



# 陸の水

==== No. 53 ====

日本陸水学会東海支部会  
 ニュースレター2012年3月31日  
 発行：日本陸水学会東海支部会  
 連絡先：〒487-8501 愛知県春日井市松本町  
 1200 番地  
 中部大学 応用生物学部 環境生物科学科  
 Tel：0568-51-1111  
 Fax：0568-52-6594  
 E-mail：somiya@isc.chubu.ac.jp

## 日本陸水学会東海支部会第14回研究発表会を振り返って

(独) 土木研究所・自然共生研究センター 森照貴

2012年2月18-19日の2日間、上阿多古に位置する静岡大学の天竜フィールド（農学部地域フィールド科学教育研究センター森林生態系部門）において、日本陸水学会東海支部会第14回研究発表会が開催されました。参加者は延べ44名に上り、計18件の研究発表が行われました。恒例の特別講演では、名古屋女子大学家政学部で教授をされている村上哲生先生に「長良川河口堰問題の陸水学」についてお話を頂き、天竜川漁協の秋山雄司さんにも講演していただきました。

当地は、天竜川支流の阿多古川が近くを流れており、会の休憩時間に向かった際には、川の清廉さに参加者の多くが感嘆の声を挙げていました（右写真）。ただ、「暴れ天竜」として知られる天竜川の支流らしく、増水によって荒れた様子を周囲の状況から伺うことができ、目の前の穏やかな清流とのギャップを感じることもできました。



例年通り、研究発表の約半数は学生によるものでしたが、緊張した面持ちで一所懸命に発表する姿を見て、昔の自分を思い返してしまいました。陸水学らしく、研究対象は非常に幅広く、水質や生物を対象に、基礎科学の側面が強い研究から、応用の視点から取り組んだ研究までありました。2日間に渡る発表では、終始、活発な意見交換が行われ、東海支部会には“陸水”をキーワードに多様な興味を持った方々が集まっていることを実感できました。

天竜川漁協の秋山雄司組合長が、「天竜漁協の当面する問題」として、天竜川の現状や漁協としての取り組み、今後の方針について紹介して下さいました。お話しぶりは軽妙でしたが、聴衆にとっては驚くような天竜川（漁協）の直面する状況が、写真やデータで紹介されました。釣り人を魅了し、漁協を潤してきたアユ（釣り）ですが、天竜川で生じる長期的な濁水の影響で、わずか数日しかアユ釣りができない現状は、研究者と行政が協力して取り組むべき課題であることを改めて感じました。秋山さんのお話しで印象深かったのは、天竜川漁協は「川の守人」として活動していこう、そして、釣り大会や釣り教室の開催だけでなく、子供への環境教育（観察会など）を通して、川に親しんでもらおうといった姿勢でした。アユが釣れなくなったなど、天竜川漁協が直面する問題と類似の話を多くの漁協で耳にしますが、秋山さんのお話しには、今後の漁協のあり方について多くの示唆が含まれていて、大変興味深いものでした。

名古屋女子大学の村上先生の特別講演では、最近話題の「長良川河口堰問題」について紹介して頂きました。講演では、科学者の専門集団（陸水学会や生態学会など）が行ってきたことについて評価した「環境問題の科学社会学（著 立石裕二）」を取り上げ、陸水学会が河口堰の問題に対して、どんな役割を果たしてきたのかについてお話しして頂きました。その後、今、まさに議論されている長良川河口堰の開門調査の是非に話が及び、河口堰問題に長年携わってこられた村上先生の言葉からは、真摯な思いがヒシヒシと伝わってきました。河口堰の開門に関する専門委員会は傍聴することもでき、会議資料なども公開されています。村上先生は、新聞やテレビなどのメディアによって集約された情報だけでなく、委員会での議論の内容を自分で見て・考えることの重要性を説かれており、陸水学会のひとりとして、東海地方に住むひとりとして、もっと意識を高く持つ必要があることを認識させて頂きました。

今回の研究発表会として使わせて頂いた静岡大学の天竜フィールドの宿泊施設や食堂、セミナールームは、旧演習林独特の雰囲気を持ち合わせ、北海道大学の演習林（現・研究林）出身の私としては、少し懐かしい感覚でした。夕食では仕出し弁当をいただき、朝食にはパンやインスタントスープなどをいただきましたが、手作りの研究会らしく和気藹々と楽しく過ごすことができました。懇親会ではたくさんのお酒や肴が登場し、たこ焼きまで登場したのには驚きましたが、いつものように深夜まで議論や語らいが続きました。ただ、今回、多くの方が懇親会前や途中で帰られてしまったのは、年度末近くということを考えれば仕方がないことかもしれませんが、やや残念なことでした。食事の準備や研究会後の片づけでは、学生さんの動きが素早く、大変助かりました（というか、甘えてしまいました）。東海支部会が活発なのは、こういった学生さんが元気であることと、ボランティアとして数人の方が企画・運営に尽力して下さっているためと改めて思いました。特に、戸田先生には我々参加者が楽しめるような工夫や、食事・お酒をたくさん準備していただき、本当に感謝しております。幹事でありながら、あまり企画・運営に携わっていないことに反省しつつ、参加者の一人として、宗宮会長、戸田先生をはじめ、本研究会に携わった方々には、深く御礼申し上げる次第です。ありがとうございました。



研究発表会の様子



夕食・懇親会の様子



参加者による記念写真①



参加者による記念写真②

## 佐久間ダム堆砂見学（2012年2月19日 研究発表会後開催）

静岡大学工学部 戸田三津夫

本年度はサマースクールに続いて、研究発表会も浜松で開催、みなさん、浜松をよほど気に入っていただいたのか、東方面が珍しかったのかわかりませんが、とにかくおいでいただきありがとうございました。今年は、天竜川漁協が毎年この時期に開催する「佐久間ダム堆砂」の見学を企画しました。残念ながら、震災の影響で（電源不足）→（佐久間ダムの相対的重要性高まる）→（冬季に水位低下させ流砂促進するよりも発電優先）というドミノ倒しによって、例年のような「惨状」（写真1, 2）を見ていただけませんでした。



