特集：小笠原諸島の固有水生生物と陸水環境

資 料 [Limnological record]

小笠原諸島における外来種ヌメカワニナと
固有種オガサワラカワニナの分布,
特に河川改修工事が与える影響について

佐々木哲朗¹⁾・佐竹 潔²⁾・土屋光太郎³⁾

Distributions of an alien snail, *Melanoides tuberculata*, and an endemic snail, *Stenomelania boninensis*, in the Ogasawara (Bonin) Islands, with special reference to the effects of stream bank construction on the thiarid snails

Tetsuro SASAKI¹⁾, Kiyoshi SATAKE²⁾ and Kotaro TSUCHIYA³⁾

Abstract

Stenomelania boninensis is a thiarid snail endemic to the Ogasawara (Bonin) Islands. Although an alien thiarid snail, *Melanoides tuberculata*, which presumably has a potential to replace native snails, was recorded from Chichijima in 2005, nothing is known concerning the relationships between these two species. Field surveys on the geographical distribution of the both species were conducted in 39 stream systems on eight islands of the Ogasawara Islands, including Mukojima, Chichijima and Hahajima. As a result, whereas *S. boninensis* was collected from 33 streams of five islands, *M. tuberculata* was collected from only five streams in Chichijima. In addition, whereas while *S. boninensis* was found at both natural and concrete bank sites in freshwater zones, *M. tuberculata* was found observed at concrete bank sites in both freshwater and tidal zones. The effects of a stream bank construction on both *M. tuberculata* and *S. boninensis* were also assessed. Quantitative samplings of the snails were conducted at six stations along the Yatsuse River in Chichijima during a period from immediately before to nine months after the construction was completed. Before the construction, *S. boninensis* and *M. tuberculata* coexisted in the reaches of the construction site. During the construction period, both snail species were eliminated by the diversion of all water from the stream. Whereas *M. tuberculata* recovered at the construction site three months after the construction, *S. boninensis* failed to recover even after nine months. Moreover, *M. tuberculata* expanded its distribution range to the upper reaches after the construction. In conclusion, a disturbance like a stream bank construction possibly induces the replacement of native species by aliens.

¹⁾ NPO 法人 小笠原自然文化研究所 〒100-2101 東京都小笠原村父島宮之浜道 Institute of Boninology, Miyanohama-michi, Chichijima, Ogasawara-mura, Tokyo 100-2101, Japan

²⁾ 独立行政法人 国立環境研究所 〒305-8506 茨城県つくば市小野 16-2 National Institute for Environmental Studies, 16-2, Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan

³⁾ 東京海洋大学海洋科学部海洋環境学科 〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7 Department of Marine Sciences, Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7, Konan Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan
(連絡先 佐々木哲朗 E-mail: sasaki@ogasawara.or.jp)

Keywords: endemic species, alien species, *Stenomelania boninensis*, *Melanoides tuberculata*, distribution, stream bank construction

摘 要

オガサワラカワニナは小笠原諸島の陸水に生息する腹足類の固有種である。本種および近縁の外来種ヌノメカワニナの分布を調べる目的で、2005年から2008年にかけて聟島・父島・母島をはじめとする8島39水系で調査を行った。その結果、オガサワラカワニナは聟島・弟島・兄島・父島・母島の5島33水系に、ヌノメカワニナは父島の5水系に分布していた。オガサワラカワニナは淡水域の護岸域と非護岸域に、ヌノメカワニナは感潮域と淡水域の護岸域で確認された。

2006年の河川改修工事の前後に調査を行った父島の八瀬川では、工事前には工事区間内で両種は混生していたが、工事3ヶ月後と9ヶ月後にはヌノメカワニナのみが高い密度で生息していた。また、ヌノメカワニナは工事3ヶ月後および9ヶ月後に工事区間の上流で新たな分布が確認された。このように河川改修工事などの環境攪乱は在来種と外来種の置き換わりを招いてしまう可能性があると考えられた。

