

河川改修が生物生息空間及び魚類相に与えた影響

—鬼怒川支川の田川を例にとって—

1. まえがき

日本において生物の生息に配慮した河川改修が本格的に開始されたのは、1990年11月6日建設省河川局より「多自然型川づくり」の推進が提唱された以降である。しかしながら、現在はまだ試行錯誤の段階であり、その計画手法、工事方法についての技術は、十分に確立されていないのが現状である。

本報告は、実際の河川改修により生物生息環境の変化が激しい中小河川を対象に、河川改修前後の生物生息空間と魚類の変化を具体的に調査した事例である。

調査は、流域面積252km²、幹線延長64km、低水流量約2m³/s/100km²と比較的流量が豊富な田川（鬼怒川の支川）で行い、対象とした区間は、田川の中流部にあたり河床勾配約1/150、水質はBODが1.5～2ppm程度と良好な河川である。

田川では数年間に圃場整備と合わせて河道整備が急速に進み、改修は疎通能力の増大、河岸の強化を目的として、イ) 河道の直線化、ロ) 川幅の拡幅と河床掘削、ハ) 護岸の設置、ニ) 河床の敷均しが行われた。河川改修前後の状況を写真を示す。

調査は、鬼怒川合流点より上流の28km～36km地点の、改修前の調査データのある図一1のショートカットの区間について、1990年より調査を開始した。ショートカットは、1990年11月に概成し、改修前の延長が1250mあったものが改修後は800mに短縮された。川幅は約1.5倍に広がり、河岸は最初は土羽だったものが、左岸のみ1992年3月にコンクリートブロックが施工された。



改修前



改修後

2. 改修前後における魚類相の変化とその要因

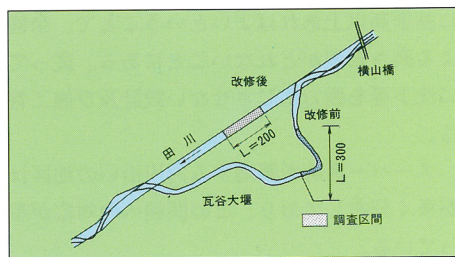
2.1 改修前後における魚類相の変化

魚類の採捕は投網、たも網を用いて行った。改修前後における採捕魚種・採捕尾数の変化を遊泳魚、底生魚、放流

魚にわけて表一1に示す。

改修前に採捕された魚種は遊泳魚5種、底生魚7種、放流魚4種で、その内、河川改修後まったく採捕されなかった魚種は、底生魚ではナマズ、ホトケドジョウ、スナヤツメである。そのほか採捕されてはいるが明らかに減少している魚種は、遊泳魚のフナ、底生魚のシマドジョウ、ドジョウであり、遊泳魚のオイカワはやや増加傾向にあり、放流魚は、毎年放流しているためあまり変化がないようである

この様に河川改修後は、オイカワを除く遊泳魚及び底生魚に関して、生息種、生息量とも減少している。



図一1 調査区間の概要

表一1 採捕魚種、採捕尾一覧表

魚種名	改 修 前			改 修 後			
	1990 7	1990 9	1990 11	1991 1	1991 6	1992 7	1992 11
遊 泳 魚	フナ 8	7	14			1	
	オイカワ	4	8	1	3		37
	アブラハヤ	1	1	1		1	
	タモロコ	33	19	405	2	15	6
	モツゴ		2			1	
底 生 魚	カマツカ	3	1	35		4	1
	スナヤツメ			20			
	ナマズ		4	2			
	シマドジョウ	22	95	22			1
	ホトケドジョウ	12	17	18			
	ドジョウ	20	25	50	4	2	
	ヨシノボリ		2			5	1
放 流 魚	ヤマメ			1			
	アユ	2				3	4
	ウグイ	11	8	238	48	48	89
	コイ		1	36	1		1
合計魚種数	8	13	13	6	7	9	4
採捕合計尾	111	186	850	57	80	105	92
放流魚割合(%)	12	5	32	86	64	90	57

(注) 1990.11の調査は河道のつけ替えによるかい掘調査である。

表一2 改修前後の空間の変化

区 分	分 類	改 修 前	改 修 後
底 質	泥・砂質帯沈み	26%	0%
	石	26%	42%
	浮き石	48%	0%
	軟岩帯	0%	58%
河 岸	土羽	5%	35%
	砂州	22%	0%
	河岸植生帯	73%	数%
	空隙のある護岸	43%	3%
	空隙のない護岸	15%	62%
流 れ	淵	24%	0%
	平瀬	20%	99%
	早瀬	37%	0%
	淀み	19%	1%

