

宮崎県耳川の大内原ダムが水生動物の分布に与える影響

誌名	宮崎県水産試験場研究報告 = Bulletin of the Miyazaki Prefectural Fisheries Experimental Station
ISSN	13445863
著者名	田口,智也 浜野,龍夫 井出,ゆかり 上脇,智加 竹下,直彦
発行元	宮崎県水産試験場
巻/号	10号
掲載ページ	p. 1-7
発行年月	2006年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



宮崎県耳川の大内原ダムが水生動物の分布に与える影響

田口智也・浜野龍夫・井出ゆかり・上脇智加・竹下直彦

The Influence of the Ouchibaru Dam on the Distribution of Aquatic Animals in the Mimi River, Miyazaki, Japan

Tomoya Taguchi¹, Tatsuo Hamano², Yukari Ide², Chika Uewaki², and Naohiko Takeshita²

Abstract

Samplings of decapod crustaceans and fishes were conducted in the Mimi River to estimate the influence of the Ouchibaru Dam having no fishway on the distribution of these animals. Six decapods and 17 fishes were collected. Five decapods and 9 fishes of them were diadromous species. The present fauna can not be compared directly with the fauna before the dam construction because of the absence of comparable studies. Comparing the species composition from respective sampling station, however, the influence of the dam on their distributions can be estimated as follows: (1) Species could no longer get by the dam into their former habitats - *Paratya compressa* (the southern group), *Macrobrachium japonicum*, *M. formosense*, *Plecoglossus altivelis altivelis*, *Anguilla japonica*, *Rhinogobius* sp. CB, *R.* sp. LD, *Chaenogobius* sp. 2, *Tridentiger brevispinis*, *Sicyopterus japonicus*, and *Cottus kazika*. (2) Species could reach the dam lake but stopped migrating upstream into its former habitat - *Eriocheir japonica*. (3) Species could migrate upstream over dam and dam lake - *Caridina japonica*. (4) Species had an expansion of distribution because of the still water environment in the dam lake - *Rhinogobius* sp. OR, *Zacco platypus*, and *Cobitis matsubarae*. In *E. japonica* and *C. japonica*, their population density seems to have decreased after the completion of dam.

宮崎県の河川のほとんどは、九州南部の脊梁山脈を分水嶺として、東に流れ日向灘に注いでいる。規模の大きな河川には水力発電のためのダムが建設され、さらに気象や地形的条件から洪水が起こりやすいため、河川改修が頻繁に行われてきた。これらの人為的な河川構造物は、少なからず水生動物の分布に影響を及ぼしていると考えられる。中でも、耳川は、流域面積約 892km²、流路延長約 100km に及ぶ二級河川で、県下有数の電源開発地帯として注目され、現在までに 8ヶ所に水力発電のためのダムが建設されてきた。¹⁾ このダムのうち、最下流にある大内原ダムには魚道が設置されていないため、海と川を回遊する生活型（通し回遊型）を持つ種の移動経路が寸断され、ダムの上下で河川生態系が異なるものになっていると考えられる。

通し回遊型の生活史を持つ種類は、十脚甲殻類（エビ・カニ類）ではヌマエビ科 Atyidae やテナガエビ科 Palaemonidae のエビ類の他に、産業有用種であるモクズガニ *Eriocheir japonica* が含まれる。魚類では重要な内水面漁業対象種であるアユ *Plecoglossus altivelis altivelis* やウナギ *Anguilla japonica* の他に、底生魚類のヨシノボリ類 *Rhinogobius* spp.などがそうである。通し回遊型の動物のうち、十脚甲殻類の全て、ウナギ、カマキリ（アユカケ）*Cottus kazika*、ボウズハゼ *Sicyopterus japonicus* 等は、河口域あるいは海域までたどりつかなければ再生産をすることは不可能だが、他の通し回遊型魚類の多くは淡水中でも再生産が可能である。しかしながら個体群は衰退することが多い。

宮崎県の淡水魚類については、岩槻²⁾がとりまと

*1 宮崎県水産試験場増養殖部小林分場 〒 886-0005 小林市大字南西方字出之山 1091 番地

*2 独立行政法人 水産大学校生物生産学科 〒 759-6595 下関市永田本町 2-7-1

めており, それによれば移入魚を含めて, 合計 21 科 54 種が確認されている。また, 山根³⁾は 28 科 69 種を報告している。一方, 十脚甲殻類を扱った調査報告書としては, テナガエビ類が混同されて扱われているものが散見されるだけで, 精度の高い報告は認められない。しかし, 黒潮が接岸する地域には通し回遊性の十脚甲殻類が多く生息することから,⁴⁾ そのような地理的特性を持つ宮崎県にも十脚甲殻類が多く分布すると期待される。

