

## 琵琶湖およびその周辺水域における特定外来生物カワヒバリガイの分布状況

木村妙子・井上暁広・木村昭一・佐藤達也

三重大学大学院生物資源学研究科 〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577

### Spatial distribution of an exotic mussel, *Limnoperna fortunei*, in Lake Biwa and connected waters in western Japan

Taeko Kimura, Akihiro Inoue, Shoichi Kimura and Tatsuya Sato

Graduate School of Bioresources, Mie University, 1577 Kurimamachiya-cho, Tsu, Mie 514-8507, Japan

k-taeko@bio.mie-u.ac.jp

(Received March 19, 2010; Accepted November 24, 2010)

#### Abstract

The spatial distribution and abundance of the exotic mussel *Limnoperna fortunei* was investigated along the shore of Lake Biwa and in connected waterways from November, 2008, to November, 2009. The mussel was commonly and abundantly found along the lake's shore except for the western side of Northern Lake Biwa, and it was first recorded for the first time in neighboring Lake Yogo, as well as at Chikubu Island and Okinoshiraishi Island within Northern Lake Biwa. The highest density of the mussel was found in Southern Lake Biwa and also in Lake Yogo, places where high concentrations of chlorophyll-a occur for much of the year. The mussel was found in the Seta, Uji, and Yodo Rivers comprising the outflow from Southern Lake Biwa, and also in their tributary the Kizu River. Seeds of mussel populations in the Kizu River may be supplied from the Takayama Dam upstream.

**Key words:** *Limnoperna fortunei*, invasive species, freshwater mussel, Lake Biwa, Yodo River, distribution

#### 緒言

カワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* は中国・朝鮮半島を原産とする淡水産イガイ科二枚貝で、アジア各国や南米に分布を拡大している (Morton, 1973; 小島, 1982; 松田・上西, 1992; Boltovskoy et al., 2006)。日本では1990年に揖斐川で確認された記録が最も古く (木村, 1994)、1992年には琵琶湖、木曽三川の木曽川や長良川でも侵入が確認された (松田・上西, 1992)。その後しばらく分布拡大の報告はなかったが、2004年は愛知県東部の矢作川や天竜川で分布が確認された (白金, 2005; 国土交通省, 2006)。さらに、2005年以降は関東の大塩湖 (片山ら, 2005) や霞ヶ浦 (須能, 2006)、利根川水系 (伊藤, 2008)、豊川水系 (松岡・西, 2010) におい

て分布が確認されている。

本種は浮遊幼生期を持ち、分泌する繊維状の足糸により岩などの基質に固着するという生態を持つ。これは北米五大湖で大きな被害をもたらした付着性二枚貝カワホトトギスガイ科のカワホトトギスガイ *Dreissena polymorpha* と類似した生態であり、カワヒバリガイも同様に生態系や経済に大きな被害をもたらすことが懸念されている (小島, 1982; 中井, 2001)。また、本種は魚病被害をもたらす寄生虫の中間宿主でもある (浦部ら, 2001)。本種は国内ではまだ定着が確認されていないカワホトトギスガイと共に、2005年に国内で水生貝類として初めての環境省の特定外来生物に指定されている。

本種は1990年代の移入初期には琵琶湖、淀川水系や木

曾三川で分布が確認された。これらの水域では当初広域的な分布調査が行われ（中井、2001）、浄水施設内での障害報告もあったが（中西・向井、1997；後藤、2003）、継続的な調査は行われていなかった。しかし、2003年以降、中部・関東地方で相次いで本種の分布が報告され、広範囲に分布を拡大していることが明らかになった。特に関東の利根川流域では2005年の大塩湖における大発生をきっかけに、流域に広く定着していることが確認され（伊藤、2008）、他地域にも潜在的な分布拡大が起きていることが懸念される。

本研究は移入初期に定着した琵琶湖、淀川水系の最新の分布状況を明らかにし、分布要因の考察をした。また、日本海側および北九州のカワヒバリガイの分布状況も調査した。

## 材料と方法

2008年の11月から2009年の11月まで、琵琶湖を中心としたカワヒバリガイの分布が確認されている水域とその分布が予想されている水域において、カワヒバリガイの分布の実態調査を行った。また、琵琶湖周辺水域の日本海側、九州北部水域においてもあわせて分布調査を行った（総計105地点）。調査地点にはカワヒバリガイの付着可能な岩や転石、護岸、ロープなどがある場所を選んだ。

滋賀県の琵琶湖では、53地点で調査を行った（Fig. 1）。調査地点は、琵琶湖岸に沿って46地点を設定し、St. 1～St. 14の14地点を北湖東岸、St. 25～St. 39の15地点を北湖西岸、St. 40～St. 46の7地点を北湖北部域、St. 15～St. 20の6地点を南湖東岸、St. 21～St. 24の4地点を南湖西岸に区分した。さらに付属湖の3地点（余呉