写真1 佐久間発電所からの放水とダムを経ない水の合流（2007年3月）



写真2 佐久間ダム上流部の堆砂（2007年3月）



写真3 大嵐（おおぞれ）駅直下の堆砂（2012年2月19日）



写真4 大嵐駅直下にて（2012年2月19日）

佐久間ダムは完成（1956年）から55年あまり、貯水容量約3億 $m^3$ のうち1億2千万 $m^3$ ほどの堆砂があるといわれています。見学会ではダム見学に先立ち、中央構造線露頭も見ていただきました。この地域は日本の中でも特に浸食による土砂流出が激しい地域だそうです。地形的にダム設置に適していたとはいえ、仮に原発同様最終的な後始末という着地点を見据えていなかったのであれば、後世に大きな負の遺産を残すこととなります。一方で、高度成長の原動力として佐久間ダムが大きな力を発揮したことは疑いのない事実ですし、佐久間の街をはじめ浜松の工業地帯の発展がこの電力により支えられてきたこともまた否定できません。しかし、現在も中国を筆頭に開発国ではダム建設が盛んに行われており、他方、アメリカ合衆国をはじめ先進国は総合的判断によりダム撤去に向かいつつあります。

電源開発（株）が毎年冬季の渇水時期に実施している「流砂促進事業」とは、ダム上流部に堆積する土砂を、ダム水位を下げ川の力を一部蘇らせることにより、深部へ土砂を移動させようというものです。上流部の洪水のリスクは軽減されますが、ダムの堆砂がなくなる訳ではありません。根本的な解決にはならないことは誰の目にも明らかで、その対策として、「排砂トンネル」建設が検討されています。これとて、一つ下の秋葉ダム上流に土砂を落とす機能しかなく、川が蘇る訳でもなく、浜松市の上水・工業・農業用水を取水している秋葉ダムの寿命を急速に縮めることとなります。私たちは、天竜川の問題を日本の問題、世界の問題として、ダム開発と利用の最終着地点を見つける必要があります。途中、新豊根発電所の説明も見ていただき、今回の原発停止という事態で、水力発電、揚水発電が密接に関係していることも再認識していただけたのではないのでしょうか。これは、自動車業界がねらっていたプリウスやリーフの家庭蓄電にも影響が及びかねない話です。

コンクリート構造物であるダム本体の寿命も永久ではなく、一説には100年前後だといわれています。過去にダム決壊の事例もあります、地震のリスクも叫ばれている中、生態系への影響に限らず、今後解決していかなければいけない陸水の大きな問題の一つとして認識していただけたら、見学会を企画した意味があったと考えます。

途中、路面に雪があり、ごく一部ですが凍結していたこともあり、少し「ひやっ」とさせてしまいましたが、幸い事故もなくみなさん帰路についていただきました。これに懲りず、また是非浜松へお越し下さい。



写真5 佐久間ダム湖面と流木  
(2012年2月19日)



写真6 秋葉ダムを下流から望む  
(2012年2月19日)

## 「陸の水」論文集 2012 年の発行と「陸の水」論文集 2013 年の予告

2011 年より、原則として年 1 回の定期刊行となった「陸の水」論文集ですが、2012 年の編集がほぼ終了し、4 月に出版される予定です。支部会員の皆様には無料で配布されま  
す。今回は論文 3 本、資料 4 本が掲載されます（編集状況によっては、さらに 2 本が追加  
されます）。「池干しによる外来魚の駆除」「水環境教育の立案と実践（2 本）」「河床有機物  
の挙動」「矢作川のカワヒバリガイ」等、興味深い内容が並んでおります。会員以外には、  
2,000 円/冊で販売いたします。この価格は、年会費と同額なので、論文集に興味を持たれ  
た方が身近におられましたら入会をお勧め下さい。

なお、論文集 2013 年は、引き続き、野崎が編集委員長を務めさせて頂くことが総会で  
承認されました。石田典子新支部会長より委嘱された時点から編集を開始いたします。次々  
号の「陸の水」（次号は論文集 2012 年になります）にて締切等を連絡いたします。投稿規  
程・執筆要領は「陸の水」2012 年の巻末に掲載されます。

編集委員は以下の会員となる予定です。

萱場祐一（自然共生研究センター）、田代喬（名古屋大学工学研究科）、谷口義則（名城大  
学理工学部）、寺井久慈（名古屋大学博物館）、村上哲生（名古屋女子大学）、村瀬潤（名古  
屋大学生命農学研究科）、八木明彦（愛知工業大学）、山本敏哉（矢作川研究所）、松本嘉孝  
（国立豊田高専）、内田臣一（愛知工業大学）、石田典子（名古屋女子大学）、宗宮弘明（中  
部大学）、森照貴（自然共生研究センター）。

**会員の皆様の投稿をお待ちしております。**

野崎健太郎（編集委員長，椙山女学園大学教育学部）

椙山女学園大学教育学部〒464-8662 名古屋市千種区星が丘元町 17-3

E-mail : ken@sugiyama-u.ac.jp

## 2011 年度日本陸水学会東海支部会の活動報告

第 15 回となる総会が、2 月 18 日研究発表会 1 日目の夕刻に開催されました。  
担当者から事業・会計等について説明があり、審議・承認されました。

## ・事業実施報告

昨年度の第 14 回総会において承認された事業内容（「当初計画」）と今年度の事業実施状況を次の表にて報告いたします。

活動項目	当初計画	実施状況
ニュースレター発行	年間 4 号	6 月 (No.50)、10 月 (No.51)、12 月 (No.52)、3 月 (No.53) に発行。 電子版でも発行。
サマースクール	夏に実施	8/27 (土) ~ 28 (日) に静岡県西部の天竜川、遠州灘、浜名湖、佐鳴湖で実施。講師に 長尾氏 (浜松土木事務所 企画検査課)、辻野氏 (静岡県立浜松北高校)、高橋氏 (静岡県農林技術研究所果樹研究センター)、秋山氏 (天竜川漁協組合長) をお招きし、佐鳴湖、天竜川の散策、ウミガメの放流などを実地。22 名参加。陸の水 51 号に報告記事掲載。
談話会	春・秋に実施	第 18 回談話会 (5/20 金): 藤谷武史氏 (名古屋市東山動物園)、春日井隆氏 (名古屋港水族館)。23 名参加。 第 19 回談話会 (11/25 金): 木村真人氏 (名古屋大学生命農学研究科)、古丸明氏 (三重大学生物資源学研究科)。39 名参加。 冬季談話会は、多忙な時期に重なるため中止を決定。 各回の詳細は陸の水に報告記事掲載。
見学会	冬に実施	2012 年 2 月 19 日に実地予定。静岡県天竜川佐久間ダム堆砂見学。
助成金	総額 5 万円で 1 件以上採択	応募なし。
学会公式 HP		<a href="http://island.geocities.jp/limno_tokai/index.html">http://island.geocities.jp/limno_tokai/index.html</a> に開設。活動状況・予定など随時更新中。
総会・研究発表会	2 月に実施	2012 年 2 月 18, 19 日に実施。
教科書 販売 「身近な水の環境科学」		・1 冊定価 2,600 円(税別) のところ、2,300 円 (著者割引相当) で販売。 ・今期は 4 冊販売