キーワード：外来種，固有種，オガサワラカワニナ，ヌノメカワニナ，分布，河川改修

(2009年1月13日受付；2009年2月17日受理)

はじめに

オガサワラカワニナ *Stenomelania boninensis* は、トウガタカワニナ科タケノコカワニナ属 (*Thiaridae*: *Stenomelania*) に属する、小笠原諸島固有の陸水産腹足類である。国内産の同属他種では、与那国島に分布するヨシカワニナ *Stenomelania juncea* に最も近縁とされている (Miura et al., 2008)。本邦のタケノコカワニナ属の多くは、主に生息環境の悪化により個体数が減少しており、環境省レッドデータブックでは絶滅が危惧される種が少なくない (環境省自然保護局野生生物課, 2005)。オガサワラカワニナについても、固有種ゆえに分布域が限られていること、小笠原諸島には水量の不安定な細流しか存在しないこと、河川改修等の環境改変が進行していることから絶滅が心配されており (福田, 1996; 増田, 2005)、最新の環境省レッドリストでは絶滅危惧Ⅱ類 (VU) にランクされている (環境省自然保護局野生生物課, 2007)。かつてハハジマカワニナ *Stenomelania hahajimana* とされていた種は、現在ではオガサワラカワニナと同種と考えられているため (湊, 1992)、小笠原諸島に生息する在来のトウガタカワニナ科貝類はオガサワラカワニナ1種である。ところが最近になって、同科の外来種と考えられるヌノメカワニナ *Melanoides tuberculata* が父島の一部の河川に定着していることが明らかとなった (佐竹ら, 2006)。ヌノメカワニナは1940年以前にはアジアからアフリカの熱帯・亜熱帯域に分布

していたが、主に熱帯魚飼育用の水草の移動に伴い、現在では世界各地において外来種として定着している (Glaubrecht, 2000)。ヌノメカワニナが侵入した地域では、在来腹足類との置き換わりが生じることも報告されており (Facon et al., 2003)、近縁であるオガサワラカワニナへの影響が心配される。しかし、両種の小笠原における分布状況は解っていない。

本研究では、水系を単位とした分布域を調査した。また、調査の過程において、父島南西部に位置する八瀬川中流域では、ヌノメカワニナが下流側に、オガサワラカワニナが上流側に生息し、2種が側所的に分布していることが解った。2種の分布境界となっている混生域は、中流域に位置する100 mに満たない範囲であったが、同所は河川改修工事が予定されていた。人為的な環境攪乱が2種の生息に対してどの様に作用するかを把握するため、河川改修前と改修後の生息密度の変化を調べた。

材料と方法

2種の分布水系

各水系における2種の分布確認は2005年から2008年にかけて行った。対象とした水系は、聟島列島の聟島および煤島、父島列島の弟島、兄島および父島、母島列島の母島、向島および妹島の8島39水系とした (Fig. 1)。各水系では、原則として河口から源流域までを踏査した。また、感潮域と淡水域および護岸域と非護岸域を区別し、

Fig. 1. Location maps of the Ogasawara (Bonin) Islands (a), and stream systems surveyed on each island (b). A: Mukojima, B: Nakoudojima, C: Otoutojima, D: Anijima, E: Chichijima, F: Hahajima, G: Mukoujima, H: Imoutojima.

図 1. 小笠原諸島の位置および調査対象水系. A: 聳島, B: 媒島, C: 弟島, D: 兄島, E: 父島, F: 母島, G: 向島, H: 妹島.

Fig. 2. Map showing the study site where the density of both thiarid snail species and their distribution was examined in the Yatsuse River, Chichijima, Ogasawara (Bonin) Island. The symbol indicates the presence of thiarid snails; ◎ : *Stenomelania boninensis* (endemic species), ● : *Melanoides tuberculata* (alien species), ○ : both species absent.

図 2. 父島八瀬川における生息密度調査地点および水系内におけるトウガタカワニナ科 2 種の分布概要. ◎ : 固有種オガサワラカワニナ生息地点, ● : 外来種ヌメカワニナ生息地点, ○ : 非生息地点.