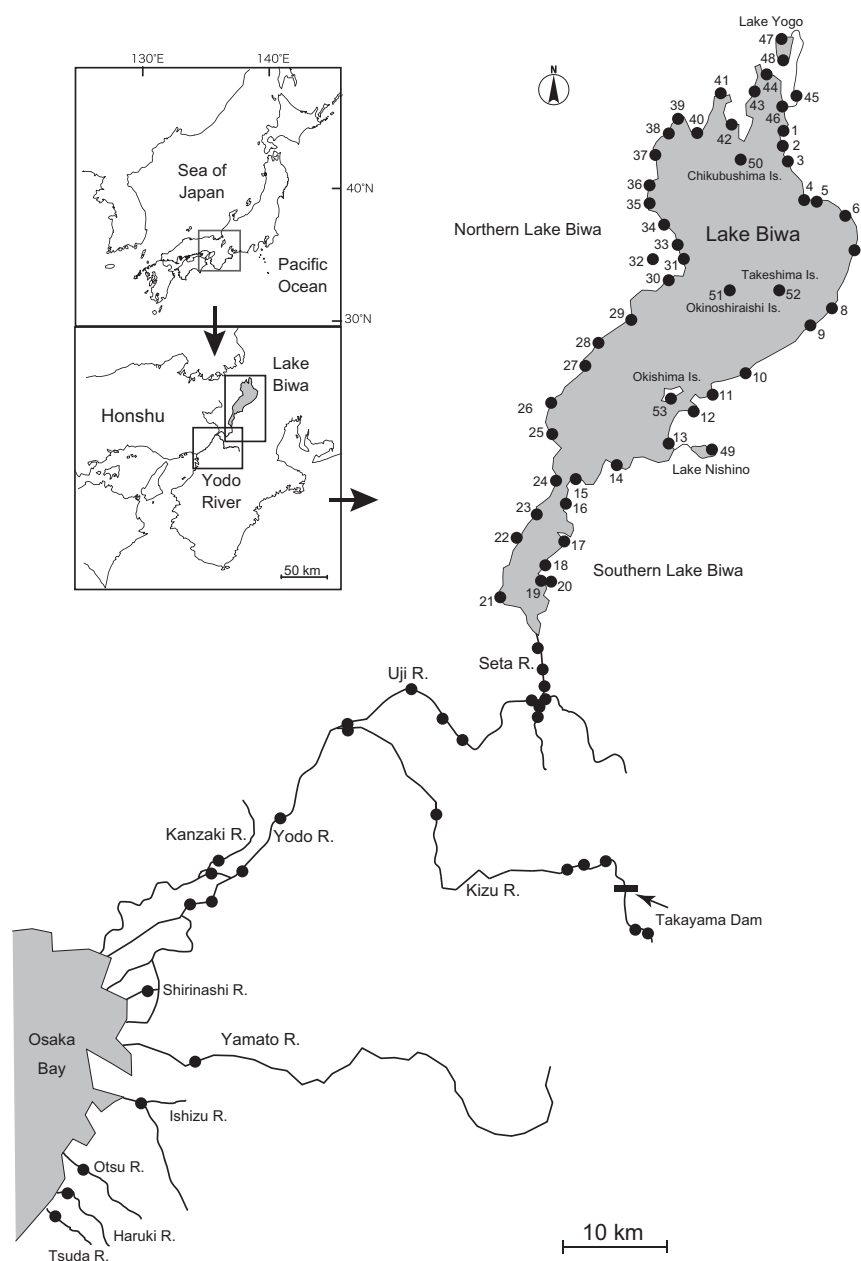


Fig. 1 Maps showing the study areas. Lake Biwa area and downstream approaches, Honshu, central Japan. Solid circles: sampling stations.

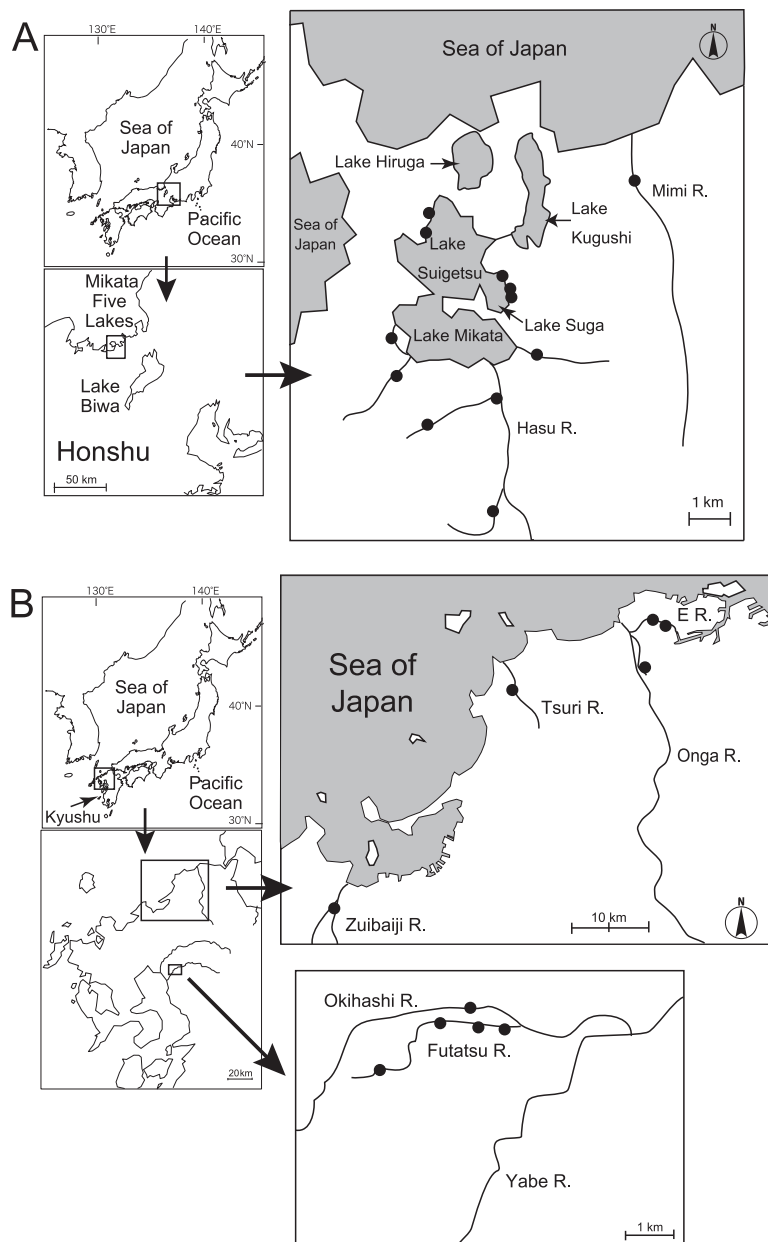
湖と西之湖)、島の4地点(竹生島、多景島、沖の白石、沖島)を設定した。北湖西岸のSt. 32は、琵琶湖に流入する安曇川の用水路にある。滋賀県、大阪府、京都府、奈良県の淀川水系とその周辺水系(瀬田川、淀川、宇治川、神崎川、木津川、名張川、神崎川、尻無川、大和川、石津川、大津川、春木川、津田川)では30地点で調査を行った(Fig. 1)。福井県の三方五湖(水月湖、管湖、三方湖)の湖岸とその周辺水域および耳川では12地点で調査し(Fig. 2A)、福岡県の矢部川水系(沖端川、二ツ川)、遠賀川水系とその周辺水域(遠賀川、釣川、江川、瑞梅寺川)では10地点で調査した(Fig. 2B)。

調査方法は伊藤(2007)の方法に従い、時間あたりの努力量による定量調査を行い、一人10分あたりに換算した。定量調査では、岩礫やロープなどの付着基質の表面を目視観察し、10分単位で採集を行った。琵琶湖の多景