## ・ 予算決算書

本年度の収支の状況を以下の通り、ご報告いたします。

## 【収入】

費目	予算	決算	備考
前年度繰り越し金	572,472	572,472	
会費収入	221,000	110,000	一般 51、家族 2、学生 2、団体 1 (2012年度分：一般 2、家族 1 含む)
雑収入	309,000	61,000	過年度分会費収入 (2009、2010 年分)
		297,474	論文集別刷代 163,100、教科書印税 93,600、教科書 4 冊、 総会・サマースクール残金
寄付金	0	0	
利息	0	56	
総計	1,102,472	1,041,002	

## 【支出】

費目	予算	決算	備考
郵送料	40,000	19,770	陸の水 4 回分
ニュースレター発行費	40,000	5,038	封筒、切手代など
要旨印刷費	48,000	48,000	第 13 回研究発表会要旨集印刷代 (160 部)
事業費	150,000	15,000	談話会の講師謝礼など
論文集発行費	268,000	353,115	陸の水第二論文集発行、陸の水第二論文集 別刷代
雑費	10,000	420	振り込み手数料
予備費	546,472	0	
総計	1,102,472	441,343	次年度繰越金 599,659

## ・次年度事業計画

2012年度は、例年に準じた支部会活動に加えて、日本陸水学会名古屋大会への積極的な参加を予定しております。詳細は、幹事会で議論して決定した後、随時会員に報告します。予算については以下の通りです。

## 【収入】

費目	予算	備考
前年度繰り越し金	599,659	
当年度会費収入	201,000	会員 106 名（一般会員 95、家族 1、学生 5、団体 1）
過年度分会費収入	183,000	前年度（2011年 100,000 円）、前々度（2010年 83,000 円）の会費徴収
雑収入	150,000	論文集販売（50,000 円）、別刷り代（100,000 円）
寄付金	0	
利息	0	
総計	1,133,659	

## 【支出】

費目	予算	備考
郵送料	40,000	陸の水 4 回、総会案内等
ニュースレター発行費	40,000	陸の水 4 回、総会案内等印刷代
要旨印刷費	48,000	第 14 回研究発表会要旨集印刷代
事業費	150,000	総会等補助、研究助成、談話会等の講師謝礼
論文集発行費	268,000	論文集印刷代
雑費	10,000	振込み手数料など
予備費	577,659	
総計	1,133,659	

## ・次年度役員体制（任期 2 年間）

2012年度は、新たに 2 名の幹事が就任します（\*：新役員）。庶務、ニュースレター編集、総会、事業など未決定の役割分担は、本年度最終幹事会で決定し、報告します。

会長：石田典子（名古屋女子大学）

幹事：石川雅量（たんさいぼうの会）・広報（HP 管理）

幹事：\*上野薫（中部大学）

幹事：内田朝子（矢作川研究所）・会計

幹事：戸田三津夫（静岡大学）・庶務

幹事：\*水野展敏（東山動物園）

幹事：森照貴（土木研究所自然共生研究センター）・ニュースレター編集

会計監査：岡田直己（中部大学）

（※ 幹事は五十音順）

## 退任幹事のご挨拶

最後に、3月限りで任期をむかえる幹事による挨拶を掲載させていただきます。

### 幹事退任（2010-11）に際して：大学の危機と東海支部会の役割

宗宮弘明（中部大学）

現在、大学の就職予備校化が急速に進んでいるような気がする。少子高齢化で、高校生人口が減少し、大学生の獲得と就職予備校化がセットになって、大学の研究教育の現場に襲いかかっている気がするのは私だけなのだろうか？この4月から、学科主任なるものを遂行する予定だが、前任者のひきつぎは、「就職率を上げる」ことただ一つであった。曰く「リーマン・ショック以来、時代は変わった。就職率を上げないと、学生が集まらず、ますます大学の偏差値が低下する」というものである。そこで、学科主任たるもの、「企業説明会に積極的に出かけ、名刺交換をする事が大切だ」と諭された。「エッ、それって、逆じゃないの、よりましな大学生を育てて社会に出す努力が先ではないの？」と行って、気まずい雰囲気となってしまった。そんな発言になったのは、最近読んだ本の著者の言葉が、鮮明に浮かび上がってきたからだ。その著者は「この世の複雑さ、矛盾、失望、恐怖に立ち向かってゆくための知識を、自ら持ちたいと学生たちに思わせること」が教育の最も大切な役割だと力説していた。この言葉は、自分を含め「教育者にも、社会人」にも必要だなーと考えていたからだ。

2年前に書いた短文の一部分を引用する。「大学の誕生は13世紀の初頭で、ボローニャ、パリ、オックスフォードに創設され、800年に及ぶ歴史の中で幾度も変転を重ねてきた。大学は国家、教会さらには経済的な圧力に晒され、これらの圧力により、一時的に停滞・沈滞したが、<知の自律、視点の複数性、教育の機会均等、批判的精神>などでしたたかに甦ってきた歴史を持つ。（2010年3月、希望としての大学）」どうやら、大学が一時的に衰退することは避けられないようだ。そんな時は、孤立を恐れず、自分の筋をしずかに通すことが重要だと思われる。そして別の「組織」で、理想や、希望を追求することが必要だろう。この2年、東海支部会の運営に関わってきたが、この会の大きな活動力に驚かされた。水産学会、動物学会の支部会活動を遥かに上まっていたからだ。また、会の経営状態は「比較的健全（会費の徴収?）」であり、様々な活動が企画されている。この長所を十分に生かせば、今後の発展につながる可能性がある。そのためには、「持続可能で、楽しくて、ためになる会と幹事会スタイル」の確立が必要と思われる。2月の談話会は、修士論文、卒論の時期と重なり、大変であることがわかったので議論の上で廃止した。2年目は、なるべく幹事に負担がいかないような運営を心がけたがそれがよかったかどうかはまだわからない。大学が危機を迎えた現在、東海支部会のような自主的な組織はこれからますます重要になるはずだ。今後も1会員として協力させていただくのでよろしく願いする次第である。二年間のご協力ありがとうございました。知恵と会費をかき集めて、画期的な東海支部会を目指そうではありませんか。