各水域において生息の確認を行い、護岸や感潮域が存在しない場合には調査対象なしとして取り扱った。感潮域とは海水の侵入がみられる陸水域とし、流程が長い場合には電気伝導度を測定して判断した。また、小笠原諸島には河口が閉塞している河川や、岩盤上を流れる河川水が直接海に流入する河川が存在する。この様な河川においては地形を参考に判断し、河口から大潮満潮線までの範囲を感潮域として扱った。護岸域とは、コンクリート

舗装を伴う人工化された水域で、河岸および河床の護岸、ダムなどが該当する。一部の水系には戦前に造成された石積護岸がみられたが、法面がコンクリートで舗装されておらず通水性が確保されていること、工事から時間が十分に経過していることから、自然水域に近い良好な環境であった。したがって、本調査では戦前の石積護岸は護岸域に含めなかった。

Table 1. Environmental factors in the sampling stations of the Yatsuse River in Chichijima, Ogasawara (Bonin) Islands.

表 1. 小笠原諸島父島、八瀬川調査地域の環境要因。

Station	Date	Time	Electric conductivity (mS cm ⁻¹)	Water Temperature (°C)	pH
St. A	June 22, 2005	14:45	10.60	33.5	7.85
	Feb. 19, 2006	14:55	1.53	21.7	6.69
	Oct. 2, 2006	6:40	30.60	27.3	7.67
St. B	Oct. 28, 2005	15:35	3.83	29.4	7.74
	Nov. 2, 2006	8:00	0.99	25.1	7.32
St. C	Oct. 27, 2005	15:20	0.77	27.7	8.18
	Oct. 28, 2005	15:10	0.76	27.8	8.10
	Nov. 1, 2006	16:00	0.82	26.4	7.10

河川改修工事に伴う生息密度の変化

父島の八瀬川 (Fig.1(b): E23) においては、河川改修工事の前後に 2 種の生息密度の変化を調査した (Fig.2)。

八瀬川は本流の流程が約 2.5 km あり、小笠原諸島最大の水系である。河口から長谷川支流との分岐点までが感潮域であり、分岐点直上の落差工から上流が淡水域となっていると考えられたが、2005 年から 2006 年にかけて測定した電気伝導度の値を参考にした (Fig.2: St. A ~ C, Table 1)。河川の両岸は大部分が護岸されており、護岸されていない自然水域は、長谷川の中上流域、時雨ダムの上流の沢、常世川上流域にみられる。

生息密度調査以前における 2 種の流程分布は、ヌノメカワニナが下流域から中流域に、オガサワラカワニナが中流域から上流域に生息する側所的な分布配置となっていた。分布境界は改修工事予定区間（これ以降、工事区間とする）付近にあり、100 m に満たない範囲において混生していた。ヌノメカワニナが分布していた水域は感潮域および感潮域直上の淡水域であり、オガサワラカワニナは淡水域であった。混生域は、感潮域直上の淡水域であった。

生息密度の変化を見るために、工事区間およびその上下流の位置に、合計 6 箇所の調査ステーションを設けた (Fig.2: St. 1 ~ 6)。

河岸は、工事区間のみ法面がコンクリートで固定されていない石積護岸であり、その他の水域はコンクリート護岸となっていた。工事区間も、工事後はコンクリート法面に直径 30 cm 程の石が固定された護岸となった。工事は、両岸の基礎を埋め込む作業に伴い、河床は全て掘削された。掘削後は、土砂の埋め戻しが行われた。St. 1 は感潮域であり、他のステーションは淡水域となってい

た。また、いずれのステーションも、川幅は 1 m から 3m 程度、水深は 10 cm ~ 30 cm 程であり、調査期により変化した。河床は全て砂礫底であった。

