また、より省力的なトラップ捕獲法が考えられ、コードラート法との比較がなされた(市瀬, 1999, 2000a)。しかし、トラップ法とコードラート法間で、貝の大きさと性別による捕獲差については考慮されなかった。

最近平井により(未発表)、スクミリングガイにも性フェロモンが存在することが確認された。従って、トラップに捕獲されたメスによるトラップ内での性フェロモン分泌により、オスが誘引され、オスの比率が棲息地内より高くなる可能性がある。さらにまた、メスがトラップに捕獲されていた時間の長短によっても、トラップに捕獲されるオスの数は変わるであろう。従って、トラップ捕獲から水田中の貝の性構成を推定すると、オス比率が高く推定されることが考えられる。逆に、気温が高い昼の潜土率は、メスよりオスが高くなる(和田・吉田, 2000)。このことは、調査が昼に限られるコードラート法は、水田内でのオス率より低い比率でオスを採

\*本報の要約は日本植物病理学会九州部会(1999年9月)で発表した。

\*\*現在 大分農業改良普及センター

\*\*Present address: Oita Prefectural Improvement Extension Center, Oita 870-0021, Japan

集する可能性があることを示唆する。一方、個体群中でより高い比率を占める幼貝（葛蒲，1996）は、上記の性質が明確でないため、方法間の差が出にくいであろう。

本研究では、成長と性により階級に分けた貝の構成比率と各階級内の貝の大きさを、トラップによる捕獲とコードラートによる全数捕獲間で比較した。この比較より、両方法間で個体群中における貝の大きさ、性別の構成比推定にどのような差が生じるかを明らかにし、その原因について考察を行った。

本研究にあたって水田での調査を許可していただいた熊本県七城町の原誠一氏、及び熊本県農業研究センターの行徳裕研究参事、中央農業総合研究センターの鈴木芳人博士に御礼申し上げる。生物資源研究所の平井剛夫博士より、性フェロモンについての貴重な助言と本報告全般にわたる指摘を頂いた。ここに御礼申し上げる。

## 方 法

調査は、1999年6-8各月の20-30日に、熊本県菊池郡七城町の5筆の水田、合志町の熊本県農業研究センターの1筆の試験水田で行った。七城町の水田3筆では酒米（神力）が植えられ、他では全てヒノヒカリが植えられた。各水田では、1回の調査において、正方形コードラート（一辺1.5m、面積2.25m<sup>2</sup>）を水口、水尻、水田中央、水口と中央の中間点、水尻と中央の中間点の5点に1枚ずつ設置した。コードラート内の殻長10mm以上の貝を全て手で採集した。採集した貝の殻長を測定し、殻の形態により性別を判定し、大きさと性により幼貝（殻長20mm未満）及びメス、オス（殻長20mm以上、メスとオスを併せて成貝）に区別した。殻長の測定と性別の判定後、直ちに貝を採集された場所に戻した。以下この採集法をコードラート法と略す。この調査は午前中に終了し、同日の午後、コードラートを設置した箇所に1本ずつトラップを仕掛け、約20時間後の翌日午前中、捕獲された貝全ての殻長を測定し、性別を判定した。捕獲された貝は計測後、直ちに捕獲場所に戻された。この方法を以下トラップ法と略す。トラップは、ペットボト

ルより作成したものを使用した（市瀬ら，1998）。トラップには、貝を誘引する為、穴をあけたフィルムケースに鯉の人工餌（Swimmy，日本ペットフード，東京）を入れ、それをトラップに入れた。誘引餌は、20時間後でもなくなることはなかった。

1回の調査の1水田内における1調査地点で各方法により捕獲された各階級の貝について、以下の値を計算した。1) 幼または成貝比率=捕獲幼(成)貝数/総捕獲数、2) 幼(成)貝のTQ比率=トラップ法の幼(成)貝比率/両方法の幼(成)貝比率の和、3) オス比率=オス数/成貝。両方法による捕獲数について二乗根変換後も等分散と正規性が仮定できないため、各階級の貝について捕獲を両方法間で比較する対比較検定を行えなかった。そこで、TQ比率は両方法での採集に差がなく平均0.5となるという帰無仮説をt-検定（両側検定）により検定した。ただし、全捕獲数が0となった調査については分析より除いた。オス比率はトラップでより高くなると予想されたので、これを帰無仮説とし、コードラート法とトラップ法によるオス比率の差をt-検定（片側検定）により検定した。貝の大きさについては、貝は時間経過とともに成長するため、各調査月内において採集された貝の大きさを階級別に採集方法間で比較した（ANOVA）。

