

原 著

紀伊半島3河川における十脚甲殻類の分布 —2011年台風12号による大洪水後の経時変化—

奈良女子大学大学院人間文化研究科 田 中 薫 子
奈良女子大学共生科学研究センター 浜 崎 健 児
奈良女子大学共生科学研究センター 山 田 誠
NPO法人日本国際湿地保全連合 青 木 美 鈴
奈良女子大学研究院自然科学系 遊 佐 陽 一
奈良女子大学共生科学研究センター 和 田 恵 次

Temporal change in the distribution of decapod crustaceans prior and posterior to catastrophic flooding by a typhoon in 2011, in three rivers of the Kii Peninsula, western Japan. Kaoruko Tanaka, Kenji Hamasaki, Makoto Yamada (*Nara Women's University*), Misuzu Aoki (*Wetlands International Japan*), Yoichi Yusa and Keiji Wada (*Nara Women's Univeristy*)

Temporal change of the distribution of decapod crustaceans in relation to a catastrophic flooding caused by a typhoon in September 2011, was investigated in three rivers, Koza River, Arida River and Miya River, in the Kii Peninsula, western Japan. Species richness was lower shortly after the catastrophic event than 1 year after the event in all the three rivers. Species composition, which differed among the three rivers, remained more or less constant throughout the research period (1 year). Diversity index also remained constant irrespective of the catastrophic event in Koza R. and Miya R., but in Arida R. it decreased 1 year after the catastrophic event. Abundances of atyid shrimps and the brachyuran crab *Eriocheir japonica* became lower shortly after the catastrophic event, whereas abundance of palaemonid shrimps remained constant irrespective of the catastrophic event. Size structure of the atyid shrimp *Palaemon paucidens* also remained unchanged before and after the catastrophic event. Longitudinal distribution pattern of the two atyid shrimp *Paratya compressa* and *Caridina leucosticta* shifted slightly upstream after the catastrophic event, whereas that of *Palaemon paucidens* remained constant throughout the period. Our finding shows that a catastrophic flooding does not influence occurrence of decapod crustaceans so severely as to lead to local extinction.

Keywords: Decapod crustaceans, Distribution and abundance, Catastrophic flooding, Kii Peninsula

要旨：2011年9月の台風12号による大洪水が、十脚甲殻類に与えた影響とその回復過程をみるために、古座川・有田川・宮川において、種数と個体数、主要種の流程分布とサイズ組成を台風の直前・直後（1.5ヶ月以内）・1年後で比較した。種数は、いずれの河川でも台風直後に減少したが、主要種の種組成は大きく変化しなかった。多様性指数は古座川・宮川では台風の前後でほとんど変化せず、有田川では台風直後よりも1年

後に低下した。各河川の主要種の生息数は、ヌマエビ類やモクズガニでは台風直後に少なくなったが、テナガエビ類ではほとんど変化がみられなかった。モクズガニは古座川と宮川のいずれでも中・大型個体に比べ稚ガニの生息数が直後に減少していた。テナガエビ科に属するスジエビは、個体数・体サイズともに台風直前と直後で変化はなかった。また、流程分布は、ヌマエビとミゾレヌマエビでは主分布域が台風後に上流側へ移動したが、スジエビではほとんど変化がみられなかった。以上より、十脚甲殻類は、大規模な河川の攪乱があっても、一部の生息数が減少し、流程分布に若干変化がみられることはあるものの、絶滅または激減するような大きな影響を受けることはないと言える。

キーワード：十脚甲殻類, 分布と個体数, 大洪水, 紀伊半島

はじめに

2011年9月2日から4日にかけて紀伊半島を襲った台風12号は、総雨量が1000mmを越す記録的な豪雨をもたらし、紀伊半島の河川で大規模な氾濫と流域の土砂災害（大規模斜面崩壊、土石流、河道閉塞）を引き起こした。このような大規模な攪乱が河川に生息する生物に与える影響は、大洪水の前後で水生生物の生息数や分布を比較することで評価できる。このような研究はこれまで、魚類（Tew et al., 2002；Lojkásek et al., 2005；Pires et al., 2008；Chuang et al., 2008；Kano et al., 2011）や水生昆虫類（Mundahl & Hunt, 2011；Lee & Bae, 2011）で知られているが、河川河口付近から上流域までを幅広く利用し、河川全体の攪乱の影響を評価できるとみられる十脚甲殻類については例がない。また、これまでの研究では河川の氾濫の直前と直後を比較したものはない。日本で、河川の大洪水後の水生生物の生息量を経時的に追跡した研究例としては、宮川の魚類相を調べたものがある（Kano et al., 2011）が、それによると台風後4年以内で魚類の種数・生息数の回復が認められている。一方、水生昆虫類では、洪水後には種数や個体数、または密度がいずれも激減し、個体数の回復にも長い時間がかかる（Lee & Bae, 2011）とされている。

日本における河川の十脚甲殻類の分布に関する研究は、これまで、関東地方の複数河川（宇佐美ほか, 2008）や紀伊半島南西部の複数河川（原田, 2005, 2006；今井・大貫, 2013）、京都府の由良川、伊佐津川（Yatsuya et al., 2012）、兵庫県の夢前川（丹羽・横山, 1993）、徳島県の複数河川（浜野ほか, 2000；Saito et al., 2012）、鹿児島県での複数河川（Suzuki et al., 1993）、琉球列島の複数河川（諸喜田, 1979）でおこなわれている。それによると、十脚甲殻類の流程分布には、下流から上流にかけて広く分布するパターンや、下流付近に分布するパターンなど、種ごとに特徴があり、それは異なる河川間でも同様の傾向を示すことが知られている。しかし、このような分布が台風などによる大洪水によってどのように変化するかについては明らかではない。

本研究は、紀伊半島の3河川（有田川、古座川、宮川）に生息する十脚甲殻類を対象に、2011年の台風12号の直前直後と1年後、あるいは直後（1.5ヶ月以内）と約1年後の生息数や分布を比較することで、大洪水の影響とその回復過程を明らかにすることを目的とした。

方法

調査地域

十脚甲殻類の採集は、紀伊半島東部に位置する三重県の宮川、紀伊半島南端に位置する古座川、紀伊半島西部の有田川の3河川で行った (Fig. 1)。3河川の本支流総流路長と本川流路長 (国土交通省国土数値情報ダウンロードサービス: <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> 2012参照), 洪水時の流量 (国土交通省水文水質データベース: <http://www1.river.go.jp/> 2013.1参照; 和歌山県県土整備部河川・下水道局河川課私信) をTable 1に示す。本川流路長は有田川と宮川がほぼ同じで、古座川はその半分の規模である。台風12号通過時の降雨量 (1時間あたり) の最大値は、有田川上流で39.5mm、

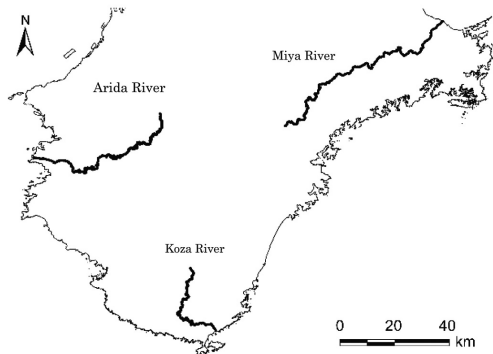


Fig. 1. A map showing Arida River, Koza River and Miya River in the Kii Peninsula.