島、沖の白石、竹生島ではスクーバ潜水による分布調査を行った。これらの島々は深い水深まで岩盤で成り立っていることから、水平的な分布だけではなく、自然環境での鉛直分布を調査することが目的である。

採集したカワヒバリガイは現地で99.5%アルコールにて固定後、実験室に持ち帰り計数した。琵琶湖において、採集個体数が多かった2009年6月の7地点の試料については、殻長を測定し、殻長ヒストグラムを作成した。また、琵琶湖では調査時にカワヒバリガイと同所的に分布していた絶滅危惧種を含む淡水貝類の定性的な調査も行った。

琵琶湖の水域による水質を比較するために、滋賀県琵琶湖環境科学研究センターで月1回行われている水質調査のデータを用いた。2000年から2007年までの月別の表層水温とクロロフィルa量の平均値を、分布調査地点の



**Fig. 2** Maps showing the study areas. A: the Lake Mikata Five Lakes area along the Sea of Japan coast north of Lake Biwa; B: northern part of Kyushu, southern Japan. Solid circles: sampling stations.

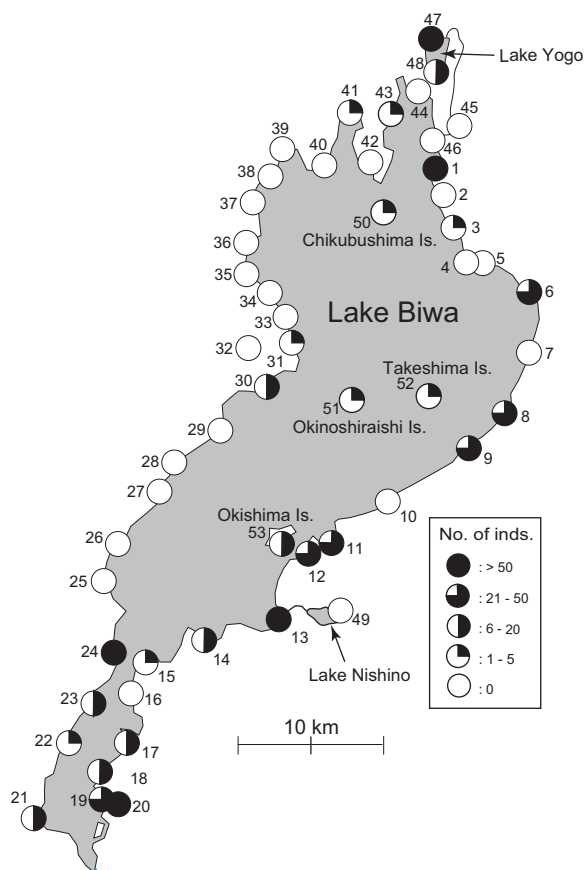


Fig. 3 Distribution and abundance of the exotic mussel *Limnoperna fortunei* along the shore of Lake Biwa from November, 2008, to November, 2009. Numericals by circles: station numbers.

北湖東岸、北湖西岸、北湖北部域、南湖東岸、南湖西岸、余呉湖の水域別に集計し平均した。

## 結果

### 1) 琵琶湖での分布状況

琵琶湖全域53地点における調査の結果、約半分の28地点でカワヒバリガイが確認された (Fig. 3, Table 1)。調査では主に護岸、転石や廃棄物の下面やロープ表面に本種の付着が確認された。

北湖東岸と南湖両岸ではそれぞれ14地点中9地点、10地点中9地点の高い頻度で全域に分布が確認されたが、北湖西岸では15地点中、中央部の2地点でしか確認されなかった。また、北湖北部域では7地点中、2地点で分布が確認され、付属湖の余呉湖の2地点でも確認された。琵琶湖北湖の4島でいずれも分布が確認された。

生息密度は特に北湖東岸の尾上漁港 (Fig. 3, St. 1)、南湖の北山田漁港 (St. 20)、堅田 (St. 24)、湖北部付属湖の余呉湖 (St. 47) では高く、10分間に50個体以上採集された。最も高密度の北山田漁港と余呉湖ではそれぞれ188個体、116個体が採集された。それに対して、北湖北部と北湖西岸の生息地点では、密度はいずれも10個体以下だった。沖島では19個体採集されたが、竹生島、沖の白石、多景島の3島では2個体か1個体の低密度だった。これらの3島ではそれぞれ水深26m、5m、20mまで潜水調査を行い、竹生島や多景島では水深6~7m、沖の白石では水深2~3mで生息が確認された。

2009年6月に湖東岸のSt. 8、9、11、13、14、17、20の7地点では多数個体採集された。これらの試料を用いて殻長組成を作成した (Fig. 4)。その結果、いずれの

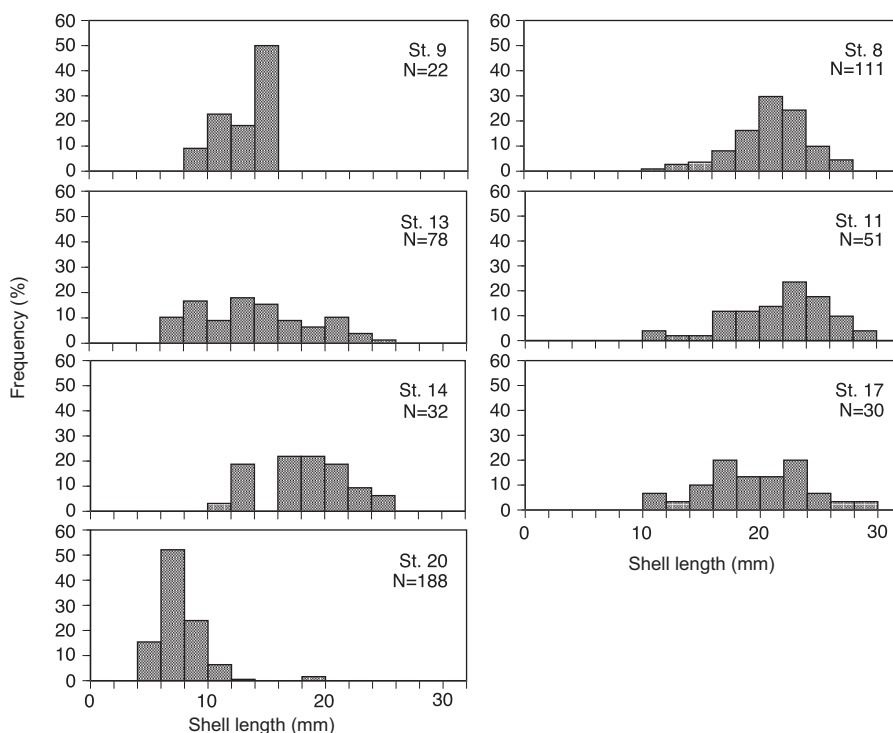


Fig. 4 Length-frequency histograms for shells of the exotic mussel *Limnoperna fortunei* collected along the shore of Lake Biwa in June, 2009. Stns. 9, 13, 14, 20: harbours; stns. 8, 11, 17: natural or artificial shores; N: number of individuals collected.