## 幹事退任の挨拶

名古屋市東山動物園 藤谷武史

私が本学会支部の幹事を行なったきっかけは、宗宮会長のお誘いがあったからでした。はじめは陸水学というのは全くわからないので、非常に不安でした。しかし、談話会や年次大会に参加していくうちに、不安はなくなり、幹事という立場で参加させていただくことが非常に楽しくなってきました。もしも幹事を行なっていなければ、この学会支部に携わることはなかったのかもしれませんが。宗宮会長には本当に感謝いたします。

幹事としては何もやってこられませんでした。これからも会員として本学会支部に携わらせて頂きたいと思っておりますので、会員の皆様今後ともどうかよろしく願いいたします。

---

## 会費納入のお願い

**現在、2011 過年度分までの会費が、未払いとなっている会員人数は58 名（家族会員含む）と全会員（108 名）の半数です。東海支部会のような活発な学会運営も、皆様からの会費の納入があってこそ成り立つものです。健全な学会運営のためにも、会費の納入をお願いします！**

現在、徴収方法は下記ゆうちょ銀行への振込、もしくは談話会や研究発表会などでの直接的なお支払いも受け付けております。**ゆうちょ口座から通帳かカードで ATM 振込だと手数料無料となります！**会費納入状況が不明な場合は事務局までご照会ください。2 年度分の会費が未納の方は、規約に従い、翌年度には自動的に退会となりますのでご承知おきください。その際も、未納会費 2 年分のお支払いをお願いしております。

年会費：一般 2,000 円、学生（大学生以上）1,000 円、高校生以下は無料、  
団体 4,000 円、家族 3,000 円

<ゆうちょ銀行からお振込みの場合>

口座番号：00890-4-68831、加入者名：日本陸水学会東海支部会

<他の金融機関からお振込みの場合>

銀行名：ゆうちょ銀行、金融機関コード：9900、店番：089

店名（カナ）：〇八九店（ゼロハチキユウ店）、預金種目：当座、口座番号：0068831

カナ氏名（受取人名）：ニホンリクスイガツカイトウカイシブカイ

（カナ氏名は、システム上小文字を大文字にする等、一部変換して表示してあります。）

## 陸水での群集生態学 (4)

—洪水パルス仮説 (下)—

(独) 土木研究所・自然共生研究センター  
森照貴

今回は、前号で紹介した洪水パルス仮説 (flood pulse concept) の続き (下) になりますので、最初に洪水パルス仮説 (上) を読み返して頂ければ理解が深まるかと思えます。1989年にJunkらによって洪水パルス仮説が発表されてから20年以上が経過したわけですが、この間にどのような検証が行われたのか、河川連続体仮説や河川生産性仮説との比較を交えつつ紹介したいと思います。そして、洪水パルス仮説が提起した河川-氾濫原システムに対する見方が、現在までにどのように深化していったのかについて既存研究をまとめた。そして、後半部では筆者が木曾三川 (長良川・木曾川・揖斐川) で取り組んでいる研究結果を紹介しつつ、氾濫原は生物群集にとって重要な場所なのかということを考え、洪水パルス仮説の今後の展望について述べたいと思います。

### 【洪水パルス仮説の検証】

#### 1. 魚類にとっての主流路と氾濫原の重要性

洪水パルス仮説 (Junk et al. 1989, 森 2011) では、魚類の多くが、より適したハビタットとしての氾濫原へ到達するために、移動経路として主流路を利用していることを強く主張している。そして、主流路に魚類が存在していたとしても、エネルギー源は主流路よりも氾濫原に依存しているといった考えを提示している (Junk et al. 1989)。しかし、この2つの主張に対しては、否定的な研究結果が多く提示されてきた。特に、エネルギー源については、洪水パルス仮説 (Junk et al 1989) と河川連続体仮説 (Vannote et al 1980)、河川生産性仮説 (Thorp & Delong 1994) の3つでは、それぞれ主張が異なっていることから、多くの河川生態学者の注目を集めてきた (Lorenz et al 1997, Ward et al 2002, 森 2011)。そして、1990年代以降、安定同位体を用いて食物網を解析する、つまりエネルギー源を探ることが可能となり (e.g. Yoshioka et al 1994)、洪水パルス仮説の主張が正しいのか否かについて検証が進められつつある。

河川性魚類が主に、主流路に生息するのか氾濫原に生息するのかという問いに対し、Dettmers et al. (2001)は、多数の魚類が一年の多くの時間 (3-4 季節) を主流路に生息することを示した。同様に、Galat & Zweimuller (2001)は、北アメリカで38%、ヨーロッパで58%の在来淡水魚が主流路のハビタットに依存していることを示しており、河川性魚類にとって、主流路という環境は、Junk et al (1989)が主張したような移動経路としてだけでなく、生息場所としても重要であると考えられる。

ただし、河川の中・下流域に広がる河川－氾濫原システムにおいて、河川と氾濫原のどちらか一方のみが重要と言うことではなく、この二つの生態系を往来する種は多い(e.g., Bonneau & Scarnecchia 1998, Yuma et al 1998)。普段は流水に生息しているような種が、攪乱や捕食からの避難地として氾濫原を一時的に利用するだけでなく、摂餌や産卵、稚魚の成育の場として利用することも多い (Holland & Huston 1985, Poizat & Crivelli 1997, Baber et al 2002, Balcombe et al 2007)。例えば、春期の融雪出水に合わせて産卵のために氾濫原に移動する種もあり (Gorski et al 2010)、国内においてもタナゴの仲間が氾濫原で二枚貝に産卵することが知られている (Yuma et al 1998)。また、長期間の洪水によって出現する広大な氾濫原は、稚魚の成育に大きく寄与し (Gorski et al 2011)、洪水のタイミングや持続時間、氾濫原の大きさが魚類の次世代数に影響を及ぼすと考えられている (Baylly et al 2008)。