## 結 果

コードラート法ではどの階級でも貝の捕獲数は調査月とともに増加した（Table. 1）。トラップ法での増加は成貝のみで、幼貝では増加の傾向が認められなかった。

TQ比率は幼貝及び成貝ともに0.5からずれていた（Fig. 1）。幼貝では、どの調査月においても0.5より有意に低く（6月、 $t = -3.639$ ,  $df = 21$ ,  $P = 0.002$ ；7月、 $t = -7.545$ ,  $df = 27$ ,  $P < 0.001$ ；8月、 $t = -5.983$ ,  $df = 25$ ,  $P < 0.001$ ）、成貝では、どの調査月においても0.5より有意に高かった（6月、 $t = 4.086$ ,  $df = 21$ ,  $P = 0.001$ ；7月、 $t = 6.377$ ,  $df = 29$ ,  $P < 0.001$ ；8月、 $t = 5.428$ ,  $df = 29$ ,  $P < 0.001$ ）。

Table 1. The number (mean  $\pm$  1 SD) of immature snails with shell lengths 10 to 20 mm and adult females and males with those  $\geq$  20 mm, collected at fixed five sites in six rice fields either by hand in 1.5  $\times$  1.5 m<sup>2</sup> quadrats (Quadrat) or by baited traps (Trap). The sample size was 20 in both methods.

Month	Immature		Adult female		Adult male	
	Quadrat	Trap	Quadrat	Trap	Quadrat	Trap
June	12.3 $\pm$ 16.2	9.5 $\pm$ 17.0	2.0 $\pm$ 2.8	3.7 $\pm$ 3.9	1.7 $\pm$ 0.4	5.4 $\pm$ 6.3
July	10.7 $\pm$ 12.8	2.8 $\pm$ 5.2	3.6 $\pm$ 3.2	6.3 $\pm$ 4.2	2.1 $\pm$ 2.3	6.7 $\pm$ 5.0
August	15.4 $\pm$ 17.7	3.7 $\pm$ 4.1	4.9 $\pm$ 4.0	7.2 $\pm$ 5.4	8.4 $\pm$ 7.2	11.1 $\pm$ 5.8

オス比率 (Fig. 2) は、7月でのみトラップ法で有意に高く、それ以外では有意差はなかった (6月,  $t = 1.255$ ,  $df = 17$ ,  $P = 0.223$ ; 7月,  $t = 2.105$ ,  $df = 28$ ,  $P = 0.044$ ; 8月,  $t = 0.895$ ,  $df = 28$ ,  $P = 0.381$ )。

捕獲された貝の大きさの頻度分布は、トラップ法でより大きく (Fig. 3), 全ての調査におけるどの階級も、その差は有意であった (Table. 2)。

### 考 察

コードラート法では、どの階級の貝も月が進むにつれ捕獲数が増加した (Table 1)。これは、季節が進むに

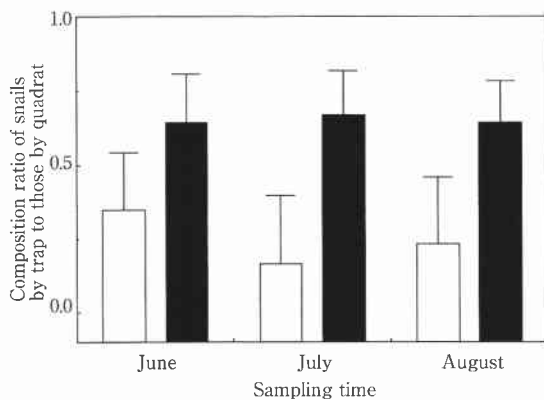


Fig. 1. Ratio of the proportions of two snail classes, immatures with shell lengths < 20 mm (empty columns) and adults with shells  $\geq 20$  mm (filled columns), to the total snails collected by trap to the sum of the proportions by trap and quadrat collection. Bars denote standard deviation.

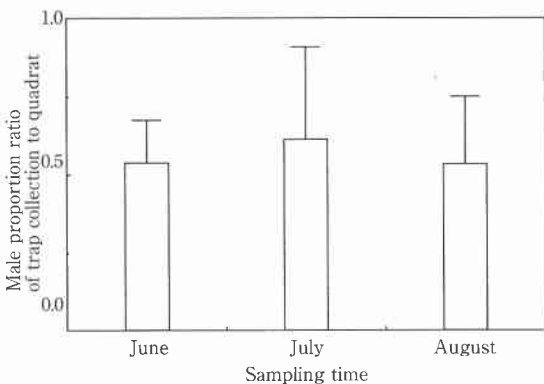


Fig. 2. Ratio of the proportion of males to total adult snails collected by trap collection to that by quadrat collection. Bars denote standard deviation.