Table 1. List of molluscan species collected at sampling stations in Lake Biwa, Honshu, central Japan. Numericals indicate the number of stations at which specimens of each species were collected.

Scientific name	Japanese name	Number of stations (station nos.)	Shore of Lake Biwa						Adjacent lakes		Islands	Total number of	Exotic species	Red Data Book and List*
			Northern Lake			Southern Lake			Lake Yogo	Lake Nishino				
			East part	West part	North part	East part	West part							
			14	15	7	6	4	(St. 47, 48)	(St. 49)					
			(St. 1-14)	(St. 25-39)	(St. 40-46)	(St. 15-20)	(St. 21-24)	(St. 50-53)						
<i>Limnoperna fortunei</i>	カワヒバリガイ	9	2	2	5	4	2	2	4	28	○			
<i>Semiscospira libertina</i>	カワニナ			1						1				
<i>Semiscospira reiniana</i>	チリメンカワニナ	1	1	3	3	1	2			11				
<i>Semiscospira (Biwamelania) habei</i>	ハベカワニナ		1							1		D		
<i>Semiscospira (Biwamelania) decipiens</i>	タテヒダカワニナ	4	4	5	1	2	2		1	19		NT		
<i>Semiscospira (Biwamelania) niponica</i>	ヤマトカワニナ	3	1	4		1			4	13		NT		
<i>Semiscospira (Biwamelania) morii</i>	モリカワニナ								1	1		NT		
<i>Semiscospira (Biwamelania) dilatata</i>	フトマキカワニナ	2								2		B		
<i>Semiscospira (Biwamelania) shiraishiensis</i>	シライシカワニナ								1	1		C		
<i>Semiscospira (Biwamelania) takeshimensis</i>	タケシマカワニナ								1	1		C		
<i>Semiscospira (Biwamelania) arenicola</i>	ホソマキカワニナ	1								1		C		
<i>Sinotia quadrata histrica</i>	ヒメタニシ	9	2	3	2	2	2	2	2	22				
<i>Parafossarulus manchoiricus japonicus</i>	マメタニシ			1						1		VU		
<i>Radix auricularia japonica</i>	モノアラガイ	2	3	1	1					7				
<i>Radix onychia</i>	オウミガイ	1	2	1					1	5		D		
<i>Choanomphalodes perstriatulus</i>	カドヒラマキガイ			1					1	2		NT		
<i>Physa acuta</i>	サカマキガイ	3			3	3			1	10	○			
<i>Anodonta woodiana</i>	ドブガイ			1				2		3				
<i>Pseudodon omiensis</i>	カタハガイ			1						1		A		
<i>Inversidens japonensis</i>	マヅカサガイ		1	1	1					2		B		
<i>Inversunio reiniana yanagawaensis</i>	ニセマヅカサガイ			1						1		A		
<i>Unio douglasiae biwae</i>	タテボシガイ		2					2		4		D		
<i>Unio douglasiae nipponensis</i>	イシガイ			1						1				
<i>Lanceolaria grayana cuspidata</i>	トシガリサノハガイ			1					1	1		NT		
<i>Corbicula fluminea</i>	タイワンジミ	2	5	2	1					10	○			
Total number of species												3	13	14

\* Categories used in Ministry of the Environment (2007): VU, vulnerable species; NT, near threatened species. Categories used in Shiga Pref. (2005): A, endangered species; B, vulnerable species; C, near threatened species; D, species of particular distributional significance.

See Fig. 1 for the locations of sampling stations and the text for further explanation of sampling details.

地点でも前年度あるいはそれ以前に加入したと思われる年級群が確認された。St. 9、13、14、20のように漁港内の調査地点で主にロープから採集された個体は、小型個体だけで構成されていたり、広範囲の大きさの個体が見られたり、調査地点により変動していた（平均殻長は5.6～16.2 mm）。それに対し、St. 8、11、17のように沿岸の転石などから採集した地点では平均殻長が17.6～19.7 mmとロープから採集された集団よりもどれも大きく、殻長組成も地点間で類似していた。これは港の放置されているロープなどの不安定な付着基盤よりも、水底の転石の方が、貝が安定して成長ができるためと考えられる。