調査による攪乱を最小限にとどめるため、各ステーションにおける定量採集は、50 cm × 50 cm の方形枠を 1 箇所のみ設置し行った。枠内の深さ 10 cm までの底質を 2 mm メッシュのふるいで選別し、2 種の個体数を計測した。得られた個体数を 1 m²あたりの個体数に換算し、生息密度とした。

河川改修工事は 2006 年 1 月から 6 月にかけて行われたため、生息密度調査は、工事直前の 2006 年 1 月 2 日、工事後約 3 ヶ月が経過した 2006 年 9 月 19 日、工事後約 9 ヶ月が経過した 2007 年 1 月 2 日の 3 回行った。2006 年 1 月の調査では、St. 5 および St. 6 についての調査は行わなかった。

結 果

2 種の分布水系

オガサワラカワニナは今回調査した 3 列島全てから分布が確認された (Table 2)。分布が確認された島は聟島、弟島、兄島、父島、母島の 5 島 33 水系からであり、調査した全水系の 8 割を越えた。一方、ヌノメカワニナは父島の 5 水系のみから見いだされ、他の島では確認されなかった。

オガサワラカワニナが生息していたのは、いずれも淡水域であり、感潮域からは幼貝すら確認することはできなかった。一方、ヌノメカワニナの生息範囲は、常に海水の影響にさられる汽水域から標高 50 m 付近にある淡水域に及んだ。2 種ともに流れの殆ど無い溜まりから、

小笠原諸島における外来種ヌノメカワニナと固有種オガサワラカワニナの分布

Table 2. Geographical distribution of *Stenomelania boninensis* (endemic species) and *Melanoides tuberculata* (alien species) on the Ogasawara (Bonin) Islands. yes: present, no: absent, -: No Habitat, ND: No Data.

表 2. 小笠原諸島各水域における固有種オガサワラカワニナ (*Stenomelania boninensis*) と外来種ヌノメカワニナ (*Melanoides tuberculata*) の分布状況. yes: 生息確認, no: 生息未確認, -: 調査対象なし, ND: 未調査.

Island	No.	Stream System	Date	<i>Stenomelania boninensis</i>				<i>Melanoides tuberculata</i>			
				Freshwater		Tidal zone		Freshwater		Tidal zone	
				Natural Bank	Concrete Bank	Natural Bank	Concrete Bank	Natural Bank	Concrete Bank	Natural Bank	Concrete Bank
Mukojima Islands											
Mukojima	1	unnamed	May 15, 2007	yes	-	no	-	no	-	no	-
Nakoudojima	2	unnamed	Apr. 23, 2008	no	-	no	-	no	-	no	-
	3	unnamed		no	-	no	-	no	-	no	-
Chichijima Islands											
Otoutojima	4	Ichinotani	Jun. 3, 2006	yes	-	no	-	no	-	no	-
Anijima	5	unnamed		yes	-	no	-	no	-	no	-
	6	Inuisawa		yes	-	no	-	no	-	no	-
	7	Uguisuhama		yes	-	no	-	no	-	no	-
	8	Takinoura		yes	-	no	-	no	-	no	-
	9	Tamana		yes	-	no	-	no	-	no	-
Chihijima	10	unnamed		yes	-	no	-	no	-	no	-
	11	unnamed		yes	-	no	-	no	-	no	-
	12	unnamed		yes	-	no	-	no	-	no	-
	13	unnamed		yes	-	no	-	no	-	no	-
	14	Ohmura	Dec. 28, 2005	-	no	-	no	yes	-	yes	
	15	Kiyose	Jul. 1, 2005	-	yes	-	no	yes	-	yes	
	16	Okumura	Aug. 21, 2005	yes	no	-	no	yes	-	yes	
	17	unnamed	Mar. 21, 2008	yes	ND	no	-	no	ND	no	-
	18	Sakaiura	Mar. 28, 2008	yes	yes	no	-	no	no	no	-
	19	Fukiagedani	Mar. 8, 2007	yes	-	no	-	no	-	no	-
	20	Fukiage	10-Nov-06	yes	yes	no	-	no	yes	no	-
	21	Renjyudani	Oct. 27, 2005	yes	yes	no	no	no	no	no	no
	22	Kopepe	Feb. 19, 2006	yes	yes	no	no	no	no	no	no
	23	Yatsuse	Aug. 22, 2005	yes	yes	no	no	no	yes	no	yes
24	Minamifukurosawa	Dec. 23, 2005	yes	-	no	-	no	-	no	-	
25	unnamed	2-Nov-07	yes	-	no	-	no	-	no	-	
26	Hatsuneura	Aug. 23, 2005	yes	-	no	-	no	-	no	-	
27	unnamed	Jul. 13, 2008	yes	-	no	-	no	-	no	-	
28	unnamed		yes	-	no	-	no	-	no	-	
29	unnamed		yes	-	no	-	no	-	no	-	
30	Ohtaki	4-Nov-07	yes	-	no	-	no	-	no	-	
31	Tatsumidani		yes	-	no	-	no	-	no	-	
32	unnamed	Oct. 28, 2006	yes	-	no	-	no	-	no	-	
33	unnamed	Sep. 21, 2006	yes	-	ND	-	no	-	ND	-	
Hahajima Islands											
Hahajima	34	Koromodate	Aug. 19, 2007	no	no	no	no	no	no	no	no
	35	Utyuzawa	Dec. 16, 2006	yes	no	no	-	no	no	no	-
	36	Ohsawa	Dec. 15, 2006	yes	no	no	-	no	no	no	-
	37	Ohtani	Jul. 28, 2006	yes	yes	-	no	no	no	-	no
Mukoujima	38	unnamed	Aug. 18, 2007	no	-	no	-	no	-	no	-
Imoutojima	39	unnamed	Aug. 17, 2007	no	-	no	-	no	-	no	-