我々は, 耳川にある大内原ダム付近で動物を採集して分布実態を解析し, 同ダムの影響について検討した。

材料と方法

調査河川とダムの概要 大内原ダムは, 宮崎県の二級河川である耳川の河口から約 30km 上流に位置し, 堤高 25.5m, 堤頂長 152.6m の発電用のコンクリート重力式ダムで, 総貯水量は 7,488,000m³ である。このダムには有効落差 16.20m, 最大出力 16,000kw のダム式発電所がダムの右岸側に併設されている。⁵⁾ 大内原ダムには魚道は設置されていないが, 大内原ダムの上流に位置する西郷ダムと山須原ダムには, 階段式魚道が設置されている。しかし, さらにその上流にある塚原ダムには魚道は設置されていない (図 1, 2)。

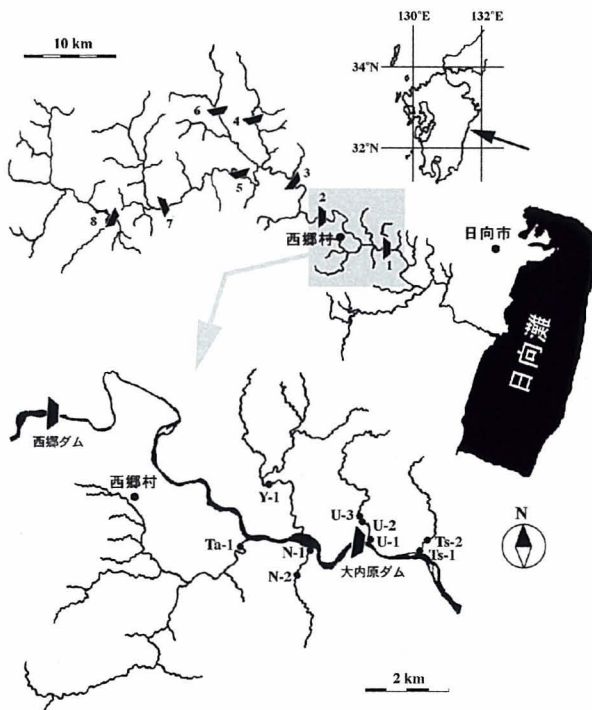


図 1 宮崎県耳川および調査地点

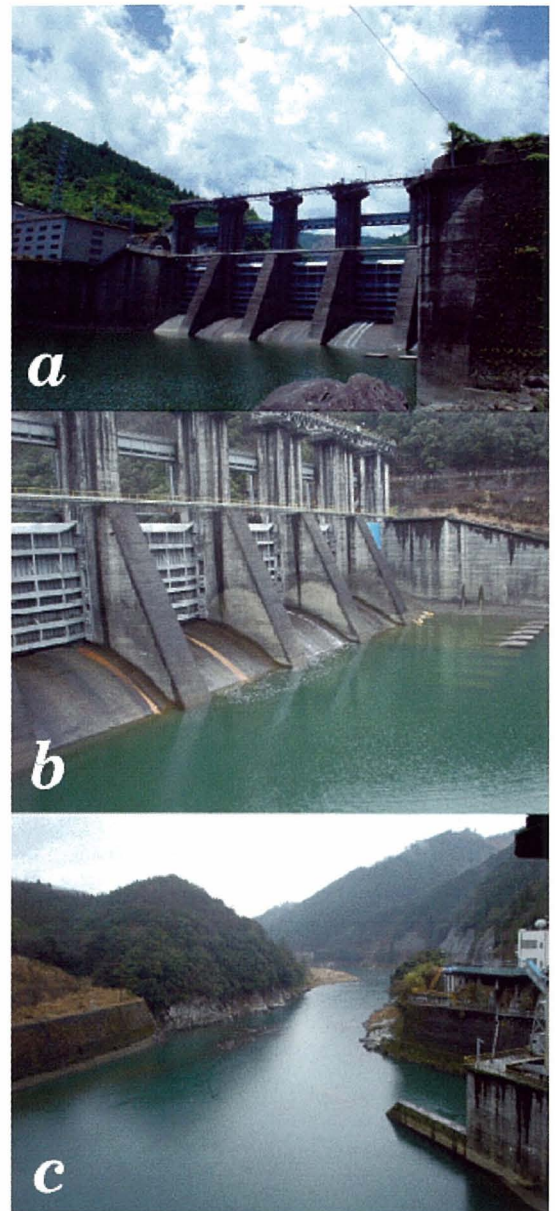


図 2 大内原ダム

a 左岸より撮影 b 右岸より撮影 c ダムサイトより下流を望む

採集方法 採集は 2004 年 7 月 16 日と 7 月 17 日の日中に行った。各地点における採集所要時間は 30 分。原則として 4 名で行い, 方形たも網 (縦 280mm × 横 480mm, 網目 3mm), 投網 (目合: 24 節, 裾回り 10.8m), 電気漁具 (フィッシュショッカーⅢ・出力電力 800v/400v) を用いた。また, 時間内で 2 名が潜水して, 円形たも網 (直径 110mm, 網目 6mm) や円形の手網 (直径 70cm, 網目 6mm) を用いて動物を採集し, 同時に目視観察も行った。採集した動物は 10%ホルマリンで固定して研究室に持ち帰り, 十脚甲殻類は浜野ら⁴⁾, 魚類は中坊編⁶⁾によって種を同定し, 回遊型 (通し回遊型・非通し回遊型) を判断した。

調査地点の環境 調査地点は、大内原ダムの下流に注ぎ込む2つの支流に5地点、上流に注ぎ込む3つの支流に4地点を設定した。支流と本流の接合部で計測すると、最も離れた支流間でもダムを挟んで3.8kmの距離にあり、お互いに近い。このように調査地点を近い距離にある支流に設定したのは、「ダム上流に流れ込む支流には、ダム建設前には、現在のダム下流に流れ込む支流と同様な動物群集が存在した」と仮定⁷⁾して結果を分析するためである。説明文中のダムからの距離は、大内原ダム堤からその地点までの流程に沿った距離とした。調査地点の河川形態型は水野・御勢を参考にした。⁸⁾