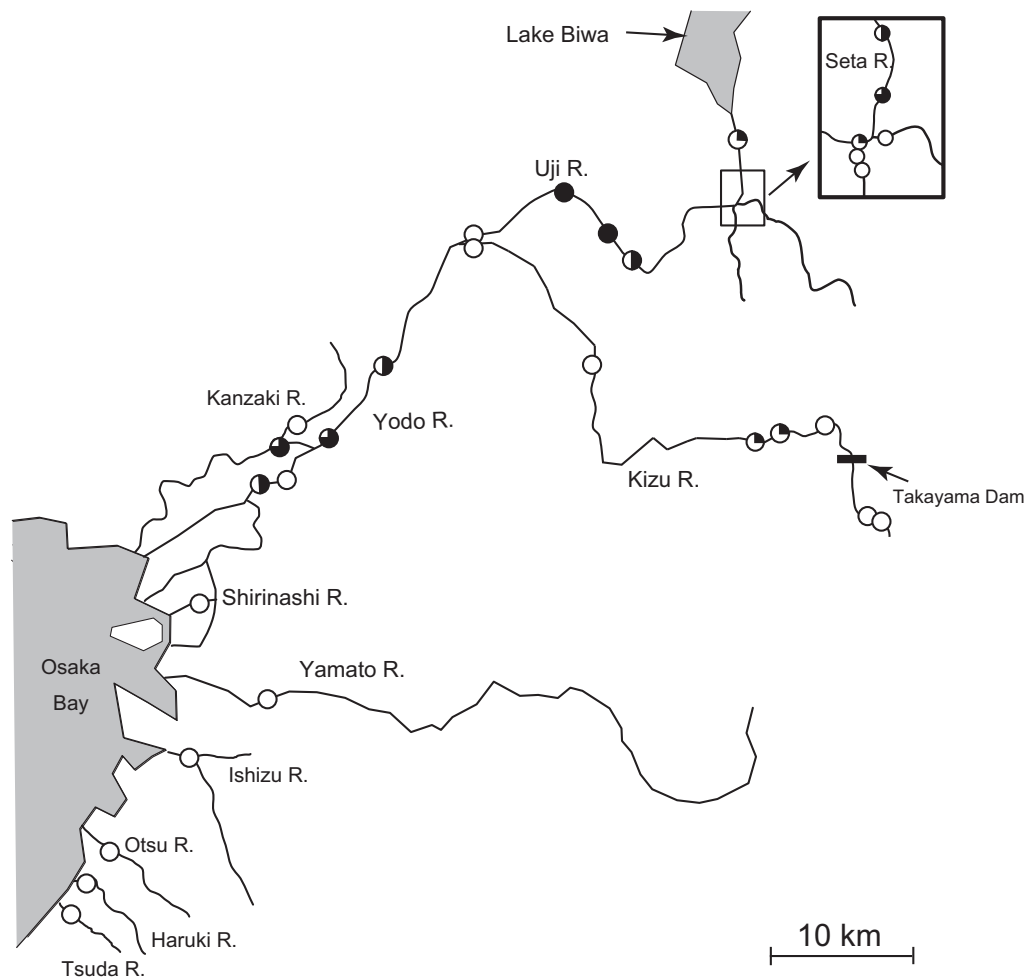
カワヒバリガイ以外の貝類は24種が確認された（Table 1）。中でもヒメタニシ *Sinotaia quadrata histrica* が最も高頻度に確認され、22地点で分布が確認された。このうち15地点ではカワヒバリガイと同地点で採集された。本種もカワヒバリガイと同様に広範囲に分布しているが、北湖西岸で分布頻度が低い傾向があった。その他には、環境省のレッドリスト（2007）と滋賀県のレッドデータブック（2005）に記載されている種は、それぞれ13種と14種確認された（Table 1）。そのうち、タデヒダカワニナ *Semisulcospira (Biwamelania) decipiens*、ヤマトカ

ワニナ *S. (B.) niponica*、チリメンカワニナ *S. reiniana* は10地点以上で確認された。調査地内に砂地が存在している場所では、オウミガイ *Radix onychia* やイシガイ類が確認された。一方、外来種のサカマキガイ *Physa acuta* やタイワンシジミ *Corbicula fluminea* も10地点以上で確認された。