つれての越冬貝の成長と、越冬貝が産んだ卵からの孵化貝の加入 (宮原ら, 1986; 小沢・牧野, 1989; 菖蒲, 1996) によるものであろう。しかし、トラップ法では幼貝の増加傾向はなく、どの階級の TQ 比率も (Fig. 1) 大きさも (Fig. 3), コードラート法と有意に異なっていた。

方法間でのこれらの差の原因として、水田内での貝の不均一な分布 (平井ら, 1986; 市瀬, 1999) によるデータの偏りが考えられる。しかし、6筆の水田内の5定点全てで、貝の採集にある一方向への偏りが生じたとは考えにくい。また、本報告ではこのような偏りが生じにくい大きさのコードラートを用いているので (市瀬, 1999), コードラート法での貝採集に偏りが生じる可能性は低い。また、コードラート法での調査後トラップを設置したことによる影響は、以下3点から無視できるであろう。1) コードラート面積が水田に比べ小さい、2) コードラートで採集した貝は全て元の場所に戻した、3) トラップから10m以上のところに放した貝が20時間以内でトラップに捕獲される (未発表)。以上から、トラップ法とコードラート法による貝捕獲の差は、貝の行動によりもたらされたと考えられる。

トラップに捕獲された貝の逃げやすさまたは餌の誘引が貝の大きさや雌雄が異なれば、トラップ法での結果がコードラート法と異なることはあろう。小さい貝の方がトラップで捕獲されても、そこから逃げやすければ、トラップ法による貝はより大きくなろう。しかし、20mm以上の成貝でも、小さいほど逃げやすかったとは、トラップの構造から考えにくい。大きさによる食性の差はないこと (大矢ら, 1986), トラップへの捕獲には貝の大きさと性が影響しないという実験結果 (市瀬2000b)

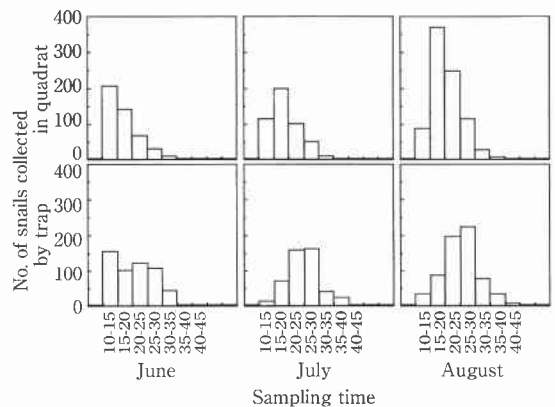


Fig. 3. Frequency of shell lengths of snails collected either by hand in quadrats (upper row) or by traps (lower row).

Table 2. Shell lengths (mean  $\pm$  1 SD) of snails collected either by hand in quadrats or by traps at fixed five sites in six rice fields. The means were compared by ANOVA for method, quadrat and trap collections.

Class	Collection				Statistic		
	Quadrat		Trap		<i>F</i>	<i>df</i>	<i>P</i>
Month	<i>n</i>	mean $\pm$ SD	<i>n</i>	mean $\pm$ SD			
Immature							
June	333	14.4 $\pm$ 2.5	265	15.5 $\pm$ 4.5	10.213	1, 596	0.001
July	283	15.6 $\pm$ 2.0	81	19.0 $\pm$ 4.3	86.621	1, 362	< 0.001
August	279	16.0 $\pm$ 2.3	67	15.0 $\pm$ 3.2	11.594	1, 344	0.001
Adult female							
June	61	24.7 $\pm$ 3.2	112	26.1 $\pm$ 3.7	6.501	1, 171	0.012
July	107	25.1 $\pm$ 4.2	188	27.9 $\pm$ 4.7	29.441	1, 293	< 0.001
August	146	25.8 $\pm$ 3.8	217	27.9 $\pm$ 4.5	22.540	1, 361	< 0.001
Adult male							
June	44	24.7 $\pm$ 3.4	139	25.9 $\pm$ 3.2	5.237	1, 181	0.023
July	66	24.4 $\pm$ 3.8	180	25.7 $\pm$ 3.5	7.164	1, 244	0.008
August	256	24.2 $\pm$ 4.1	326	26.8 $\pm$ 5.0	52.977	1, 580	< 0.001

から、成長による餌誘引の差の可能性はないであろう。また餌誘引による差は、幼貝と成貝の構成比率の差は説明できても、トラップにより捕獲されたどの階級の貝の大きさにも違いがあったことが説明できない。そこで別な説明として、個体間のトラップ内の餌をめぐる競争もしくは移動距離が考えられる。小さい個体は何らかの影響を大きい個体から受けトラップに入りにくかった、大きい個体ほど移動可能距離が大きくより遠距離からトラップに到達できた、という2つの可能性がある。これらの影響を明らかにするには、別の研究が必要である。オス比率が7月に方法間で異なっていたことは、水田における貝の産卵と繁殖行動、メスの性フェロモン(平井, 未発表)が関与しているかもしれない。本貝のメスは、昆虫の膜翅目に見られるような大きな貯精嚢はない(武田, 1999)。そのため、連日産卵する(宮原ら, 1986)時は大量の精子を必要とし、頻繁に交尾を行うと予想される。トラップでのオス比率が7月に有意に高くなったのは、この時が産卵活動の最盛期に近く、メスの性フェロモン分泌が他の調査時期より高くなり、オスがよく誘引された結果かもしれない。また、高温条件下でのオスの潜土率がメスよりも大きいことも(和田・吉田, 2000)、オス比率の方法間での差の原因となろう。