St. Ts-1 (図 3-a) : つちどや川。ダムから下流へ 1,130m の地点。Aa-Bb 移行型。本流への合流部で、川岸には植物が茂り、河床は泥、砂礫、礫からなる。水温 24.0 °C。

St. Ts-2 (図 3-b) : つちどや川。ダムから下流へ 1,280m の地点。Aa 型。川幅は 3.5m。木々に覆われて川面は日陰になっている。河床は砂礫と 10 ~ 80cm の礫からなり、所々に大きい岩がある。水温 21.4 °C。

St. U-1 (図 3-c) : 鶺の木谷 (うのきだに) 川。ダムから下流へ 60m の地点。Aa 型。本流への合流部で、川幅は 5m。川岸には岩盤が露出している。河床は岩盤の上に礫と巨大な岩が重なりあっている。水温 22.2 °C。

St. U-2 (図 3-d) , U-3 : 鶺の木谷川。ダムから下流へ 400m の地点。Aa 型。この 2 地点は幅 13m、堤高 2.4m の 1/3 勾配のコンクリート堰の下の淵 (U-2) と上の淵 (U-3) である。U-2 は堰から 15m 下流までの砂礫底の淵で、U-3 は木で覆われて日陰になっている。河床は礫。いずれも水深は 1m 程度。水温はそれぞれ 22.2 °C, 21.5 °C。

St. N-1 (図 3-e) : 西の八峡 (にしのやかい) 川。ダムから上流へ 1,480m の地点。Aa-Bb 移行型。支流と本流の接合部付近で、この地点の上流に採石場がある。川幅は 4m。川岸は本流にかけて小さな礫が広がっているが、橋が架かっているため、一部がコンクリート護岸になっている。河床は 5 ~ 35cm の礫で、一部は

砂質。水温 23.5 °C。

St. N-2 (図 3-f) : 西の八峡川。ダムから上流へ 2,050m の地点。Aa 型。木で覆われて日陰になっている。川幅は 4m で、川岸は 10 ~ 25cm の礫、河床は 50 ~ 200cm の礫からなる。岩盤が張り出し、所々に大きな落差がある。水温 20.3 °C。

St. Y-1 (図 3-g) : 八峡 (やかい) 川。ダムから上流へ 3,380m の地点。Aa-Bb 移行型。川幅は 6.5m で、川岸には岩盤が露出している。河床は砂礫と 30 ~ 150cm の礫からなる。25.3 °C。