古座川上流で75mm、宮川上流で85.5mmとされている (気象庁: 気象統計情報. <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> 2012参照)。台風12号による洪水時の流量は宮川で最も大きく、平水時の240–400倍に達し、台風12号による洪水時以外の増水時流量の平均 (古座川2011年: 865.5 m³/sec, 有田川2011年: 558.1 m³/sec, 宮川2010年: 530.2 m³/sec) と比べても、5–13倍の規模であった。

採集

古座川では、台風数日前の2011年8月29日–9月2日、台風数日後の9月12–15日、そして1年後の2012年8月21–24日、9月20–22日、10月3–5日の計5回調査を行った。有田川では台風1.5ヶ月後の2011年10月25–28日と、2012年4月24–25日、8月7–10日の計3回、宮川では台風1ヶ月後の2011年10月4–6日と1年後の2012年9月4–7日の計2回調査を行った。

十脚甲殻類の採集地点は、いずれの河川とも河口部から上流部にかけての8地点とした (Fig. 2)。このうちの最下流地点は、いずれの河川とも感潮域で、最上流地点は、いずれも河川ともダムの上流側とした。各地点では、流程100–200mの範囲内で、すくい取りとトラップによる採集を行った。ただし、有田川の2012年4月は最下流部の3地点のみとした。すくい取りによる採集は、足で石などを蹴り上げ、潜んでいた生物をタモ網 (幅36 cm, 目幅2 mm) ですくい取る方法でおこなっ

Table 1. Length of stream channel, length of main stream, ordinary water discharge (2011) and the maximum flood discharge at typhoon in 2011.

	Length of stream channel (km)	Length of main stream (km)	Ordinary water discharge (m ³ /sec)	Flood discharge (m ³ /sec)
Koza River	472	49	17.71	4206.03
Arida River	431	102	8.87	2909.15
Miya River	892	93	17.65	7038.61

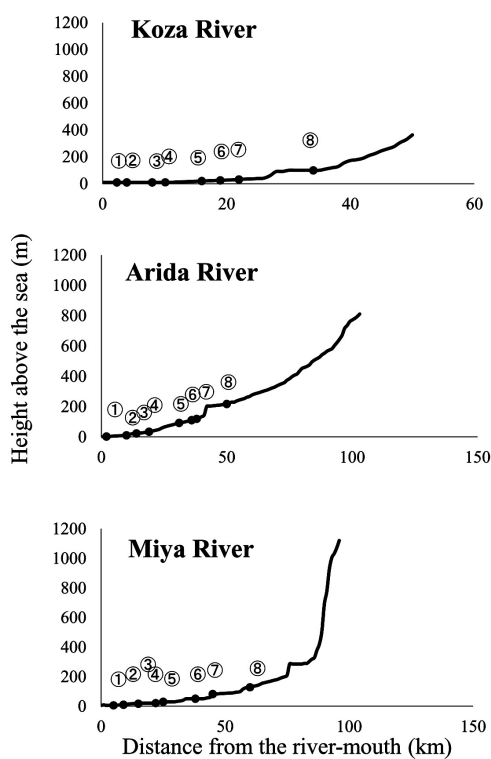


Fig. 2. Location (Distance from the river mouth) and altitude of 8 sampling stations on Arida River, Koza River and Miya River (国土交通省URL: <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>, <http://www.gsi.go.jp/kiban/> 2012参照).

た。一度にすくい取る範囲は、タモ網の幅×1 mとした。これを1地点あたり、植生のある場所を中心に10回ずつおこなった。トラップによる採集は、淵などの深い場所や植生のある場所を対象として1地点あたり5ヶ所にトラップ(TACTICS ENJOY・魚キラー)を午後に設置し、翌日の午前中に回収する方法でおこなった。トラップのサイズは26cm×26cm×44cmで目幅は2 mmである。トラップの上部についているポケットとトラップ内部に、粉末のウナギ養殖用配合飼料(74%が魚粉)(中部水産株式会社・くみあい配合飼料うな

ぎ養中用A)を水で練ったものを入れた。これら
の方法で得られたサンプルは、植物残渣と一緒に
アルコールで固定した。サンプルは大学にて選別
し、林(1989a, 1989b, 1990, 1999, 2000) およ
び浜野ら(2000)に従って種を同定した。種ごと
の個体数は、地点別に集計した。

主要種のサイズ測定

個体数の多い種(古座川ではミゾレヌマエビ
Caridina leucosticta, ヌマエビ*Paratya compressa*,
スジエビ*Palaemon paucidens*, モクズガニ*Eriocheir*
japonica, 有田川・宮川ではミゾレヌマエビとモ
クズガニ)について、エビ類は頭胸甲長(cephalo-
thorax length, 眼窩後縁から頭胸甲正中線上の
最後部までの長さ)を、カニ類は甲幅(carapace
width)を測定した。小型の個体は実体顕微鏡
(OLYMPUS SZ-ST)のマイクロメーターを用い、
大型の個体はデジタルノギス(Mitutoyo CD-
S15CT)を用いて、0.1mm単位で計測した。雌
雄は、第2腹肢の雄性突起の有無により判別した。
ミゾレヌマエビでは頭胸甲長2.5mm未満、ヌマ
エビでは3 mm未満、スジエビでは5.5mm未満、
モクズガニでは甲幅10mm未満の個体で雄を確認
することができなかったことから、これらは性別
不明の稚エビまたは稚ガニ(juveniles)とした。

多様性指数

各河川の調査月ごとに、多様性指数を算出した。
多様性指数は、各河川の調査地点ごとに得られる
シン普森の多様性指数を基にJack-knife法
(Magurran, 1988)により算出した。

結果

3 河川の種組成の特徴

十脚甲殻類の種組成(Table 2)は、各河川

Table 2. Decapod species recorded in each of 5 surveys in Koza River, in each of two surveys in Arida River and Miya from 2011 to 2012.