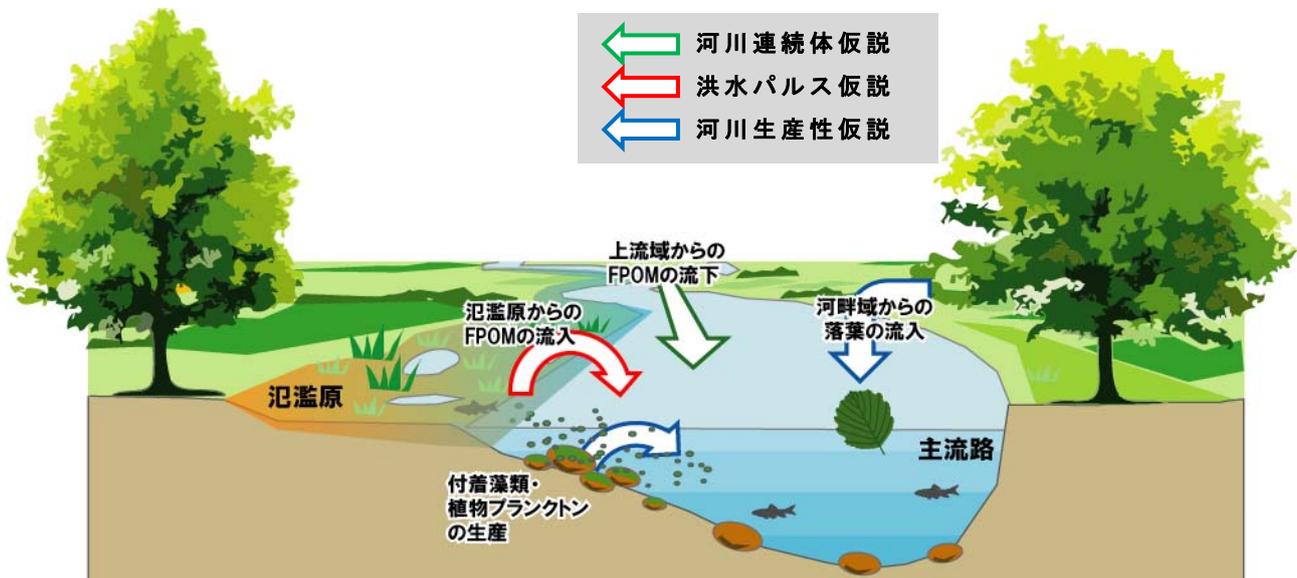


図1 河川連続体仮説、洪水パルス仮説、河川生産性仮説に基づく、下流域における食物網を支える有機物源に関する模式図。

(森 2011 より再掲)

## 2. 魚類にとってのエネルギー源

下流域における食物網を支える炭素源・エネルギー源に関して、3つの仮説（河川連続体仮説・洪水パルス仮説・河川生産性仮説）が存在することを前号で紹介したが（図1）、各仮説は異なる予測をしており、これまでに多くの研究によって検証が行われてきた。例えば、主流路に生息する魚類の餌資源は、底生無脊椎動物や動物プランクトンなど主流路で生産されたものであることを Dettmers et al. (2001)が示した様に、多くの研究が餌資源としての重要性は、氾濫原に由来するものよりも主流路に由来するもののほうが高いことを示している。特に、Thorp & Delong (1994)が提示した河川生産仮説は、狭窄部を流れる河川のような流路が制限された河川や、水深が浅い河川に対して提示されたものであったが、多くの研究が狭窄部の河川に限らず、広く河川生産性仮説を支持する結果を示している。

熱帯を流れるオリノコ川では、水生植物と氾濫原からの落葉の流入が、潜在的に利用可能な炭素の 98%を占めていたにもかかわらず、ベントスと魚類にとっての炭素源は植物プランクトンと付着藻類といった自生性の有機物であった (Lewis et al 2001)。また、主流路だけでなく、氾濫原の潟に生息する魚類についても、自生性の資源に強く依存していることが示されている (Medeiros & Arthington 2011)。ただし、常に自生性の資源だけが重要というわけではなく、局所的には河畔域からの有機物の重要性も示されている

(Medeiros & Arthington 2011)。このように、主流路で生産された自生性の資源が重要となる理由として、Thorp & Delong (1994)が指摘したように、有機物の質に依る所が大きいと考えられる。陸域由来の他生性有機物は、植物プランクトンが生産する有機物に比べて、餌資源としての質が悪く、生物による利用が制限される (Hedges et al 2000, Hein et al 2003)。同様に、河川連続体仮説で提示された上流から流下してくる FPOM (細粒有機物) も生物にとって餌資源としての価値は低いのが一般的である。このようにして、餌資源の質が良い自生性の資源が炭素源やエネルギー源として、魚類などの河川性生物にとって重要となりえるのだろう。

ただし、全ての研究が河川生産性仮説を支持するわけではない。Hoeinghaus et al (2007)は、3 つの仮説 (河川連続体仮説・洪水パルス仮説・河川生産性仮説) を検証するため、10 の大河川にて食物網を調査した。その結果、氾濫原で生産される水生 C3 植物と主流路で生産される植物プランクトンに由来する炭素が、二次消費者を支える主要なエネルギー源であった。ただし、二つのエネルギー源の相対的な重要性は、場所によって異なっており、下流域の食物網では、植物プランクトンよりも水生 C3 植物の方が主要な炭素源であり、最上位捕食者によって同化される炭素の約 80%を占めていた。一方、貯水池や貯水池下流域の食物網に関しては、植物プランクトンの方が主要な炭素源であった。つまり、低地を流れるような河川では、洪水パルス仮説を支持する結果が得られ、やや上流域や貯水池の下流側に位置するような河川では、程度は異なるけれども、河川生産性仮説を支持する結果が得られたわけである。このように、自生性有機物と他生性有機物の相対的な重要性は固定されたものではなく、河川-氾濫原システムにおける水文学的な連結性に依存して自生性と他生性有機物の相対的重要性が変化するわけである (Hein et al 2003)。