St. Ta-1 (図 3-h) : 田代 (たしろ) 川。ダムから上流へ 2,900m の地点。Bb 型。川幅 20m で、川岸には植物が茂っている。河床は砂と砂礫で、左岸側は水深 2 m 程度の淵になっている。水温 26.6 °C。

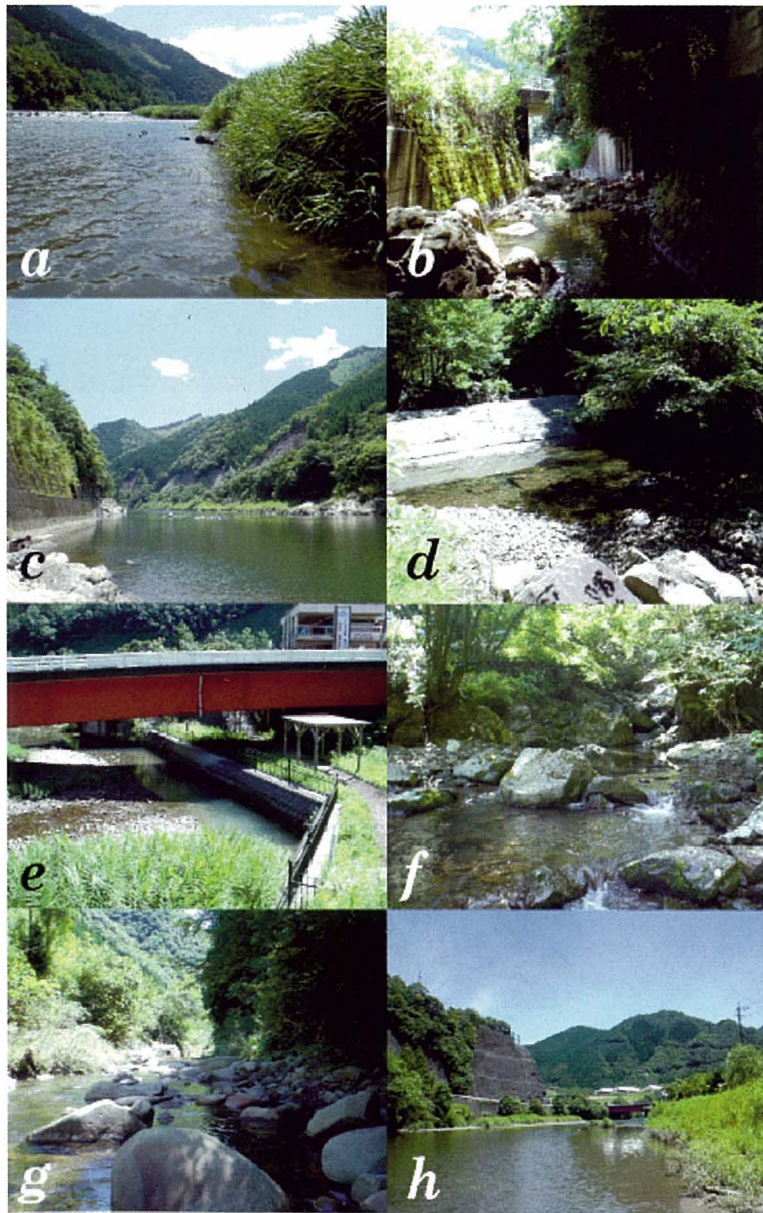


図 3 調査地点の環境 a:Ts-1 b:Ts-2 c:U-1 d:U-2 e:N-1 f:N-2 g:Y-1 h:Ta-1

結果

十脚甲殻類 本調査では、十脚甲殻類は合計4科6種の生息が確認された(表1)。内訳は、エビ類が、ヌマエビ(南部群) *Paratya compressa* (the southern group) (図4-a)、ヤマトヌマエビ *Caridina japonica*、ヒラテテナガエビ *Macrobrachium japonicum* (図4-b)、ミナミテナガエビ *M. formosense* (図4-c) の4種で、カニ類がモクズガニ(図4-d)とサワガニ *Geothelphusa dehaani* の2種であった。サワガニを除いた残り5種は通し回遊種で、ダム下流の調査地点で多く採集された。