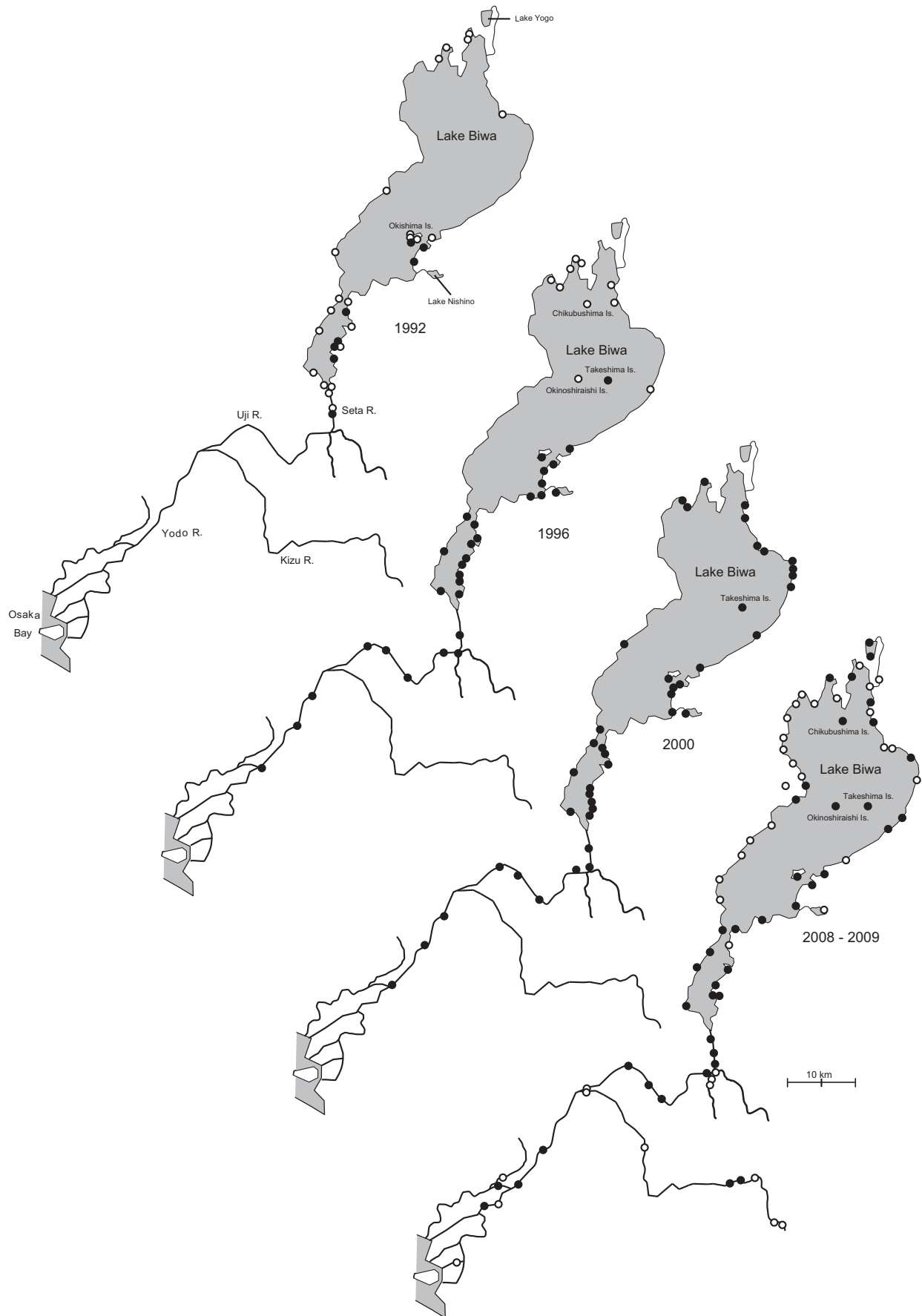
## 2) その他の水域の分布状況

淀川水系の調査地点では30地点中、13地点でカワヒバリガイが確認された（Fig. 5）。琵琶湖から直接流出する瀬田川、宇治川、淀川では出現頻度が高く、11地点中10地点で分布が確認された。またこの水系では全体的に生息密度が高く、特に宇治川の2調査地点では57個体と83個体の高密度の分布がみられた。淀川と水路で接続する神崎川でも本種の分布が確認されたが、接続場所よりも上流の調査地点では分布は確認されなかった。木津川では高山ダム下流の2地点で、3個体以下の低密度ながら分布が確認された。淀川周水域の尻無川、大和川、石津川、大津川、春木川、津田川では、本種は確認されなかった。

今回日本海側や九州の調査地点では、本種の分布は確認されなかった。



**Fig. 5** Distribution and abundance of the exotic mussel *Limnoperna fortunei* in the Yodo River, its major tributaries, and downstream, approaches southwest of Lake Biwa from November, 2008, to November, 2009. Symbols: as in Fig. 2.



**Fig. 6** Spread of the exotic mussel *Limnoperna fortunei* in Lake Biwa and its downstream approaches, central Japan, from 1992 to 2009. Solid and open circles: presence and absence, respectively. Map for 1992: based on Nakai (1995) and unpublished data presented at the Japanese Limnological Meeting. Maps for 1996 and 2000: modified from Nakai (1996) and Nakai (2001), respectively, Map for 2008-2009: based on the present study.



## 考 察

### 1) 琵琶湖・淀川水系におけるカワヒバリガイの分布拡大

琵琶湖・淀川水系における本種の分布の時間的な変遷をFig. 6に示す。琵琶湖では1992年2月に北湖南東岸の長命寺で初めて生息が確認された（松田・上西、1992）。そして同年9月の陸水研究会の調査において、北湖南東岸の近江八幡市を北限として、琵琶湖の東岸沿いに南端までと瀬田川に分布が確認された（中井、1995；陸水研究会、未発表資料）。1996年の報告では、さらに多景島、南湖西岸や瀬田川下流の宇治川、淀川から分布が記録された（中井、1996）。そして2000年までには北湖東岸中部から北湖北部、北湖西岸に分布が広がった（中井、2001）。これらの調査は今回の調査とは異なり、全域を網羅されていない。しかし、調査資料のない水域についても未発表資料や採集情報から分布拡大傾向は正しいと思われる。

今回行われた琵琶湖の全域調査は、前回の調査から10年近く経過している。琵琶湖の北湖および南湖の湖岸周辺の分布は前調査と類似した傾向を示している。これまでほとんど分布が確認されていなかった北湖西岸は、今回の調査でも出現頻度が低く、生息密度が低かった。また、それ以外の水域の湖岸での出現頻度は高く、生息密度の多い地点もあり、現在もカワヒバリガイは安定した定着状況であることが明らかになった。琵琶湖北部への分布拡大は比較的遅かったが、北部の付属湖である余呉湖には今回初めて高密度の分布が確認された。また、竹生島や沖の白石でも今回初めて分布が確認された。

これらの結果から初発見時の琵琶湖南東部の分布域から北湖東北部、南湖西部、琵琶湖下流域への分布拡大は

急速に起こり、現在は付属湖や湖内の島へも分布が拡大しているが、北湖西岸への定着度は未だに低いことが明らかになった。北湖西岸は高密度の生息域と隔離されていないため、本種の浮遊幼生による移動や船や構造物を介した付着移動を考えるとこれまでに移入の機会があったと思われる。にもかかわらず、分布が拡大していないのはなぜなのだろうか？

一つには付着基盤の有無が考えられるが、今回の調査は付着基盤が存在する環境を調査地点に設定しているため、付着基盤が無いことが原因ではない。また、琵琶湖北湖にはカワヒバリガイの産卵期である春から秋にかけて、兩岸を渡る大規模な環流が複数個、定常的に形成されることが知られており（宗宮、2000；北澤・熊谷、2007）、本種の生息域から西岸への浮遊幼生の輸送も可能だと考えられる。一方、滋賀県琵琶湖環境科学研究センターが長期的に定点調査している水質データでは、水域別の水温は類似しているのに対し、クロロフィルa量は北湖西岸では他の湖岸と比べて、年間通じて密度が低いことが示された（Fig. 7）。このクロロフィルa量の水域による相違は、周辺からの窒素やリンの負荷による富栄養化の違いと関連があると思われる。このことから北湖西岸では懸濁物食者である本種が成長、繁殖するのに必要な餌が少ないことが、本種の定着を妨げている要因と考えられる。一方、今回初めて高密度分布が確認された余呉湖では年間を通じて、非常に高いクロロフィルa量を示している。また、今回の調査では懸濁物食をおこなうヒメタニシもカワヒバリガイと類似した分布傾向を示した。