流れの速い流水環境においても生息が確認された。オガサワラカワニナは非護岸域と護岸域の両方から見いだされたが、ヌノメカワニナは護岸された水域からのみ確認された。

2 種が共存していた水系は、父島の清瀬川、奥村川、吹上川および八瀬川の 4 水系であった。このうち、奥

村川を除く 3 水系では 2 種の混生域が存在した。流程が 200 m に満たない清瀬川では、河床はヌノメカワニナで足の踏み場もない状態であったが、1 時間ほどの調査においてオガサワラカワニナは数個体しか見いだせなかった。

Fig. 3. Density of thiarid snails in the Yatsuse River, Chichijima, Ogasawara (Bonin) Island. Whereas *M. tuberculata* expanded its distribution range to the upper reaches after construction (Sep. 19, 2006 & Jan. 2, 2007), *S. boninensis* completely disappeared from the construction site (St. 2, St. 3).

図 3. 父島八瀬川におけるトウガタカワニナ科 2 種の生息密度。工事後、工事区間 (St. 2, St. 3) からオガサワラカワニナは消失し、ヌノメカワニナは上流側に分布域を拡大した。

河川改修工事に伴う生息密度の変化 (Fig. 3)

工事前後に行った 3 回の生息密度調査の結果、工事直前の 2006 年 1 月 2 日の時点では、St. 1 からはヌノメカワニナのみが得られ、St. 4 ではオガサワラカワニナのみが確認された。St. 2 および St. 3 では 2 種が混生しており、St. 2 はヌノメカワニナが、St. 3 ではオガサワラカワニナが優占していた。

工事終了 3 か月後の 2006 年 9 月 19 日では、工事区間である St. 2 および St. 3 からオガサワラカワニナが消滅し、ヌノメカワニナの分布域は工事区間よりも上流に位置する St. 4 にまで拡大した。また、ヌノメカワニナが工事前と同様に採集された地点における同種の生息密度は顕著に上昇し、St. 1 では工事前の 306 ind. m⁻² から 2452 ind. m⁻² に、St. 2 では 68 ind. m⁻² から 3092 ind. m⁻² に、St. 3 では 12 ind. m⁻² から 144 ind. m⁻² に変化した。採集された個体には、殻長 10 mm に満たない幼貝が多く含まれていた。