これらの動物種は、徳島県⁹⁾、長崎県⁹⁾、鹿児島県¹⁰⁾の河川でも認められるが、一方で感潮域のすぐ上流に棲息するヒメヌマエビ *C. serratirostris*⁹⁾等は採集されておらず、西日本の黒潮が接岸する海岸に注ぎ込む一般的な河川の、中流から上流の種類相を呈している。

魚類 魚類は7科17種の生息が確認された(表1)。カワムツ *Zacco temminckii* やタカハヤ *Phoxinus oxycephalus* は調査地点の多くで採集された。底質が砂であった場所にはカマツカ *Pseudogobio esocinus esocinus* が分布していた。

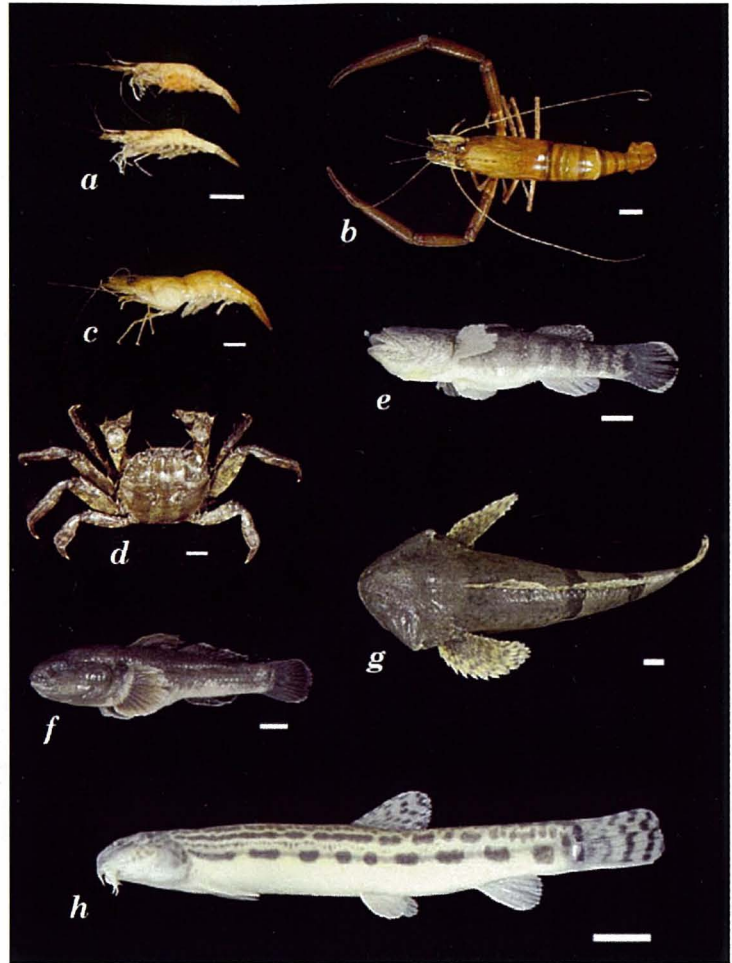


図4 調査により採集された主な種類(図中のスケールは1cm)
 aヌマエビ(南部群) bヒラテテナガエビ cミナミテナガエビ dモクズガニ
 eスミウキゴリ fヌマチチブ gカマキリ hヤマトシマドジョウ