同一の貝個体群に対して、トラップ法とコードラート法は近似した推定密度を与える(市瀬, 1999)。しかし、捕獲した貝から対象個体群内の貝に対し、大きさと性別の構成比率を推定すると、両方法間では異なった比率を与える、と結論される。コードラート法では、調査の時

間制限から、特に貝の潜土行動による影響を受けやすいであろう。そのため、どの貝も少なめに推定する可能性があり、特にオスおよび気温の高い日ではその可能性が高いであろう。また、トラップ法では、小さい貝の比率を低く推定するであろう。また、コードラート法とは逆に、メスの性フェロモンによる誘引のため、特に7月ころの調査では、オス比率を高く推定する可能性が高い。現時点でこれらを完全に解決できる方法はなく、これは今後の課題である。

#### 摘 要

スクミリンゴガイを誘引する餌を入れたトラップによる捕獲と、正方形コードラート(2.25m<sup>2</sup>)内の貝の捕獲を比較し、両方法による貝個体群の推定における問題点を検討した。貝は、殻長20mm未満を幼貝、それ以上をメスとオスに判別し、各階級毎に分析した。トラップ法での捕獲は、コードラート法に比べ幼貝の採集比率が低く、成貝は高かった。さらに、トラップはより大きな貝を捕獲していた。この結果は、貝の餌をめぐる競争もしくは成長の違いによる移動量の差が原因となっている可能性がある。オスの捕獲率は両方法で6、8月の採集で差がなかったが、7月の採集では、トラップでのオス比率が高かった。この結果は、メスによる性フェロモン分泌と、盛夏での貝の繁殖行動の活発化によるであろう。以上より、トラップ法とコードラート法による貝個体群を推定では、貝の大きさと性構成が異なって推定されると結論された。

## 引用文献

- Darby, P. C., R. E. Bennetts, J. D. Croop, P. L. Darby-Valentine, and W. M. Kitchens (1999) A comparison of sampling techniques for quantifying of the Florida apple snail (*Pomacea paludosa*). J. Moll. Stud. 65 : 195-208.
- Guimarães, C. T. (1981) Algumas observações de campo sobre biologia e ecologia de *Pomacea haustum* (Reeve,1856) (Mollusca, Pilidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz 76 : 343-351.
- 平井剛夫・大矢慎吾・宮原義男 (1986) ラプラタリンゴガイの水田における個体数調査. 九病虫研会報 32 : 88-91.
- 市瀬克也・和田 節・横尾廣規 (1998) ペットボトルを用いたスクミリンゴガイのトラップ. 九病虫研会報 44 : 50-52.
- 市瀬克也 (1999) 水田におけるスクミリンゴガイの密度推定：最適なコードラート面積の決定と，コードラート法，ライントランセクト法，マーキング法による推定密度の比較. 九病虫研会報 45 : 54-55.
- 市瀬克也 (2000a) 水田におけるスクミリンゴガイ密度のトラップを用いた簡易推定法. 九州農業研究 62 : 91.
- 市瀬克也 (2000b) スクミリンゴガイのトラップに対する学習. 九病虫研会報 46 : 74-77.
- 宮原義雄・平井剛夫・大矢慎吾 (1986) 水田作物を加害するラプラタリンゴガイ (ジャンボタニシ) の発生. 植物防疫 40 : 31-35.
- 大矢慎吾・平井剛夫・宮原義男 (1986) ラプラタリンゴガイのイネ稚苗食害習性. 九病虫研会報 32 : 92-95.
- 小沢朗人・牧野秋雄 (1989) スクミリンゴガイの生態と防除. 植物防疫 43 : 502-505.
- 葛蒲信一郎 (1996) スクミリンゴガイの生態と防除. 植物防疫 50 : 211-217.
- 武田直邦 (1999) スクミリンゴガイ (*Pomacea canaliculata*) の生殖腺成熟に関する組織学的研究. 生物試料分析 22 : 425-432.
- 和田 節・吉田和弘 (2000) スクミリンゴガイ *Pomacea canaliculata* (Lamarck) の潜土行動；日周性と潜土に影響を及ぼす要因. 九病虫研会報 46 : 88-93.