### 3. 氾濫原におけるハビタット

洪水パルスによって生じる氾濫原環境には、潟 (lagoons) や後背地 (backwater)、流路 (creek) など様々なハビタットが存在し、このことが高い生物多様性をもたらしている (Junk et al. (1989)は説明づけた。つまり、高いハビタットの多様性が、高い生物多様性をもたらしていると言うわけである。しかし、洪水パルスは、必ずしもハビタットの多様性を高めるわけではない。なぜなら、洪水パルスは氾濫原におけるハビタット間の連結性を高めるが、このことはハビタット間の類似性を高めることにもなる (Thomaz et al 2007)。ただし、連結性が断たれる低水期には、氾濫原に存在する潟や後背地、流路といった各ハビタットで、異なる群集が形成され、氾濫原全体で高い多様性を示す (Thomaz et al 2007)。これは、ハビタットによって異なる局所要因が存在するため、生物群集がハビタット間で異なる時間変化を経るためである (Thomaz et al 2007)。近年では、河川-氾濫原システムにおいて、ハビタット間の連結性が群集構造を強く制御していると考えられており、例えば河川-氾濫原システムにおいて、水文学的な連結性がベントスの群集構造を制御する主要

要因として重要視されている (Gallardo et al 2008)。このように、氾濫原におけるハビタットの多様性は動的なものであり、ハビタットの多様性自体が時間変化するわけである。ハビタットの時間変化が、生物群集とどのような影響を及ぼすかについては、まだ知見が乏しいのが現状であり、そもそも、ハビタットの多様性 (変異性) をどのように評価するかは、それ自体が大きな問題として取り上げられてもいる (Tockner et al 2000)。しかし、少なくとも氾濫原という場所は、生物多様性のホットスポットと呼ばれるような、その地域全体の多様性 (regional species richness) に大きく寄与する場所として考えられている (e.g. Stanford et al 1996)。

### 【氾濫原に注目することの重要性】

ここまで見てきたように、洪水パルス仮説の主要な概念に対しては、否定的な研究が多い。しかし、河川生態系を理解するために、河川-氾濫原システムのように横方向のつながりを考慮することの重要性は、今では広く認識されている (Allan & Castillo 2007)。つまり、氾濫原の重要性に研究者の目を向けさせたという点に関して、Junk et al. (1989) の価値は高い。上記でも触れたが、彼らが主張したエネルギー源を供給する場としての重要性は状況依存であろうが、多くの河川性魚類が避難地や産卵・生育場所など、何らかの形で氾濫原環境を利用することから、河川生態系にとって重要な場所と言えよう。

ただし、河川性魚類が氾濫原に依存しているか否か、つまり氾濫原を必要としているか否かを評価することは簡単ではない。氾濫原を避難地として捕食や洪水から逃れることで、また稚魚期の成育のために氾濫原を利用することで生残率や成長率が高くなることはあっても、氾濫原を利用することなく成長し、次世代を残すような個体や種も多くいるであろう。実際には、多くの魚種が主流路と氾濫原の両方で観察され、氾濫原のみでしか生きられないような種はほとんどいないだろう。ただし、魚類の多くは、比較的決まった環境で産卵を行い、産み付けられた卵は孵化するまで基本的に移動することはない。つまり、氾濫原で産卵する魚種は、少なくとも氾濫原に依存した生活史を持つことになると考えられる。そこで、筆者は木曾三川 (木曾川・長良川・揖斐川) で行われた魚類調査の論文や報告書を集計し、確認された魚種の特性を区分した。木曾三川の流域全体に渡って採取された魚種 (純淡水魚および回遊魚) を集計したところ、純淡水性の魚類が 72 (46) 種、遡河性の魚類が 16 (15) 種存在した (カッコ内は在来種のみ種の数を示す)。遡河性の魚類については、ウナギを除く全種が主流路、つまり流水環境で産卵するのに対し、純淡水性の魚類は、主流路で産卵するのが 24 (20) 種、氾濫原を流れるクリークやワンドなどの氾濫原的な環境で産卵するのが 37 (23) 種と、半分以上の種が氾濫原環境に依存した生活史を持っていることが明らかとなった (カッコ内は在来種のみ種の数を示す)。木曾三川のみ事例ではあるが、この結果は氾濫原環境を必要とする河川性魚類が多く存在することを示しており、氾濫原は重要なハビタットのひとつであることを意味するものであろう。

### 【洪水パルス仮説 (氾濫原-河川システム) に関する今後の展望】

群集生態学において、異なる生態系間のつながりを示した研究は 1990 年代以降に盛んに発表されたが (Nakano et al 1999, Sato et al 2011)、洪水パルス仮説は異なる生態系 (河川-氾濫原) のつながりについて述べた初期の重要な論文のひとつと言えよう。これまで、山地溪流部においての“陸域と河川のつながり”の重要性については、多くの研究

成果が発表されているが (Sato et al 2011)、洪水パルス仮説で提示されている“氾濫原と河川のつながり”の重要性については、いまだ不足な点が多く、仮説にとどまっている概念が多い。しかし、Junk 自身がアップデート版として記した Junk & Wantzen (2003)では、河川と氾濫原はひとつのユニットとして捉えるべきであり、生態学研究において個別に扱うべきではないと強調されている。

では、本当にひとつのユニットとして捉えるほど密接なつながりが、“氾濫原と河川”の間にあり、そのことが生態学的な重要性を持ち得ているのだろうか。洪水パルス仮説では、氾濫原から主流路へのエネルギー流が河川生態系を支えていると述べられている。この仮説に関しては、上述したように一般的な現象ではなさそうである。しかし、季節的・定期的に生じる洪水 (洪水パルス, Junk et al 1989) だけでなく、突発的・不定期に生じる洪水 (流水パルス, Tockner et al 2000) も包含して考えると、氾濫原や陸域からパルスの供給されるのはエネルギーに限ったことではない。例えば、突発的かつ強大な洪水 (流水パルス) は、氾濫原を含む河畔域から大量の土砂と倒木を河川に供給する (Gomi et al 2001, Reeves et al 2003, Yarnell et al 2006, Latterell & Naiman 2007)。この両者は、基本的に洪水時のみに供給され、平水時にはほとんど供給されない。一方、落葉や陸生昆虫なども陸域から河川へと供給されるが、季節性はあるものの平水時にも大量に供給される (Allan & Castillo 2007)。つまり、洪水パルス仮説と同じ枠組みで、エネルギーだけでなく土砂と倒木についても扱うことができるであろう。