表1. 大内原ダム付近で採取された十脚甲殻類と魚類の個体数

科名	標準和名	学名	合計	ダムより下流					ダムより上流					
				Ts-1	Ts-2	U-1	U-2	U-3	N-1	N-2	Y-1	Ta-1		
十脚甲殻類	ヌマエビ科	ヌマエビ(南部群)	<i>Paratya compressa</i> (the southern group)	28	19	1	-	5	5	-	-	-	-	
		ヤマトヌマエビ	<i>Caridina japonica</i>	19	-	3	-	-	8	-	8	-	-	
	テナガエビ科	ヒラテテナガエビ	<i>Macrobrachium japonicum</i>	25	-	9	2	6	8	-	-	-	-	
		ミナミテナガエビ	<i>Macrobrachium formosense</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	サワガニ科	サワガニ	<i>Geothelphusa dehaani</i>	17	-	4	-	4	1	1	5	2	-	
	イワガニ科	モクズガニ	<i>Eriocheir japonica</i>	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	
魚類	サケ科	ヤマメ	<i>Oncorhynchus masou masou</i>	1	-	-	-	0	1	-	-	-	-	
	アユ科	アユ	<i>Plecoglossu altivelis altivelis</i>	7	0	4	-	2	1	0	-	-	0	
	コイ科	カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>	7	-	-	-	-	-	-	1	-	6	0
		ウグイ	<i>Tribolodon hakonensis</i>	5	0	-	-	-	-	-	-	-	5	0
		タカハヤ	<i>Phoxinus oxycephalus jouyi</i>	18	-	2	-	5	1	3	6	1	-	
		オイカワ	<i>Zacco platypus</i>	7	-	-	-	-	-	7	-	-	0	
		カワムツ	<i>Zacco temminckii</i>	56	0	9	1	3	-	17	6	20	0	
		コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	
	ドジョウ科	ヤマトシマドジョウ	<i>Cobitis matsubarae</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
	ウナギ科	ウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	8	-	-	-	0	-	6	-	2	0	
	ハゼ科	トウヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. OR	11	-	-	-	-	-	7	-	4	0	
		シマヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. CB	-	0	-	0	0	0	-	-	-	-	
		オオヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. LD	23	-	6	0	8	9	-	-	-	-	
		スミウキゴリ	<i>Chaenogobius</i> sp. 2	8	-	4	0	4	0	-	-	-	-	
		ヌマチチブ	<i>Tridentiger brevispinis</i>	2	1	1	0	-	-	-	-	-	-	
		ボウズハゼ	<i>Sicyopterus japonicus</i>	-	0	-	0	0	0	-	-	-	-	
	カジカ科	カマキリ(アユカケ)	<i>Cottus kazika</i>	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	

○: 目視観察により生息を確認。

アユやウナギはダムの上流下流で放流が行われているため、ダム下流で確認された個体が天然遡上か否かは不明である。通し回遊種であるオオヨシノボリ *Rhinogobius* sp.LD, スミウキゴリ *Chaenogobius* sp.2 (図 4-e), スマチチブ *Tridentiger brevispinis* (図 4-f), ボウズハゼ等は、ダムより下流の地点で採集、観察された。ダム下流の St.Ts-1 の本流との接合部で採集されたカマキリ (図 4-g) も通し回遊種である。本調査において St.Ta-1 で採集された 3 個体のヤマトシマドジョウ *Cobitis matsubarae* (図 4-h) は、耳川水系では初めて生息が確認された種類である。

考 察

生息が確認された十脚甲殻類と魚類を、ダムより下流の地点と上流の地点に分けて整理し、生活型から通し回遊種と非通し回遊種を識別して、分布を比較した (表 2)。

その結果、通し回遊型の十脚甲殻類のうち、ダムより上流に分布している種はヤマトヌマエビ 1 種だけで、他の 4 種 (ヌマエビ, ヒラテテナガエビ, ミナミテナガエビ, モクズガニ) はダムに遡上を阻まれている。ヤマトヌマエビは河川の最上流域に生息し、幼生は海水濃度が 50 % 以上 (体積) なければ稚エビに変態できない。¹¹⁾ 孵化後に川を流下したゾエア幼生は海域に達して発育し、約 1 カ月かけて稚エビに変態した後、夏から秋の夜間に川に遡上し、岩の壁面では水のしたたり落ちるところを選んでよじ登る。¹²⁾ その遡上能力はヌマエビ (南部群) やヒラテテナガエビより強いことが知られているので、¹³⁾ ダムの壁面や発電所内の水路壁面等を登って上流へ遡上したと考えられる。モクズガニはエビより強い遡上能力があることが知られている。¹⁴⁾ 本調査時にも、大内原ダム横の発電所を通り抜けた時に、発電所各所において、川からコンクリート壁面を上がって迷入して死亡していた未成年ガニを多く見ることができたことから、ダムより上流へ遡上する個体がいることは間違いなからう。その多くはダム湖内に留まっているため、上流の支流へは遡上しないのであろう。長崎県雪浦川でも、ヤマトヌマエビとモクズガニが、魚道の無いダムを越えて遡上し、モクズガニはダム湖内に留まるが、ヤマトヌマエビはさらに上流へ遡上する事が報告されている。⁷⁾