Species	Koza River					Arida River		Miya River	
	Aug.2011	Sep.2011	Aug.2012	Sep.2012	Oct.2012	Oct.2011	Aug.2012	Oct.2011	Sep.2012
Palaemonidae									
<i>Macrobrachium nipponense</i>			●	●	●		●	●	●
<i>Macrobrachium formosense</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Macrobrachium japonicum</i>	●	●		●	●	●	●	●	
<i>Palaemon paucidens</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Palaemon serrifer</i>	●		●		●	●	●		
Atyidae									
<i>Paratya compressa compressa</i>	●	●	●	●	●	●	●		●
<i>Paratya compressa improvisa</i>									●
<i>Caridina multidentata</i>	●	●	●	●	●	●	●		●
<i>Caridina leucosticta</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Caridina serratiostris serratiostris</i>	●	●	●	●	●				
<i>Caridina typus</i>	●	●	●	●	●		●		●
<i>Neocaridina denticulata</i>	●	●	●		●	●	●	●	
Cambaridae									
<i>Procambarus clarkii</i>								●	
Varunidae									
<i>Ptychognathus ishii</i>	●		●			●	●		
<i>Ptychognathus capillidigitatus</i>						●	●		
<i>Parapyxidognathus deianira</i>						●			
<i>Varuna litterata</i>			●	●					
<i>Eriocheir japonica</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>						●	●		●
Sesamidae									
<i>Chiromantes dehaani</i>	●	●		●	●		●	●	●
Camptandriidae									
<i>Deiratonotus cristatus</i>									●
<i>Deiratonotus japonicus</i>	●		●	●	●				
Potamidae									
<i>Geothelphusa dehaani</i>	●			●		●	●		●

間で明確に異なっていた (Fig. 3)。各河川での種組成に関しては、古座川ではミゾレヌマエビとヌマエビが優占し、続いてスジエビが多く、この特徴は調査時期に関わらず同様であった。宮川では台風直後 (1ヶ月後)・1年後ともにミゾレヌマエビだけが大半を占めていた。有田川ではミゾレヌマエビに加えて、ヒラテテナガエビ *Macrobrachium japonicum* とスジエビモドキ *Palaemon serrifer* とミナミヌマエビ *Neocaridina denticulata* が優占していた。台風1年後は台風直後 (1.5ヶ月後) に比べてヒラテテナガエビの割合が減少し、ミナミヌマエビとミゾレヌマエビの割合が高かった。種数 (Fig. 4) は古座川での5回の調査でそれぞれ11–15種、有田川では調査地点数の少ない

4月の調査を除く2回の調査で14, 16種と両河川間で似ていたが、宮川では9, 13種とやや少なかった。種数の経時変化に関しては、古座川は台風直後 (数日後) に減少し、その後増加した。有田川・宮川はともに、台風直後 (1–1.5ヶ月後) で少なく、1年後に増加した。総個体数の経時変化 (Fig. 4) に関しては、古座川は台風1年後まで減少し、その後は増加した。有田川・宮川は直後に少なく、1年後は増加した。多様性指数 (Fig. 4) は河川間では、有田川が最も高く、宮川が最も低かった。多様性指数の経時変化に関しては、古座川・宮川ではほとんど変化がないのに対し、有田川では台風直後 (1.5ヶ月後) に比べて1年後に低下した。

主要種の個体数

古座川のテナガエビ類 (Fig. 5 a) では、ヒラテテナガエビとミナミテナガエビはともに調査期間を通じて大きな変化は見られず、ともに100個体前後が採集された。モクズガニ (Fig. 5 a) も調査期間を通じて50–100個体前後が採集された。一方スズエビ (Fig. 5 a) は、台風直前 (数日前) に比べて台風直後 (数日後) に少し増加し、台風

1年後には減少するものの、その後は時間とともに増加し、10月には前年の台風前のレベルに戻った。ヌマエビ類 (Fig. 5 a) に関しては、優占種であるヌマエビとミゾレヌマエビはともに、台風1年後までは徐々に減少し、その後はわずかに増加したが、ヒメヌマエビ *Caridina serratiostris* (Fig. 5 a) は台風直後に大きく減少し、そのレベルのまま10月まではほとんど増加しなかった。

有田川 (Fig. 5 b) では、台風直後 (1.5ヶ月後) と1年後でヒラテテナガエビとスズエビはほとんど個体数が変化しなかった。一方、スズエビモドキ、ミゾレヌマエビ、ミナミヌマエビの3種は、いずれも台風1年後は台風直後よりも増加した。

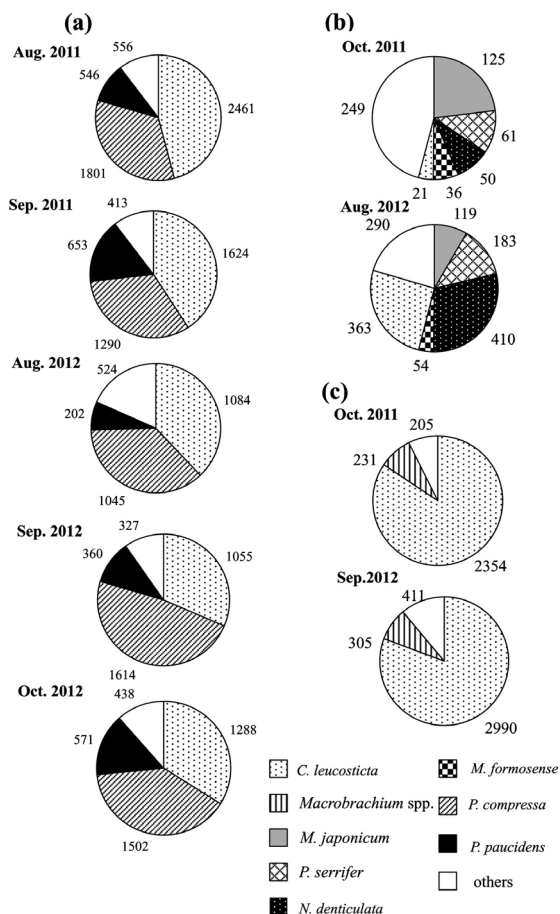


Fig. 3. Species composition of decapod crustaceans collected in each of 5 surveys in Koza River(a), and two surveys in Arida River(b) and Miya River(c) from 2011 to 2012. Numerical represents the number of individuals.

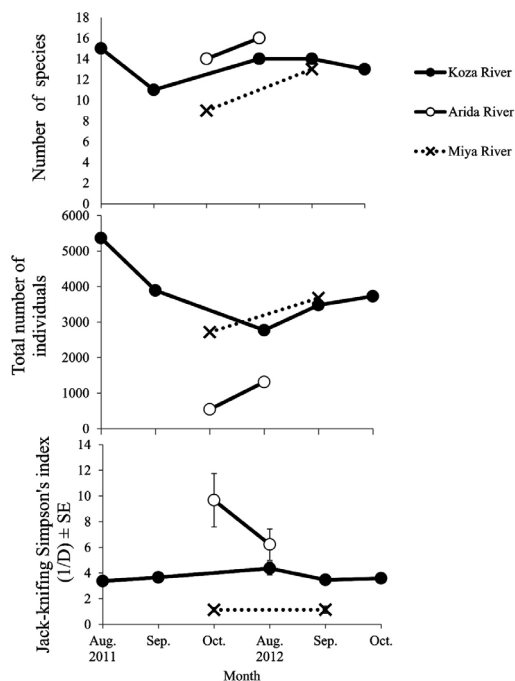


Fig. 4. Temporal change in the number of species, the number of individuals and the diversity index of decapod crustaceans in Koza River, Arida River and Miya River.