工事終了から 9 ヶ月後の 2007 年 1 月では、ヌノメカワニナはさらに上流に向かって分布域を拡大し、St. 5 に到達した。一方、オガサワラカワニナは工事区間から消失しており、成貝の再定着および幼貝の新規加入のいずれも認められなかった。ヌノメカワニナの生息密度は工事後 3 か月後に行った調査時からは著しく減少した。

考 察

工事前後での腹足類の生息密度調査の結果から、工事の施工に伴い、オガサワラカワニナが消失する一方で、ヌノメカワニナが分布を拡大することが示された。掘削のため河床を干出させたことから、工事区間は一時的に 2 種が生息できない環境となった。工事後、河川水で満たされた後、ヌノメカワニナは工事区間に定着したが、オガサワラカワニナは定着できていない。理由の一つには、工事による攪乱のため、水質や河床等にオガサワラカワニナの生息に適さない質的な変化が生じた可能性があるが、本調査からは判断できない。第二に、下流域に分布していたヌノメカワニナが遡上することによりいち早く工事区間に侵入できた可能性がある。Huryn & Denny (1997) は淡水貝類の遡上行動についてとりまとめ、遡上行動を説明する要因として、餌や空間を求める、流下を補う、捕食を避ける、そして流体力学的効果によるものの 4 つを提案している。このいずれによるものかは判断できないが、工事区間の上流には分布していなかったヌノメカワニナが下流から遡上してきたと考える

のが妥当であろう。第三に、発生様式の違いが挙げられる。ヌノメカワニナは卵胎生であり、発生初期の生存率が高いため、卵生の腹足類よりも一定面積の競合において有利と考えられている (Dudgeon, 1989; Pointier et al., 1991)。また、面積が減少した東京湾の干潟に生息するウミニナ類 2 種においては、直達発生する種が拡散を伴う浮遊幼生期を持つ種よりも再生産において有利と考えられている (Furota et al., 2002)。シャーレ内でベリジャー幼生を放出する個体が観察されたことから (佐々木, 未発表), オガサワラカワニナは他のタケノコカワニナ属と同様に浮遊幼生期を持つ。工事区間に侵入したヌノメカワニナは、直接稚貝を生むことで、同所において安定的に個体数を増加させることが可能だが、オガサワラカワニナの場合は、幼生期の拡散や着底基質の選択性に伴い、発生様式が再加入において不利に働いた可能性がある。

オガサワラカワニナが淡水域のみから確認されたことは、福田 (1996) の報告と一致する。日本産タケノコカワニナ属の中には、感潮域周辺に生息する種も多いが (増田ら, 2004), 本種は少なくとも着底後の生活史の大半を淡水域で過ごしている可能性が高い。一方、ヌノメカワニナが確認された水域は感潮域の割合が高い。オガサワラカワニナが利用せず、さらに護岸化傾向の高い感潮域は、水系内においてヌノメカワニナが最初に定着するのに適した環境といえる。

父島と母島の 5 水系では、護岸化された水域においてもオガサワラカワニナの生息が確認された。中でも、ヌノメカワニナが侵入していない母島の大谷川中流域では、河岸植生も無く顕著に人工化された三面護岸にも関わらず、オガサワラカワニナが高い密度で生息していた。これは、攪乱を受けた場所でも、一定時間が経過するとオガサワラカワニナの生息が可能となることを示している。しかし、ヌノメカワニナが侵入した河川では、河川改修工事で創出された空白ニッチにいち早く定着・増殖するヌノメカワニナにより、オガサワラカワニナの再定着が阻害される可能性がある。また、八瀬川のケースでは、ヌノメカワニナは工事区間に留まらず、工事区間の上流に位置する地点への侵入が確認されている。2 種が生息する河川において改修工事が行われる場合、事前に分布状況を把握し、ヌノメカワニナの分布拡大を抑制する工法を検討しなければならない。