通し回遊型の魚類は、ダムより下流の地点で 8 種が採集できたが、ダムより上流の地点ではアユ、ウ

ナギ、トウヨシノボリ *Rhinogobius* sp.OR の 3 種しか認められなかった。このうち、アユとウナギは地元漁協が放流した個体と思われる。また、トウヨシノボリは、ダムによって陸封されたものではなからうか。本種がダム下流側で採集されなかったのは、勾配が極端に弱い流域に生息するという特性を持っているため、¹⁵⁾ 調査した下流側が生息に適した場所ではなかったことによるかもしれない。ダムより下流で採捕されたカマキリは日本固有種であり、宮崎県版レッドデータブックで準絶滅危惧種に指定されている。夏場は、河川の中流域に生息しているが、秋から冬にかけて繁殖のために川を下る。ふ化仔魚は沿岸域で浮遊生活を経た後、再び川を遡上する。¹⁶⁾ 水槽実験から塩分 10ppt 以上で繁殖が可能で、ふ化仔魚の分布状態から主産卵場は塩分 30ppt 以上の水域と考えられており、島根県江の川河口では、河口に隣接する江津港内の岩礁地帯で卵塊を保護している雄成魚が観察されている。¹⁷⁾ 冬期、耳川河口域におけるシラスウナギ漁業の際に仔魚が混獲される (竹下未発表) ことから、耳川では美々津港内及び周辺の岩礁域で産卵しているものと考えられる。

非通し回遊型の十脚甲殻類と魚類は 9 種が確認されており、ダムより下流の地点では 6 種、ダムより上流の地点では 8 種が確認された。通し回遊型と比べ、ダムの下流側と上流側で共通して観察された種の割合は大きい。カマツカ、オイカワ *Zacco platypus* やヤマトシマドジョウはダム上流側でのみ確認された。これは、ダム湖ができたことによって、流れが緩やかになり、砂泥が堆積し、それらの生息に適した環境が増えていることを示唆している。特にヤマトシマドジョウについては、先にも述べたように耳川水系では初めて生息が確認された。これまでの報告では、1967 年に川内川で採捕された記録 (山根はタイリクシマドジョウとしている) があり、^{16, 19)} その後 1990 年代に入り大淀川水系の数河川で確認されているのみである。宮崎県版レッドデータブックにも情報不足種として記載されており、¹⁰⁾ 今回の調査結果から生息域を拡大していることも考えられ、今後、他の河川についても分布調査を行う必要があるものと思われる。

ダム湖より上流の流水域に生息する魚類については、それが淡水域で再生産する魚種の場合でも、ダム湖が障壁として働くことで、流入河川間の交流がなくなり生息地が分断されて、それぞれの場所で絶滅しやすくなるとの懸念がある。¹⁸⁾

以上の結果・考察から、大内原ダムによって水生動物が受けている影響を次のように大別した。(1) ダムによって上流へ遡上できなくなった種：ヌマエビ(南部群)、ヒラテテナガエビ、ミナミテナガエビ、アユ、ウナギ、シマヨシノボリ、オオヨシノボリ、スミウキゴリ、ヌマチチブ、ボウズハゼ、カマキリ。

(2) ダムを越えて遡上するがダム湖より上流へ遡上しなくなった種：モクズガニ。(3) ダムを越え、河川上流へ遡上する種：ヤマトヌマエビ。(4) ダム湖ができたことによって止水的環境が広がり分布域を拡大した種：トウヨシノボリ、カマツカ、オイカワ、ヤマトシマドジョウ。(2) や (3) の場合もダムが障壁となって上流部の個体数は減少していると考えられる。

ダムによって遡上が阻まれている動物を上流へ誘導するには、魚道などによってバイパスを作ることが現実的な方法である。大内原ダムには魚道は設置されていないが、大内原ダムの上流に位置する西郷ダムと山須原ダムには、階段式魚道が設置されている。そのため、大内原ダムに機能的な魚道を設置することができれば、山須原ダムの上流にあり魚道が未設置の塚原ダムの直下までの本流 30 km と、その区間に注ぎ込むすべての支流を、通し回遊型の動物のビオトープとして復活できる可能性がある。

謝 辞

調査にご協力いただいた宮崎県内水面漁業協同組合連合会の甲斐文彦会長や黒木克紀専務ほか地元組合の皆様、西郷村役場の皆様、水産大学校生物生産学科水産動物学研究室の皆様、九州電力株式会社に、深くお礼申し上げます。

表2. 大内原ダム付近の十脚甲殻類と魚類の生活型による分布の比較.