流水は常に土砂を上流から下流へと運搬する作用があるため、陸域からの土砂供給なしでは、河床の高さや河床材料の動的平衡が保たれることはない。非常に長い時間スケールの中で、斜面崩壊や側岸浸食によって土砂が生産され、河川へと供給される。このことが河床低下や河床の粗粒化を防ぐプロセスとして機能し、河川の物理的な環境が動的に維持されているものと考えられる。そして、様々なサイズの礫を含む土砂が洪水によってもたらされることは、河床をハビタットとする生物種 (底生動物) にとっては重要なプロセスであると考えられる。

同様に、倒木も頻繁に河川に供給されるわけではなく、長い時間スケールの中で生じるカタストロフィックな洪水時に大量に供給される (Reeves et al 2003, Latterell & Naiman 2007)。流入した倒木は、遊泳魚の生息場所として機能するだけでなく、落葉や土砂を留めるなど河川生態系に対して様々な影響を及ぼす (Urabe & Nakano 1998, Gomi et al 2001, Gregory et al 2003)。このように、洪水パルス仮説は、エネルギーだけでなく、土砂や倒木など河川に供給される様々なものを対象とすることで、その重要性が増す可能性がある。

近年、日本全国の河川にて河床低下が顕在化しており、それに伴い増水時にも氾濫原へと浸水しない現象が生じている (図 2)。その結果、氾濫原では樹林化が進み、過去の氾濫原とは異なる様相を呈している。

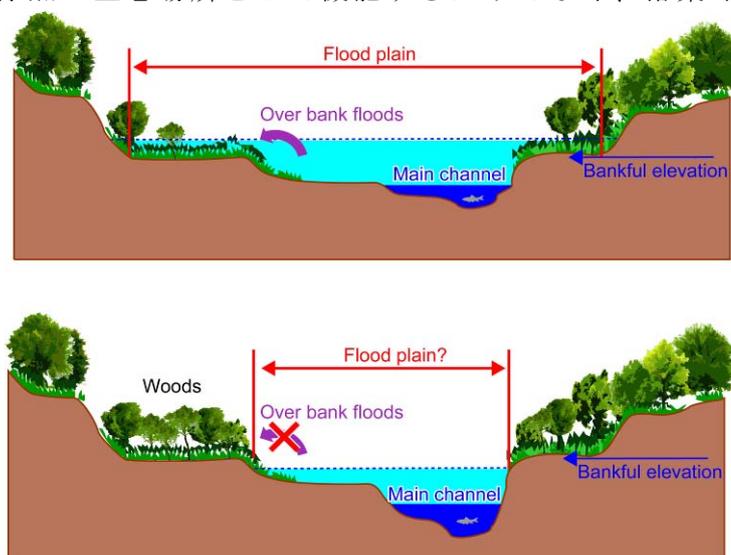


図 2 河床低下による氾濫原の縮小

さらに、氾濫原であった地域の多くが、人間の生活の場となったことで、氾濫原の縮小や損失が著しいのが現状である。しかし、こういった変化が氾濫原と河川のつながりをどのように変化させ、氾濫原－河川システムにどのような影響が生じるのかについての知見は、ほとんどない。そこで著者が集めた木曾三川の魚類データから、ひとつ興味深い結果が得られたので、最後に紹介したいと思う。木曾三川には、氾濫原を産卵場所として利用する魚種が数多くいることは既に述べたが、環境省のレッドデータブックで絶滅危惧 I 類に指定されている在来種の多くが、氾濫原環境に産卵する種であった（表 1）。この結果は、樹林化が引き起こした結果なのか、氾濫原の縮小がもたらした結果なのか、詳細については不明であるが、氾濫原環境を必要とする生物が、とりわけ大きな影響を受けていることを示唆するものと言えよう。

表 1 木曾三川に生息する絶滅危惧 I 類に分類される在来魚種とその産卵場所

RDBカテゴリー	種名	産卵場所
絶滅危惧 I A類 (CR)	ハリヨ	湧水
	イチモンジタナゴ	氾濫原環境
	イタセンバラ	氾濫原環境
	ウシモツゴ	氾濫原環境
絶滅危惧 I B類 (EN)	シロヒレタビラ	氾濫原環境
	カワバタモロコ	氾濫原環境
	ホトケドジョウ	氾濫原環境
	ネコギギ	主流路

近年では、過去から現在に至るまでの氾濫原の状況変化を明らかにし、複数のシナリオに基づいた氾濫原環境の将来予測も行われている (De Jager et al 2011)。今後は、氾濫原と河川との関係性について検証を進めていくことで、De Jager et al (2011)で示されたような氾濫原環境の将来予測を、氾濫原の様相だけでなく、河川生態系にまで拡張することも可能であろう。国内では、河床低下や樹林化が今後も進む可能性が高く、河川－氾濫原システムがどのように変化し、その変化が生物群集にどのように波及するのかを検証することが必要である。

#### 引用文献

- Allan J.D. & Castillo M.M. (2007). *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. 2nd edn. Springer, Dordrecht.
- Baber M.J., Childers D.L., Babbitt K.J. & Anderson D.H. (2002). Controls on fish distribution and abundance in temporary wetlands. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59, 1441-1450.
- Bailly D., Agostinho A.A. & Suzuki H.I. (2008). Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiaba river, upper Pantanal, Brazil. *River Research and Applications*, 24, 1218-1229.
- Balcombe S.R., Bunn S.E., Arthington A.H., Fawcett J.H., McKenzie-Smith F.J. & Wright A. (2007). Fish larvae, growth and biomass relationships in an Australian arid zone river: links between floodplains and waterholes. *Freshwater Biology*, 52, 2385-2398.
- Bonneau J.L. & Scarnecchia D.L. (1998). Seasonal and diel changes in habitat use by juvenile bull trout (*Salvelinus confluentus*) and cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) in a mountain stream. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, 76, 783-790.