宮川 (Fig. 5 c) では、ミゾレヌマエビとモクズガニとともに、台風直後（1ヶ月後）に比べて台風1年後に増加した。

主要種の体サイズ組成

古座川のミゾレヌマエビの体サイズ組成 (Fig. 6) に関しては、台風直前（数日前）と直後（数日後）の間で頭胸甲長2.5mm未満の稚エビ（juveniles）に比べて、2.5mm以上の雄または雌個体の比率に大きな減少がみられた。また、1年後の2012年8-9月には2.5mm以上の個体が増加した。抱卵雌は全調査月に見られたが、2011年に比べて2012年の方が、より小型の雌個体が抱卵していた。

古座川のヌマエビの体サイズ組成 (Fig. 7) に関しては、台風直後（数日後）と直前（数日前）の間では、頭胸甲長3mm以上の個体に比べ、3mm未満の稚エビの減少が顕著であった。しかし、翌年には稚エビの個体数はほぼ回復した。一方、3mm以上の個体は、翌年には大きく減少した。

古座川のスジェビの体サイズ組成 (Fig. 8) に関しては、台風の直前（数日前）と直後（数日後）の間で大きな違いはないが、ヌマエビ同様、1年後の2012年8月に頭胸甲長5.5mm以上の個体は大きく減少した。しかし、9-10月には、これら大型個体の個体数は増加し、2011年のレベルに回復した。

古座川のモクズガニの体サイズ組成 (Fig. 9) は、台風直前（数日前）と直後（数日後）では異なっていた。10mm未満の稚ガニの個体数は、直後（数日後）に減少した。一方、10mm以上の個

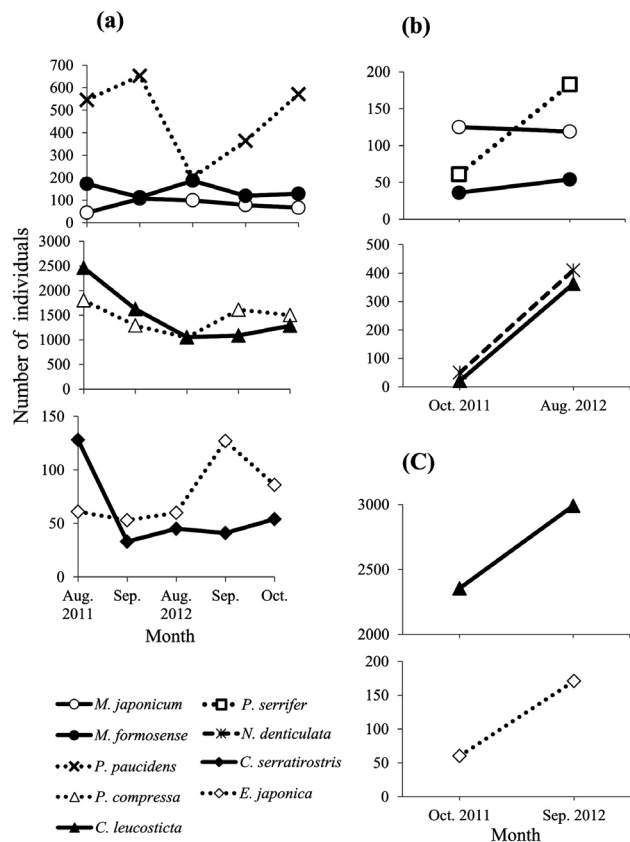


Fig. 5. Temporal change in the number of individuals of each decapod species (*Macrobrachium japonicum*, *M. formosense*, *Palaemon paucidens*, *P. serrifer*, *Paratya compressa*, *Caridina leucosticta*, *C. serratiostris*, *Neocaridina denticulata*, and *Eriocheir japonica*) collected in Koza River(a), Arida River(b) and Miya River(c).

体の個体数は、稚ガニのような減少はほとんど見られず、その体サイズは、2011年では30-40mmにピークがあったが、2012年では、より大型（50-60mm）に移動していた。

有田川のミゾレヌマエビ (Fig.10) は、台風直後（1.5ヶ月後）では、頭胸甲長4mm未満の小型個体だけであったが、1年後には稚エビ・大型個体ともに増加した。

宮川のミゾレヌマエビの体サイズ組成 (Fig.

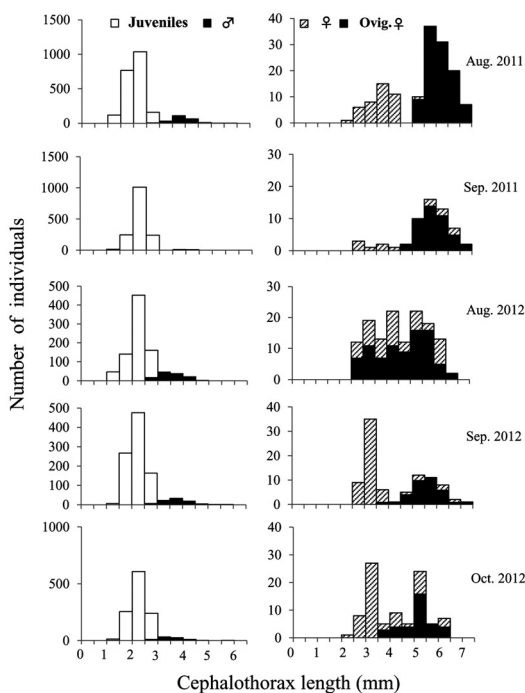


Fig. 6. Size frequency distribution of *Caridina leucosticta* collected in Koza River from August 2011 to October 2012.

11a) は、台風直後（1 ヶ月後）と1年後で大きな違いは認められず、小型個体・大型個体ともに1年後でやや多い傾向が見られた。宮川のモクズガニの体サイズ組成 (Fig.11b) は、台風の直後（1 ヶ月後）と1年後で異なっており、どのサイズグループも1年後の方が個体数が多くなっていた。

主要種の流程分布

古座川のスズエビの流程分布 (Fig.12) は、台風の直前（数日前）と直後（数日後）で変化が認められなかった。いずれの時期も最下流部の地点1または2に分布のピークが見られた。ヌマエビ (Fig.12) では台風直前（数日前）は地点2に分布のピークがあったが、台風直後（数日後）は地

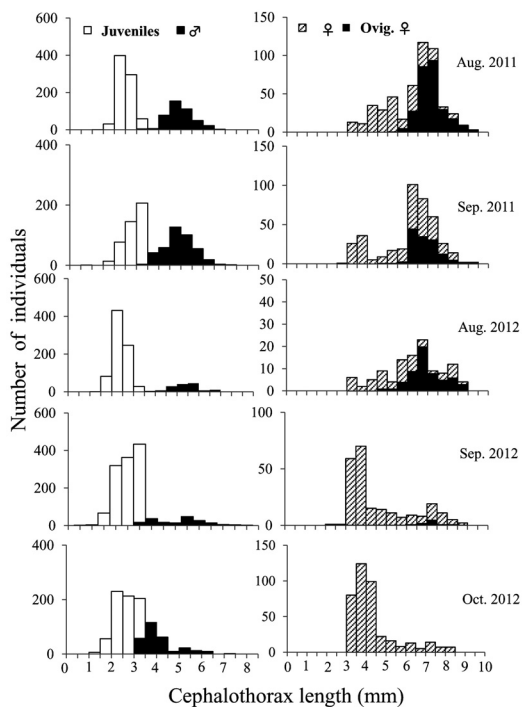


Fig. 7. Size frequency distribution of *Paratya compressa* collected in Koza River from August 2011 to October 2012.