生活型	標準和名	大内原ダムより下流の地点	大内原ダムより上流の地点	
通し回遊型	十脚甲殻類	ヌマエビ(南部群)	○	
		ヤマトヌマエビ	○	○
		ヒラテテナガエビ	○	-
		ミナミテナガエビ	○	-
		モクズガニ	○	-
	魚類	アユ	○	○*
		ウナギ	○	○*
		トウヨシノボリ	-	○
		シマヨシノボリ	○	-
		オオヨシノボリ	○	-
		スミウキゴリ	○	-
		ヌマチチブ	○	-
		ボウズハゼ	○	-
		アユカケ	○	-
非通し回遊型	十脚甲殻類	サワガニ	○	
	魚類	ヤマメ	○	-
		カマツカ	-	○
		ウグイ	○	○
		タカハヤ	○	○
		オイカワ	-	○
		カワムツ	○	○
		コイ	○	○
		ヤマトシマドジョウ	-	○

*:放流種.

文 献

- 1) 宮崎県土木部河川課河川係, 宮崎県日向土木事務所河川係: 耳川百科, 宮崎県土木部, 宮崎, 2001, 81 pp.
- 2) 岩槻幸雄: 宮崎県における淡水魚リスト., 宮崎大学学内共同研究報告書, 99-102 (1999)
- 3) 山根伸一: 宮崎県の淡水魚. 宮崎大学公開講座資料 2000, 4pp.
- 4) 浜野龍夫, 鎌田正幸, 田辺 力: 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 (2000)
- 5) 九州電力株式会社宮崎支店土木建築グループ: 宮崎の水力発電, 九州電力株式会社宮崎支店, 宮崎, 2002, 2pp.
- 6) 中坊徹次編: 日本産魚類検索全種の同定, 第二版, 東海大学出版会, 東京, 2000, 1818pp.
- 7) 三矢泰彦, 浜野龍夫: 魚道のないダムが十脚甲殻類の流程分布に与える影響. 日水誌, 54, 429-435 (1988)
- 8) 水野信彦, 御勢久右衛門: 河川の生態学 (補訂版), 築地書館, 東京, 1993, 247pp.
- 9) 中原泰彦: 長崎県およびその近郊に淡水エビ類 (ヌマエビ類・テナガエビ類) の分布. 長崎大学大学院水産学研究科 1994 年度修士論文. 1994, pp.96-125.
- 10) Suzuki H, Tanigawa N, Nagatomo T, and Tsuda E: Distribution of freshwater caridean shrimps and prawns (Styidae and Palaemonidae) from southern Kyushu and adjacent islands, Kagoshima Prefecture, Japan, Crustacen Research, 22, 55-64 (1993)
- 11) Hayashi K, Hamano T: The complete larval development of *Caridina japonica* De Man (Decapoda, Caridea, Atyidae) reared in the laboratory, Zoological Science, 1, 571-589 (1984)
- 12) 浜野龍夫, 林 健一: 徳島県志和岐川に遡上するヤマトヌマエビの生態. 甲殻類の研究, 21, 1-13 (1992)
- 13) 浜野龍夫, 吉見圭一郎, 林 健一, 柿元 皓, 諸喜田茂充: 淡水産 (両側回遊性) エビ類のための魚道に関する実験的研究. 日水誌, 61, 171-178 (1995)
- 14) 浜野龍夫, 勝俣亮介, 三矢泰彦, 安田陽一: モクズガニ遡上魚道に関する実験的研究. 水産増殖, 50, 143-148 (2002)
- 15) 川那部浩哉, 水野信彦 (編・監修): 日本の淡水魚, 山と溪谷社, 東京, 1989, 719pp.
- 16) 平野克己: 魚類, 「宮崎県版レッドデータブック 宮崎県の保護上重要な野生生物」 鉾脈社, 宮崎, 2000, pp.260-264.
- 17) Takeshita N, Onikurta N, Matsui S, and Kimura S: A note on the reproductive ecology of the catadromous fourspine sculpin, *Cottus kazika* (Scorpaeniformes: Cottidae), Ichthyological Research, 46, 309-313 (1999)
- 18) 森 誠一: ダム構造物と魚類の生活. 応用生態工学, 2, 165-177 (1999)
- 19) 山根伸一: 霧島山系産淡水魚類目録, 霧島山総合調査報告書, 1969, pp.228-236.
- 20) 中村俊六: 魚道のはなし. 山海堂, 東京, 1995, 225 pp.
- 21) 浜野龍夫, 三矢泰彦, 石崎勝義: 河川横断工作物がエビ・カニ類に及ぼす影響とその個体群の復元について. 河川技術に関する論文集, 4, 183-188 (1998)