今回、淀川水系の調査では初めて木津川本流において本種の分布が確認された。前述の琵琶湖から淀川水系へ

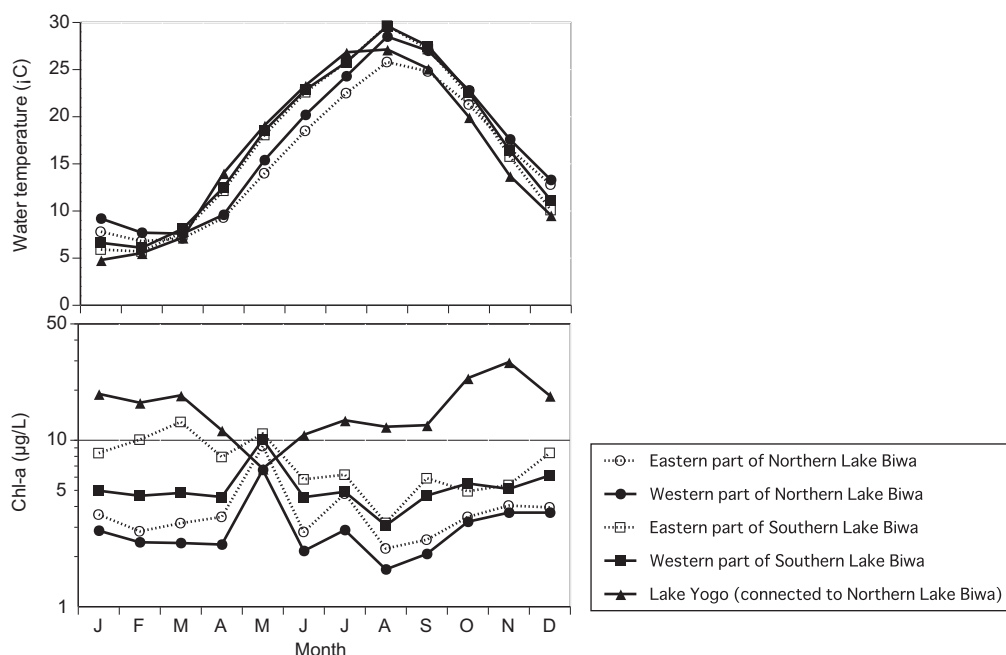


Fig. 7 Seasonal changes in water temperature and chlorophyll-a concentration in surface water in different parts of Lake Biwa. Monthly data, obtained from the Lake Biwa Environmental Research Institute, were averaged for 8 years from 2000 to 2007. Chlorophyll-a data are shown in a logarithmic scale.



の急速な分布拡大は主に浮遊幼生の流下したことが原因と考えられる。しかし、木津川の分布は、地形的にみて淀川からの直接の拡大ではないと考えられる。また、1995年と1999年、2004年に行われた国土交通省の河川水辺の国勢調査の木津川における底生動物の調査では、いずれも本種は確認されなかったのに対し（国土交通省、1995, 1999, 2004）、2005年の木津川上流の高山ダムにおける河川水辺の国勢調査では、本種の分布が確認されている（国土交通省、2007）。また、Tominaga et al. (2009) は、国内のカワヒバリガイの集団遺伝学的な分析を行い、その分析には今回分布確認された木津川の試料も使われた。木津川試料の分析の結果、ハプロタイプの特徴は琵琶湖・淀川水系と共通であるものの、遺伝的多様性は特に低かった。これらの結果から、琵琶湖・淀川水系から何らかの手段で木津川上流の高山ダムへ少数運ばれ定着したカワヒバリガイが、下流域に浮遊幼生の分散により分布を拡大したと考えられる。

また、琵琶湖ではカワヒバリガイの他に外来種のタイワンシジミの分布も10地点以上確認された。琵琶湖は歴史的に古く、多くの固有種が分化している貴重な水域である。セタシジミをはじめとする貝類の水産重要種も多い。今後カワヒバリガイ以外の種も含めた外来種の分布実態や在来種への影響評価も必要だろう。

## 2) 特定外来生物カワヒバリガイの防除対策における今後の課題

環境省が定めた特定外来生物被害防止基本方針においては、既に定着し被害を及ぼしている特定外来生物については、被害の程度と必要性に応じて生態系からの完全排除、封じ込め等の防除を計画的かつ順応的に実施するとされている（環境省、2004）。1990年頃に定着し、2005年に特定外来生物に指定されたカワヒバリガイは、付着被害の経済的な損失を与えているのにも関わらず、その具体的・効果的な防除方法はまだ確立されていない。さらに特定外来生物被害防止基本方針では、今後の外来生物対策の基盤を作る上で不可欠である外来生物の分布や生態的特性等に係る基礎的な調査研究及び防除や監視等に係る技術開発を推進することが必要である、としている（環境省、2004）。また、IUCNは、その種の定着と分布拡大を阻止するために監視、早期発見が重要であることをガイドラインとして示している（IUCN, 2000）。しかし、今回の琵琶湖・淀川水系では初期に侵入した水域に関して、継続的かつ組織的な調査体制は取られていない。今回の調査において、木津川では上流ダム湖の侵入個体群がソースと考えられる分布が確認された。山間部のダム湖にカワヒバリガイが侵入する例は、その他にも大塩湖や矢作川、天竜川で確認されているが（片山ら、2005；内田ら、2007；国土交通省、2006）、未だにその侵入手段は明らかではない。本種は浮遊幼生を持つため、琵琶湖のような大きな湖やダム湖への本種の侵入は、下流域への安定した供給につながる。導水路や農業用水路を通じて広がることも容易である（小島、1982）。1994年には淀川から関西一円に水を供給するための給水シス

テムにカワヒバリガイが定着した例が知られている（後藤、2003）。国内の分布拡大を阻止するためにはこれらの上流止水域の侵入手段を確定し、対策を講じることが非常に重要であると考えられる。

今回の調査では、主に胴長で入ることのできる水深での手や手網による転石の採集や、本種の付着基盤となるロープなどを観察することで分布調査を行った。一方、深い水深における直接的な調査は少数の調査地点でのみスクーバ調査で行い、いずれの地点においても生息が確認された。また、本種の生息が確認された調査地点近隣の付着基盤が豊富な地点でも、必ずしも本種の生息が確認されなかった。これらのことから岸からの調査には限界があることが示唆される。今後は、カワホトトギスガイなどで試みられている付着板などを使い、高い感度で簡便にカワヒバリガイの生息の確認ができるモニタリング手法を開発し、継続的な調査や初期発見の監視技術を確立する必要があるだろう。

さらに、生息に適した環境の解析もリスク管理には必要だと考えられる。今回の調査では琵琶湖のように長期にカワヒバリガイが侵入している環境下でも、本種が定着しにくい水域があることが明らかになった。水質環境は水生動物の生息条件において、重要な要素だと思われるが、時間的な変動が大きく、長期的かつ頻度の高いデータ蓄積が必要である。今回は琵琶湖環境研究所のデータを解析し、餌量の指標となるクロロフィル量と分布傾向との関連が考察されたが、他の場所でも同様なデータ蓄積が重要だと考えられる。また、現在の分布は本州の関西地方から関東地方までとされるが、本種の海外での生息の温度範囲は亜熱帯の香港から亜寒帯の北朝鮮と広く、これらの生息環境の情報収集により、生息可能環境の予測も可能であろう。

本種の付着被害は自然環境よりも付着基盤の安定している人工環境下の貯水、導水施設で起こりやすい。今後の本種の管理や監視には、環境省だけでなく、これらの施設を建設・管理する国土交通省や農林水産省と研究機関との情報の交流や協力を活発に行い、基礎的な生物学的情報の蓄積や防除対策を考えることが必要不可欠だと考えられる。

## 謝 辞

本研究をまとめるに際しては、農業環境技術研究所の伊藤健二氏、琉球大学の富永篤氏、三重大学の関口秀夫氏、滋賀県水産試験場職員の方々に有益な助言をいただいた。また、本研究は環境省の地球環境研究総合推進費（F081、五箇公一氏 国立環境研究所、本プロジェクトリーダー）の支援により実施された。以上の方々に厚く御礼を申し上げる。

## 引用文献

- Boltovskoy, D., N. Correa, D. Cataldo and F. Sylvester (2006). Dispersion and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei* in the Rio de la Plata watershed and beyond Biological Invasions, 8, 947-963.