点2で個体数が減少し、1年後には再び地点1または2で最も多くなった。ミゾレヌマエビ (Fig. 12) では台風直前（数日前）は地点1にピークがあったが、台風直後（数日後）には地点1で個体数が減少し、翌年には再び地点1で多くなった。一方ヒメヌマエビ (Fig.12) では、台風直前（数日前）は分布のピークは地点2にあったが、台風直後（数日後）は地点2で個体数が顕著に減少し、翌年には地点2でやや回復した。モクズガニの流程分布 (Fig.12) は、台風直前（数日前）・直後（数日後）ともに地点2に分布のピークが認められたものの、1年後の3回の調査ではいずれも、より上流の地点5に分布のピークがあった。

有田川のスズエビモドキ (Fig.13) では、調査時期に関わらず最下流部の地点1でしか確認され

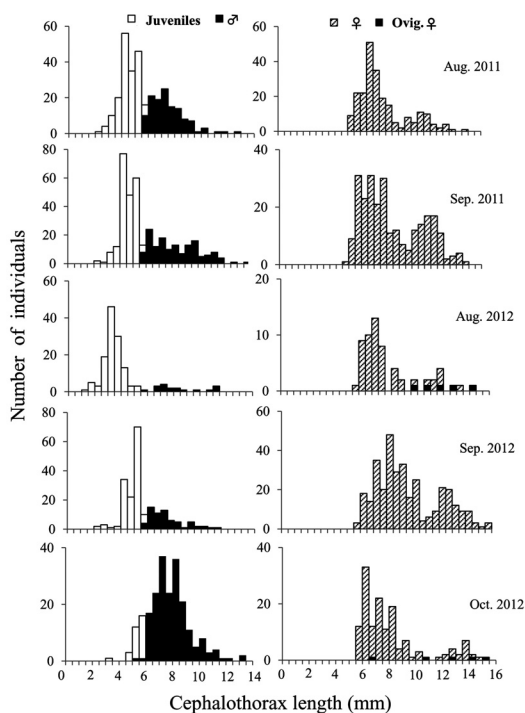


Fig. 8. Size frequency distribution of *Palaemon paucidens* collected in Koza River from August 2011 to October 2012.

なかった。ミズレヌマエビ (Fig.13) は3回の調査を通して、主に地点1と2で確認されたが、時期を追って個体数は回復し、1年後の8月には最下流部の地点1で最も多くなった。ミナミヌマエビ (Fig.13) は3回の調査を通して主に地点2-4で見つかり、分布のピークは地点2のままであったが、個体数は1年後に大きく増加した。

宮川のミズレヌマエビ (Fig.14) は、古座川・有田川とは異なり、下流部だけでなく、上流部の地点6-7でも得られたが、多く分布しているのは台風直後(1ヶ月後)・1年後ともに下流部の地点2-3であった。本種の分布のピークは、台風直後(1ヶ月後)は地点3であり、台風1年後には下流の地点2となったが、個体数は1年後に大きく増加した。モクズガニは、台風直後(1ヶ月

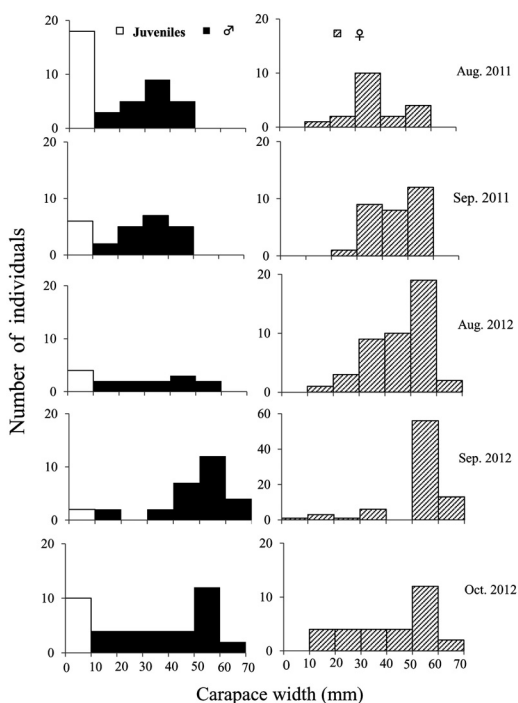


Fig. 9. Size frequency distribution of *Eriocheir japonica* collected in Koza River from August 2011 to October 2012.

月後)では地点8を除くいずれの地点でも10個体前後が採集されたのに対し、1年後では地点5-7の上流部よりも地点1-4の下流部で個体数が多い傾向を示した (Fig.14)。

考察

3 河川の種組成

古座川・有田川・宮川において、十脚甲殻類の種組成はそれぞれの河川間で明確に異なっていた。種数や総個体数は、いずれの河川でも台風後は、台風前あるいは台風1年後に比べて低くなっているが、古座川と宮川の優占種や、主要種の占める割合は大きく変化しなかった。多様性指数に関しては、古座川と宮川では時期を通してほとんど変

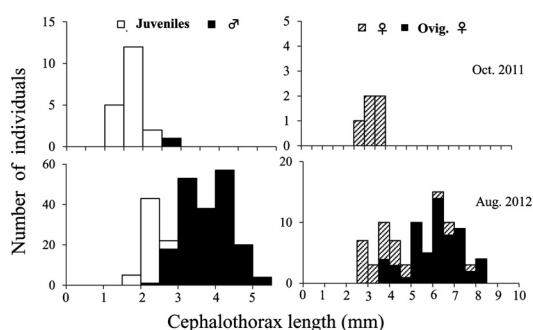


Fig.10. Size frequency distribution of *Caridina leucosticta* collected in Arida River in October 2011 and August 2012.