現在、ヌノメカワニナの生息水系は父島の 5 河川に限られている。生息水域はいずれも護岸化された区間であったが、自然水域への侵入の有無を監視する必要がある。

る。自然水域においても、干魃や台風等、工事同様の攪乱が生じた場合、オガサワラカワニナからヌノメカワニナへの置き換わりが起こっても不思議ではない。

謝 辞

本研究は多くの方々のご協力により進めることができた。調査をお手伝い頂いた高橋千佳子、玉田恒、永倉弓夏、高橋小太郎、渡辺揺の各氏、東京海洋大学水産生物研究会の研修生諸氏、有益な情報を提供頂いた藤田牧子氏、調査の際に便宜を図って頂いた東京都小笠原支庁に深く御礼申し上げる。

文 献

- Dudgeon, D. (1989): Ecological strategies of Hong Kong Thiaridae (Gastropoda: Prosobranchia). *Malacological Review*, 22: 39-53.
- 福田宏 (1996): 腹足綱. WWF Japan サイエンス レポート 第 3 巻, 花輪伸一・佐久間浩子 (編): 11-73. (財) 世界自然保護基金日本委員会, 東京.
- Facon, B., J. P. Pointier, M. Glaubrecht, M. Poux, P. Jarne and P. David (2003): A molecular phylogeography approach to biological invasion of the New World by parthenogenetic thiarid snails. *Molecular Ecology*, 12: 3027-3039.
- Furota, T., T. Sunobe and S. Arita (2002): Contrasting population status between the planktonic and directed-developing batillariid snails *Batillaria multiformis* (Lischke) and *B. cumingi* (Crosse) on an isolated tidal flat in Tokyo Bay. *Venus*, 61: 15-23.
- Glaubrecht, M. (2000): A look back in time: toward an historical biogeography as synthesis of systematic and geologic patterns outlined with limnic gastropods. *Zoology: Analysis of Complex Systems*, 102: 127-147.
- Huryn, A. D. and M. W. Denny (1997): A biomechanical hypothesis explaining upstream movements by the freshwater snail *Elimia*. *Functional Ecology*, 11: 472-482.
- 環境省自然環境局野生生物課 (編) (2005): 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物, 6. 陸・淡水産貝類 レッドデータブック. 自然環境研究センター, 東京.
- 環境省自然環境局野生生物課 (2007): 哺乳類, 汽水・淡水魚類, 昆虫類, 貝類, 植物 I 及び植物 II のレッドリストの見直しについて. 環境省報道発表資料, 平成 19 年 8 月 3 日.

- 増田修 (2006) : オガサワラカワニナ . 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物, 6. 陸・淡水産貝類レッドデータブック . 環境省自然環境局野生生物課 (編) : 318. (財) 自然環境研究センター, 東京 .
- 増田修・内山りゅう (2004) : 日本産淡水貝類図鑑 2 汽水域を含む全国の淡水貝類 . 株式会社ピーシーズ, 東京 .
- 湊宏 (1992) : 小笠原諸島産淡水貝 2 種 . ちりぼたん, 23(2) : 53-54.
- Miura, O., H. Mori, S. Nakai, K. Satake, T. Sasaki and S. Chiba (2008) : Molecular evidence of the evolutionary origin of a Bonin Islands endemic, *Stenomelania boninensis*. Journal of Molluscan Studies, 74: 199-202.
- Pointier, J. P., J. L. Toffart and M. Lefèvre (1991) : Life tables of freshwater snails of the genus *Biomphalaria* (*B. glabrata*, *B. alexandrina*, *B. straminea*) and one of its competitors *Melanoides tuberculata* under laboratory conditions. Malacologia, 33: 43-54.
- 佐竹潔・佐々木哲朗・土屋光太郎 (2006) : 小笠原諸島父島で確認されたヌノメカワニナ . ちりぼたん, 37(3) : 112-117.