- 後藤良教 (2003). 上水道施設におけるカワヒバリガイの生態と対策. *Sessile Organisms*, 20, 55-61.
- IUCN (The International Union for Conservation of Nature) (2000). Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species, Approved by the 51st Meeting of the IUCN Council, February 2000. <[http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/publications\\_\\_\\_technical\\_documents/publications/iucn\\_guidelines\\_and\\_policy\\_statements\\_/>](http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/publications___technical_documents/publications/iucn_guidelines_and_policy_statements_/>).
- 伊藤健二 (2007). 霞ヶ浦におけるカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* の生息・分布状況. 日本ベントス学会誌, 62, 34-38.
- 伊藤健二 (2008). 利根川水系におけるカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* の分布状況. 日本ベントス学会誌, 63, 0-34.
- 環境省 (2004). 特定外来生物被害防止基本方針. <<http://www.env.go.jp/nature/intro/4document/index.html>>.
- 環境省 (2007). 貝類レッドリスト. (レッドリスト二次見直し) <[http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb\\_f.html](http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html)>.
- 片山満秋・清水良治・松本寛 (2005). 群馬県からカワヒバリガイを記録する. *Field Biologist*, 14, 35-40.
- 木村妙子 (1994). 日本におけるカワヒバリガイの最も早期の採集記録. ちりばたん, 25, 34-35.
- 北澤大輔・熊谷道夫 (2007). 流動場-生態系結合モデルによる琵琶湖生態系シュミレーション. 生産研究, 59, 21-26.
- 小島貞男 (1982). 淡水イガイ (*Limnoperna fortunei*) による障害とその対策. 日本水処理生物学会誌, 18, 29-33.
- 国土交通省 (1995). 平成7年度調査結果の帳票, 河川環境データベース (河川水辺の国勢調査). <[http://www3.river.go.jp/index\\_seibutu.htm](http://www3.river.go.jp/index_seibutu.htm)>.
- 国土交通省 (1999). 平成11年度調査結果の帳票, 河川環境データベース (河川水辺の国勢調査). <[http://www3.river.go.jp/index\\_seibutu.htm](http://www3.river.go.jp/index_seibutu.htm)>.
- 国土交通省 (2004). 平成16年度調査結果の帳票, 河川環境データベース (河川水辺の国勢調査). <[http://www3.river.go.jp/index\\_seibutu.htm](http://www3.river.go.jp/index_seibutu.htm)>.
- 国土交通省河川局河川環境課 (2006). 特定外来生物であるカワヒバリガイを既知分布域以外の新豊根ダム (天竜川水系) のダム湖内で新たに確認. 平成16年度河川水辺の国勢調査結果の概要 [ダム湖版] (生物調査編), II-29.
- 国土交通省中部地方整備局 (2007). 平成17年度「河川水辺の国勢調査」結果について, 18pp.
- 松田征也・上西実 (1992). 琵琶湖に侵入したカワヒバリガイ (Mollusca; Mytilidae). 滋賀県立琵琶湖文化館研究紀要, 10, 45.
- 松岡敬二・西 浩孝 (2010). 宇連川から発見された特定外来生物カワヒバリガイ. 豊橋市自然史博物館研究報告, 20, 1-4.
- Morton, B. (1973). Some aspects of the biology and functional morphology of the organs of feeding and digestion of *Limnoperna fortunei* (Dunker) (Bivalvia: Mytilacea). *Malacologia* 12, 265-281.
- 中井克樹 (1995). 日本に侵入したカワヒバリガイ, 発見の経緯とその素性. 関西自然保護機構会誌, 17, 49-56.
- 中井克樹 (1996). 琵琶湖における外来種の現状と問題点ー特にカワヒバリガイと「バス問題」についてー. 関西自然保護機構会誌, 18, 87-94.
- 中井克樹 (2001). カワヒバリガイの日本への侵入. 黒装束の侵入者ー外来付着性二枚貝の最新学 (日本付着生物学会編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 71-85.
- 中西正治・向井聖二 (1997). 浄水施設におけるカワヒバリガイの駆除方法とその駆除事例. 用水と廃水, 39, 1017-1020.
- 滋賀県 (2005). 滋賀県で大切にすべき野生生物ー滋賀県レッドデータブック2005年版ー. 563 pp.
- 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター (2000-2007). 水質モニタリング調査結果. <<http://www.lberi.jp/root/jp/22db/bkjindex.htm>>.
- 白金晶子 (2005). 見つけてしまったカワヒバリガイ. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 80/81, 4.
- 須能紀之 (2006). 霞ヶ浦で生息が確認されたカワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* (短報). 茨城県内水面水産試験場研究報告, 40, 79.
- 宗宮功 (2000). 琵琶湖 その環境と水質形成. 技報堂出版, 東京, 258pp.
- Tominaga, A., K. Goka, T. Kimura and K. Ito (2009). Genetic structure of Japanese introduced populations of the Golden Mussel, *Limnoperna fortunei*, and the estimation of their range expansion process. *Biodiversity*, 10, 61-66.
- 内田臣一・白金晶子・内田朝子・田中良樹・土井幸二・松浦陽介 (2007). 矢作川におけるカワヒバリガイの大量発生後の大量死. 矢作川研究, 11, 35-46.
- 浦部美佐子・小川和夫・中津川俊雄・今西裕一・近藤高貴・奥西智美・加地祐子・田中寛子 (2001). 宇治川で発見された腹口類 (吸虫綱二生亜綱): その生活史と分布、並びに淡水魚への被害について. 関西自然保護機構会報, 23, 13-21.