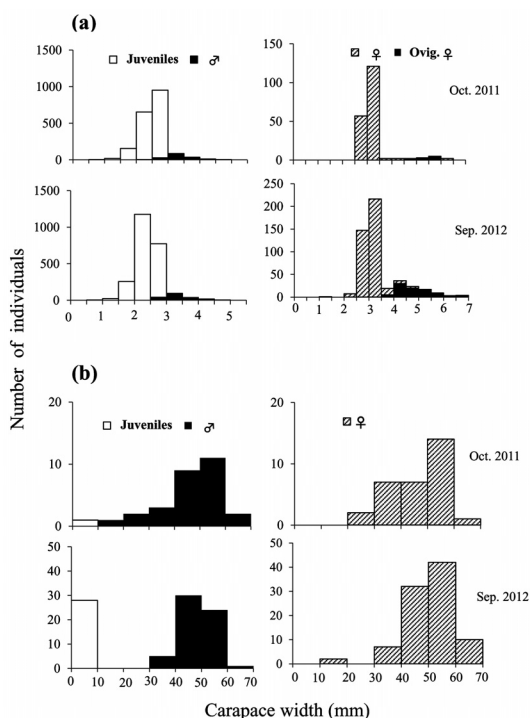


Fig.11. Size frequency distribution of *Caridina leucosticta* (a) and *Eriocheir japonica* (b) collected in Miya River in October 2011 and September 2012.

化がないが、有田川の多様性指数は台風直後に比べて1年後に低下した。これは、台風直後に減少したヌマエビ類（ミナミヌマエビ、ミゾレヌマエビ）の個体数が一年後に増加した結果、この2種が総個体数の大部分を占めるようになったためであると考えられる。

主要種の個体数

古座川ではヒラテテナガエビとミナミテナガエビの個体数は台風直前と直後で大きくは変わらず、有田川でもこの2種の個体数は台風直後と1年後であまり違いがみられなかった。また、古座川のスジエビは台風直前よりも直後に増加する傾向を示した。これらの3種（ヒラテテナガエビ、ミナミテナガエビ、スジエビ）はいずれもテナガエビ科に属しており、このことは、テナガエビ科が洪水による河川の攪乱の影響を受けにくいことを示している。その理由としては、テナガエビ科は石の下などに隠れていることが多いため（川井・中田, 2011）、急な流れの中でも流されにくいことが考えられる。一方、古座川のミゾレヌマエビ、ヌマエビ、ヒメヌマエビは台風直前に比べて直後に減少し、ミゾレヌマエビとヒメヌマエビでは1年経過後も少ないままとなっていた。宮川と有田川のミゾレヌマエビ、有田川のミナミヌマエビも、台風直後は1年後に比べて大幅に少なかった。これらの4種のエビ（ミゾレヌマエビ、ヌマエビ、ヒメヌマエビ、ミナミヌマエビ）はいずれもヌマエビ科であるが、ヌマエビ科はテナガエビ科とは異なり、石の下などに隠れずに植生のある岸辺で浮遊していることが多く（川井・中田, 2011）、洪水によって流されやすいために個体数が減少したのではないかと考えられる。

主要種の体サイズ組成

古座川のミゾレヌマエビは、台風直後に大型個

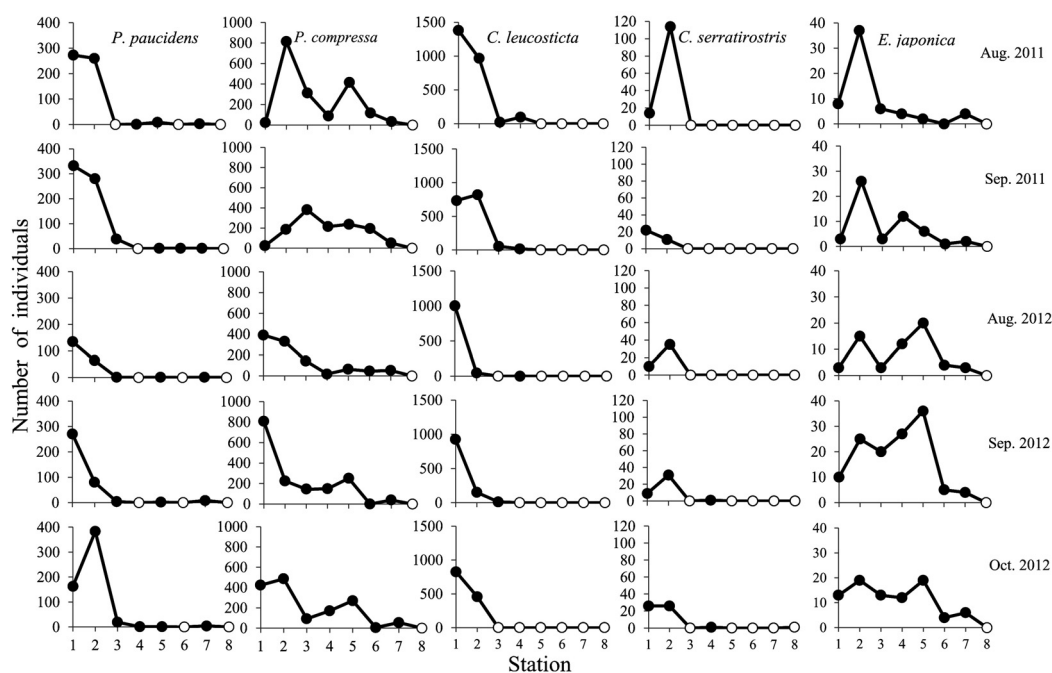


Fig.12. Abundances of 5 decapod species (*Palaemon pauciden*, *Paratya compressa*, *Caridina leucosticta*, *C. serratiostris*, and *Eriocheir japonica*) at 8 sampling stations of Koza River from August 2011 to October 2012. Station number corresponds to that in Fig. 2. Open circle represents 0 value.

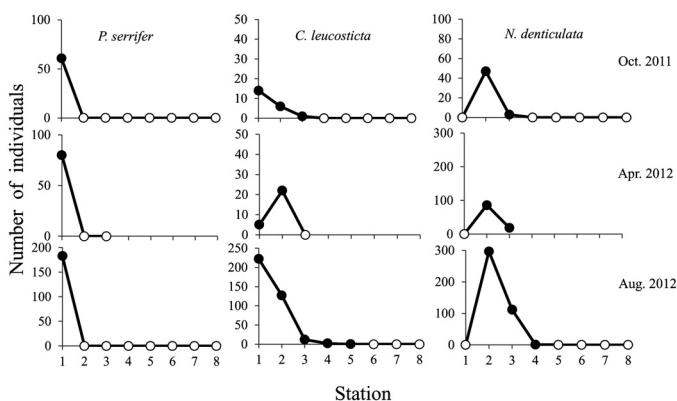


Fig.13. Abundances of *Palaemon serifer*, *Caridina leucosticta* and *Neocaridina denticulata* at 8 sampling stations of Arida River in October 2011, April 2012 and August 2012. Station number corresponds to that in Fig. 2. Open circle represents 0 value.

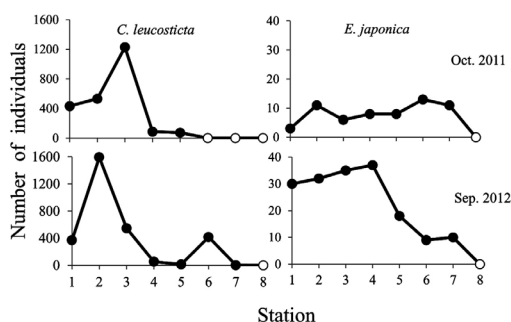


Fig.14. Abundances of *Caridina leucosticta* and *Eriocheir japonica* at 8 sampling stations of Miya River in October 2011 and September 2012. Station number corresponds to that in Fig. 2. Open circle represents 0 value.