- 
- De Jager N.R. & Rohweder J.J. (2011). Spatial scaling of core and dominant forest cover in the Upper Mississippi and Illinois River floodplains, USA. *Landscape Ecology*, 26, 697-708.
- Dettmers J.M., Wahl D.H., Soluk D.A. & Gutreuter S. (2001). Life in the fast lane: fish and foodweb structure in the main channel of large rivers. *Journal of the North American Benthological Society*, 20, 255-265.
- Galat D.L. & Zweimuller I. (2001). Conserving large-river fishes: is the highway analogy an appropriate paradigm? *Journal of the North American Benthological Society*, 20, 266-279.
- Gallardo B., Garcia M., Cabezas A., Gonzalez E., Gonzalez M., Ciancarelli C. & Comin F.A. (2008). Macroinvertebrate patterns along environmental gradients and hydrological connectivity within a regulated river-floodplain. *Aquatic Sciences*, 70, 248-258.
- Gomi T., Sidle R.C., Bryant M.D. & Woodsmith R.D. (2001). The characteristics of woody debris and sediment distribution in headwater streams, southeastern Alaska. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 31, 1386-1399.
- Gorski K., De Leeuw J.J., Winter H.V., Vekhov D.A., Minin A.E., Buijse A.D. & Nagelkerke L.A.J. (2011). Fish recruitment in a large, temperate floodplain: the importance of annual flooding, temperature and habitat complexity. *Freshwater Biology*, 56, 2210-2225.
- Gorski K., Winter H.V., De Leeuw J.J., Minin A.E. & Nagelkerke L.A.J. (2010). Fish spawning in a large temperate floodplain: the role of flooding and temperature. *Freshwater Biology*, 55, 1509-1519.
- Gregory, S., K. Boyer, and A. Gurnell, editors. 2003. The ecology and management of wood in world rivers. Sympo-sium 37. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA.
- Hedges J.I., Mayorga E., Tsamakis E., McClain M.E., Aufdenkampe A., Quay P., Richey J.E., Benner R., Opsahl S., Black B., Pimentel T., Quintanilla J. & Maurice L. (2000). Organic matter in Bolivian tributaries of the Amazon River: A comparison to the lower mainstream. *Limnology and Oceanography*, 45, 1449-1466.
- Hein T., Baranyi C., Herndl G.J., Wanek W. & Schiemer F. (2003). Allochthonous and autochthonous particulate organic matter in floodplains of the River Danube: the importance of hydrological connectivity. *Freshwater Biology*, 48, 220-232.
- Hoeinghaus D.J., Winemiller K.O. & Agostinho A.A. (2007). Landscape-scale hydrologic characteristics differentiate patterns of carbon flow in large-river food webs. *Ecosystems*, 10, 1019-1033.
- Holland L.E. & Huston M.L. (1985). Distribution and food-habits of young-of-the year fishes in a backwater lake of the upper Mississippi river. *Journal of Freshwater Ecology*, 3, 81-91.
- Junk W.J., Bayley P.B. & Sparks R.E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. Dodge DP, Eds. In: *Proceedings of the international large rivers symposium*. Canadian Special Publication in Fisheries and Aquatic Sciences, 106, 110-127.
- Junk W.J., Wantzen K.M. (2004). The flood pulse concept: new aspects, approaches, and applications—an update. In *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*, Volume 2, Welcomme RL, Petr T (eds). Food and Agriculture Organization & Mekong River Commission. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. RAP Publication 2004/16; 117-149.
-

- Latterell J.J. & Naiman R.J. (2007). Sources and dynamics of large logs in a temperate floodplain river. *Ecological Applications*, 17, 1127-1141.
- Lewis W.M., Hamilton S.K., Rodriguez M.A., Saunders J.F. & Lasi M.A. (2001). Foodweb analysis of the Orinoco floodplain based on production estimates and stable isotope data. *Journal of the North American Benthological Society*, 20, 241-254.
- Lorenz C.M., Van Dijk G.M., Van Hattum A.G.M. & Cofino W.P. (1997). Concepts in river ecology: Implications for indicator development. *Regulated Rivers-Research & Management*, 13, 501-516.
- Medeiros E.S.F. & Arthington A.H. (2011). Allochthonous and autochthonous carbon sources for fish in floodplain lagoons of an Australian dryland river. *Environmental Biology of Fishes*, 90, 1-17.
- Nakano S., Miyasaka H. & Kuhara N. (1999). Terrestrial-aquatic linkages: Riparian arthropod inputs alter trophic cascades in a stream food web. *Ecology*, 80, 2435-2441.
- 森照貴. (2011). 陸水での群集生態学 (3) - 洪水パルス仮説 (上) -. 陸の水, 52, 11-20.
- Poizat G. & Crivelli A.J. (1997). Use of seasonally flooded marshes by fish in a Mediterranean wetland: Timing and demographic consequences. *Journal of Fish Biology*, 51, 106-119.
- Reeves G.H., Burnett K.M. & McGarry E.V. (2003). Sources of large wood in the main stem of a fourth-order watershed in coastal Oregon. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 33, 1363-1370.
- Sato T., Watanabe K., Kanaiwa M., Niizuma Y., Harada Y. & Lafferty K.D. (2011). Nematomorph parasites drive energy flow through a riparian ecosystem. *Ecology*, 92, 201-207.
- Stanford J.A., Ward J.V., Liss W.J., Frissell C.A., Williams R.N., Lichatowich J.A. & Coutant C.C. (1996). A general protocol for restoration of regulated rivers. *Regulated Rivers-Research & Management*, 12, 391-413.
- Tockner K., Malard F. & Ward J.V. (2000). An extension of the flood pulse concept. *Hydrological Processes*, 14, 2861-2883.
- Thomaz S.M., Bini L.M. & Bozelli R.L. (2007). Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia*, 579, 1-13.
- Thorp J.H. & Delong M.D. (1994). The riverine productivity model: an heuristic view of carbon-sources and organic-processing in large river ecosystems. *Oikos*, 70, 305-308.
- Urabe H. & Nakano S. (1998). Contribution of woody debris to trout habitat modification in small streams in secondary deciduous forest, northern Japan. *Ecological Research*, 13, 335-345.
- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R. & Cushing C.E. (1980). River continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 130-137.
- Ward J.V., Robinson C.T. & Tockner K. (2002) Applicability of ecological theory to riverine ecosystems. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 28, 443-450.
- Yarnell S.M., Mount J.F. & Larsen E.W. (2006). The influence of relative sediment supply on riverine habitat heterogeneity. *Geomorphology*, 80, 310-324.
- Yoshioka T., Wada E. & Hayashi H. (1994). A stable-isotope study on seasonal food-web dynamics in a eutrophic lake. *Ecology*, 75, 835-846.
- Yuma M., Hosoya K. & Nagata Y. (1998). Distribution of the freshwater fishes of Japan: an historical overview. *Environmental Biology of Fishes*, 52, 97-124.
-