体の比率が大きく低下し、1年後には再び増加していた。雄と雌のサイズを比較すると、雄は頭胸甲長2.5–4.5mmであるのに対し、雌は2.5–7.5mmで、雌の方が大きい傾向があり、これは琉球列島（諸喜田，1979）での報告と一致する。有田川のミゾレヌマエビは、台風直後に比べて台風1年後には稚エビと大型個体がいずれも増加しており、宮川では稚エビと大型個体ともに大きな変化はないが、いずれもやや増加している。すなわち、台風による影響の受け方が3つの河川間で異なることがうかがえる。古座川は、有田川や宮川に比べて稚エビにとって洪水の影響を回避しやすい環境が備わっているのかもしれない。

一方、古座川のヌマエビでは、ミゾレヌマエビとは反対に台風直後は直前に比べて大型個体よりも稚エビの減少が顕著であった。ヌマエビの場合は、稚エビよりも大型個体の方が洪水を回避しやすい環境があったのかもしれない。

スジエビの場合は、台風直前と直後でサイズ組成に変化があったミゾレヌマエビやヌマエビとは異なり、台風直前と直後でサイズ組成にほとんど

変化はみられなかった。スジエビは総個体数においても流程分布においても、直前と直後ではほとんど違いがないことから、ヌマエビ科とは異なる固有の洪水回避特性を持っていることが考えられる。

モクズガニの体サイズ組成に関しては、古座川では台風直後は直前に比べて稚ガニが減少していた。宮川でも、台風直後は1年後に比べて稚ガニは際立って少なくなっていた。これに対して中大型個体では、このような台風後の減少傾向は認められていない。これらより、本種では、大型個体よりも稚ガニの方が台風の影響を受けやすいことが示唆される。

主要種の流程分布

古座川のスジエビは下流部～上流部にかけて広く分布し、これは千葉県河川の報告（宇佐美ほか，2008）と一致する。下流部に多いことから、陸封型ではなく、両側回遊型のスジエビである可能性がある。

古座川のヌマエビは、いずれの調査時期でも最上流部の地点8を除く全ての地点で確認された。河川の河口部から上流部にかけて広く分布することは徳島県（浜野ほか，2000）や千葉県（宇佐美ほか，2008）の河川での報告と一致する。

ミゾレヌマエビは古座川と有田川では地点1と2で、宮川では地点2–3で多く見られた。ミゾレヌマエビが河川の下流部に多く分布する傾向は、徳島県（浜野ほか，2000）、鹿児島県（Suzuki et al., 1993）、琉球列島（諸喜田，1979）の河川での報告と一致する。宮川のミゾレヌマエビは台風直後には分布のピークは地点3だったが、1年後には地点2に移っている。台風1年後に、台風直後に比べて分布のピークが下流側に移るのは、古座川と同じ傾向である。宮川では台風直後は地点6より上流ではミゾレヌマエビは確認されなかったが、台風1年後は地点6でも小さな分布のピーク

クが生じていることや、さらに上流の地点7でも採集されたことから、台風による洪水の後に上流部へ移動したことが示唆される。

モクズガニは、古座川と宮川でともに下流部から上流部にかけて広く分布することが確認された。これは徳島県の河川での報告（浜野ほか，2000）と一致する。古座川では台風直前と直後は地点2に分布のピークがあったが、2012年の8月と9月にはより上流部の地点5にピークが移動している。宮川では、台風1年後は直後に比べて河口部から中流部で個体数が増加しており、古座川とは反対に分布のピークが下流側に移動している。古座川でピークが上流に移動したのは、2011年は小型個体が多かったが、翌年は稚ガニや小型の雄個体が少なく、2011年に多かった中型個体の成長に伴う上流への移動（小林・松浦，1991）を反映していると考えられる。一方、宮川では1年後に稚ガニが大幅に増加しており、この稚ガニの主要生息域が河口寄りの地点にある（小林・松浦，1991；Kobayashi & Matsuura，1995）ため、流程分布のピークも下流側へ移動したとみられる。

スジエビモドキは、有田川では河口部でしか確認されていない。スジエビモドキは、テナガエビ科の中で、台風直後に比べて台風1年後に個体数の増加が最も顕著であった種であり、これは河口部に分布が集中しているため洪水によって海へ流れやすくなり、そのことが台風直後の個体数減少につながった可能性がある。

ミナミヌマエビは有田川で下流部や中流部で確認されているものの、河口部では確認されておらず、河口部に生息しないことは京都府（Yatsuya et al.，2012）や静岡県（宇佐美ほか，2008）の報告と一致する。ミナミヌマエビは陸封型である（浜野ほか，2000）が、上流部に限って生息しているわけではなく、植生があるなどの棲みやすい環境であれば生息可能であることがうかがえる。

台風直後から1年後にかけて地点2と3で徐々に個体数が増加しており、台風1年後には台風直後と半年後には採集されていなかった地点4でも採集されているため、台風後1年が経過し、生息域を上流へ伸ばしながら個体数を増加させていることがうかがえる。

洪水による影響のまとめ

洪水による河川の生物への攪乱の影響に関しては、魚類と水生昆虫類を扱った研究が知られている。魚類は洪水によって種数（Lojkasek et al.，2005；Pires et al.，2008）や漁獲量（Tew et al.，2002；Lojkasek et al.，2005；Chuang et al.，2008；Pires et al.，2008）は大きく変化しないという報告がされており、個体数が大幅に減少しても17ヶ月（Tew et al.，2002）または1年以内（Lamberti et al.，1991）で回復するとの報告もある。日本で唯一、台風後に魚類相の回復過程を追跡した宮川での研究（Kano et al.，2011）によると、台風直後より4年の間に種数は増加し、ほとんどの種で生息数が増加したとしている。一方、水生昆虫類は種数・個体数（Lee & Bae，2011）や、密度（Mundahl & Hunt，2011）は洪水によって大幅に減少し、回復には3年（Snyder & Johnson，2006）または4年以上（Lee & Bae，2011）かかるという報告がされている。今回の十脚甲殻類の場合、生息数、流程分布とも、台風前後であまり変わらない種と、台風後に生息数の減少や分布が若干下流側に移動するといった変化を示す種が認められ、これらは総じて、洪水の影響が、水生昆虫で知られているほど大きくはないと評価できよう。洪水によって水生昆虫類が魚類や十脚甲殻類よりも影響を受けやすい理由としては、水生昆虫類は川底の堆積物の中に潜んでいるため、洪水が起こった時に堆積物とともに流され、遊泳力も弱い流れに逆らうこ

とができないのに対し、魚類や十脚甲殻類は遊泳力によって洪水の流れを回避できるところへ移動したりして身を守ることができるためと考えられる。ただし、今回の大洪水によって生息場所が大きく改変され、特に水際に植生のある場所が著しく減少していることがわかっている。今回の調査では、可能な限り植生のある場所でサンプリングをおこなうという調査法をとっているため、植生のある場所の大幅な減少が採集個体数には反映されていない可能性がある。すなわち、十脚甲殻類の生息可能環境の量的評価を通して河川全体での十脚甲殻類生息数を推定することで、河川の大洪水による影響評価を検討する必要がある。

謝辞

河川でのサンプル採集にご同意いただいた有田川漁協組合長前川正氏、有田簗島漁協組合長嶋田栄人氏、有田簗島漁協北簗島支所長中村育生氏、古座川漁協組合長谷口友弘氏、七川漁業協組合長杉本善次氏、宮川漁協組合長大釋恭治氏、宮川上流漁協組合長水谷幸夫氏、和歌山県農林水産部水産局資源管理課見世真弓氏、三重県農林水産部水産資源課漁業調整グループ林清二氏、調査に協力いただいた奈良女子大学の保智己教授、近畿大学水圏生態学研究室の奥村大輝氏・川端青氏、京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所の大和茂之博士、有益な情報をいただいた奈良女子大学の高田将志教授に厚くお礼申し上げます。

引用文献

Chuang, L-C., B-S. Shieh, C-C. Lui, Y-S. Lin & S-H. Liang. 2008. Effects of typhoon disturbance on the abundances of two mid-

water fish species in a mountain stream of northern Taiwan. *Zoological Studies*, 47: 564-573.

浜野龍夫・鎌田正幸・田辺 力. 2000. 徳島県における淡水産十脚甲殻類の分布と保全. 徳島県立博物館研究報告, 10: 1-47.

林 健一. 1989a. 日本産エビ類の分類と生態 (47) ヌマエビ科-ヒメヌマエビ属①. 海洋と生物, 62: 227-231.

——. 1989b. 日本産エビ類の分類と生態 (50) ヌマエビ科-ヌマエビ属・チカヌマエビ属. 海洋と生物, 65: 497-501.

——. 1990. 日本産エビ類の分類と生態 (51) ヌマエビ科-カワリヌマエビ属・属の検索. 海洋と生物, 64: 376-379.

——. 1999. 日本産エビ類の分類と生態 (109) テナガエビ科・テナガエビ亜科-マイヒメエビ属・スジエビ属①. 海洋と生物, 125: 522-526.

——. 2000. 日本産エビ類の分類と生態 (112) テナガエビ科・テナガエビ亜科-テナガエビ属①. 海洋と生物, 128: 240-245.

原田英司. 2005. 富田川と日置川（和歌山県）でのエビ類の流程分布. 南紀生物, 47: 1-8.

——. 2006. 富田川下流部でのエビ類の季節的変動. 南紀生物, 48: 99-104.

今井 正・大貫貴清. 2013. 紀伊半島南西部の河川で採集されたザラテナガエビとコンジテンナガエビの未成体. 南紀生物, 55: 11-14.

Kano, Y., K. Ohnishi, Y. Tomida, N. Ikeda, N. Iwasaki, M. Miyagawa, Y. Harada, H. Ichianagi & K. Watanabe. 2011. Fluctuation and variation in stream-fish assemblages after a catastrophic flood in the Miyagawa River, Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 92: 447-460.

- 川井唯史・中田和義. 2011. エビ・カニ・ザリガニ 淡水甲殻類の保全と生物学. 154pp. 生物研究社, 東京.
- 小林 哲・松浦修平. 1991. 鹿児島県神ノ川におけるモクズガニの流程分布. 日本水産学会誌, 57 : 1029-1034.
- Kobayashi, S. & S. Matsuura. 1995. Maturation and oviposition in the Japanese mitten crab *Eriocheir japonicus* (De Haan) in relation to their downstream migration. Fisheries Science, 61 : 766-775.
- Lamberti, G. A., S. V. Gregory, L. R. Ashkenas, R. C. Wildman & K. M. S. Moore. 1991. Stream ecosystem recovery following a catastrophic debris flow. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48 : 196-208.
- Lee, H. G. & Y. J. Bae. 2011. Recovery of aquatic insect communities after a catastrophic flood in a Korean stream. Animal Cells and Systems, 15 : 169-177.
- Lojkásek, B., S. Lusk, K. Halačka, V. Lusková, & P. Drozd. 2005. The impact of the extreme floods in July 1997 on the ichthyocenosis of the Oder Catchment area (Czech Republic). Hydrobiologia, 548 : 11-22.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. 179pp. Princeton University Press, Princeton.
- Mundahl, N. D. & A. M. Hunt. 2011. Recovery of stream invertebrate after catastrophic flooding in southeastern Minnesota, USA. Journal of Freshwater Ecology, 26 : 1-13.
- 丹羽信彰・横山達也. 1993. 兵庫県夢前川水系におけるミナミヌマエビを中心とした十脚甲殻類の分布. 水産増殖, 41 : 519-528.
- Pires, A. M., M. F. Magalhães, L. Moreira da Costa, M. J. Alves & M. M. Coelho. 2008. Effects of an extreme flash flood on the native fish assemblages across a Mediterranean catchment. Fisheries Management and Ecology, 15 : 49-58.
- Saito, M., T. Yamashiro, T. Hamano & K. Nakata. 2012. Factors affecting distribution of freshwater shrimps and prawns in the Hiwasa River, southern central Japan, Crustacean Research, 41 : 27-46.
- Snyder, C. D. & Z. B. Johnson. 2006. Macroinvertebrate assemblage recovery following a catastrophic flood and debris flows in an Appalachian mountain stream. Journal of the North American Benthological Society, 25 : 825-840.
- 諸喜田茂充. 1979. 琉球列島の陸水エビ類の分布と種分化について－Ⅱ. 琉球大学理学部紀要, 28 : 193-278.
- Suzuki, H., N. Tanigawa, T. Nagamoto, & E. Tsuda. 1993. Distribution of freshwater caridean shrimps and prawns (Atyidae and Palaemonidae) from southern Kyushu and adjacent islands, Kagoshima Prefecture, Japan. Crustacean Research, 22 : 55-64.
- Tew, K. S., C. C. Han, W. R. Chou & L. S. Fang. 2002. Habitat and fish fauna structure in a subtropical mountain stream in Taiwan before and after a catastrophic typhoon, Environmental Biology of Fishes, 65 : 457-462.
- 宇佐美葉・横山賢史・渡邊精一. 2008. 関東を中心とした淡水生十脚目甲殻類ヌマエビ科とテナガエビ科の流程分布様式. 日本生物地理学会会

- 報, 63 : 51–62.
- Yatsuya, M., M. Ueno & Y. Yamashita. 2012.
Occurrence and distribution of freshwater
shrimp in the Isazu and Yura Rivers,
Kyoto, western Japan. Plankton and Ben-
thos Research, 7 : 175-187.