表—3 環境要素の増減と採捕魚類の変化

	底質の状況			河岸の状況			流れの状況				生息量の変 化
	泥・砂	沈み石	浮き石	植物	空隙有	空隙無	淵	平瀬	早瀬	淀み	
環境要素の増減	↘	↗	↘	↘	↘	↗	↘	↗	↘	↘	
遊泳魚				○			○			○ □	↘
フナ				○			○			○ □	↘
オイカワ		○					○	○			↗
タモロコ				○						○	↘
スナヤツメ	○									○	↘
底生魚				○	○					○	↘
ナマズ	○			○	○					○	↘
シマドジョウ	○			○			○	○		○	↘
ホトケドジョウ	○			○						○	↘
ドジョウ	○	○	○	○						○	↘
ヨシノボリ		○	○	□				○	○		↘

凡例 ↗：環境要素及び魚の生息量の増加を示す ○：文献による生息場所
 ↘： // 減少を示す □：採捕した場所
 ◎：文献・採捕の両方で確認したもの

2.2 変化の要因

魚類相が変化した要因を魚類の生息空間との関連から分析するために、魚類の生息空間として特に重要と考えられる底質、河岸、流れの状況を分類し、河川改修における生息空間の変化を表—2にまとめた。

底質の状況を泥・砂質帯、沈み石帯、浮き石帯、軟岩帯に分類する。改修前26%あった泥・砂質帯が改修後全くなり、改修前になかった軟岩帯が露出し、底質全体の約60%となった。

河岸の状況を土羽、砂州、河岸植生帯、空隙のある護岸(植物の生息に関係無く、連節ブロック、蛇籠)、空隙のない護岸(コンクリートブロック護岸、練石護岸)に分類し、全河岸延長からそれぞれの割合を求めた。重複している部があるため合計は100%にはなっていないものもある。改修前は河岸植物帯が全河岸の73%を占め、空隙のある護岸が43%を占め、河岸植物帯はツルヨシ、ミゾソバが優占する植物で構成されていた。改修後は、土羽の区間が増えているにもかかわらず、河岸植物帯はほとんどなく、空隙のない護岸が全延長の60%を占めるようになっている。

流れの状況は景観的な視点から早瀬、平瀬、淵、淀みに分類する¹⁾。淵は湾曲部の外岸側にある深掘れ部では、水面はおだやかであり、早瀬は淵の上流に位置し流れが速く、水面は白く波だっている。平瀬は淵の下流に位置し、水面にはしわの様な波が見られる。淀みは、河岸の入り組み部や湾曲部の内岸側に見られ、流れは遅く淀んだ区域をさす。

改修前にあった淵24%、淀み19%は、改修後河道が直線化されたこともあり、淵がなくなり、淀みも1%となった。また早瀬と平瀬の区分が明確でなくなり、河道全体が平瀬化している。

日本の代表的な淡水魚類図鑑²⁾に基づき、田川で見られ

た魚種の生息場を、上記の生息空間の分類に従って整理したのが表—3である。この表から、それぞれの魚種に必要な生息空間の増減は当該魚種の生息量が増加する方向と概ね一致することが解る。

この結果を元に、河川改修前後で採捕魚種が変化した要因を次の4つの生息空間の変化にまとめることができる。

①泥・砂質帯の減少

ドジョウ類、スナヤツメ、ナマズなどの底生魚が影響

②河岸植物帯の減少

生息場としていたフナ、タモロコ、産卵場としていたドジョウ類が影響

③淀みの減少

ドジョウ類、ナマズ、遊泳力の弱いタモロコ等が影響

④平瀬の増大

生息場、産卵場としていたオイカワはプラスの影響

3. 河川改修が生物生息空間に及ぼす影響

3.1 4つの生息空間の関係性

図—2は、改修前の底質、河岸、流れの状況の平面図を示す。この図から、淀みには泥・砂質帯が、平瀬には沈み石帯が、早瀬には浮き石帯がそれぞれ対応していることが解る。淵ではその規模により河床材料が異なっており、規模が大きい淵では、砂、泥といった細粒分が多くなっている。この様に、平瀬、早瀬、淵、淀みといった4種類の生息空間はそれぞれ特定の底質と関連している。

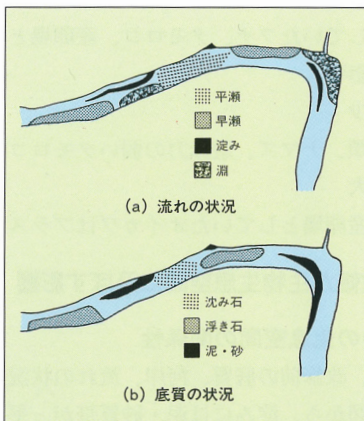
河岸植物帯は泥・砂質が堆積した水際部に植物が繁茂している場合と河岸法面に繁茂している場合に分類できる。その内、魚類にとっては水際の河岸植物帯がより重要と言える。

早瀬、平瀬、淵、淀みといった流れの状況と底質とはほ

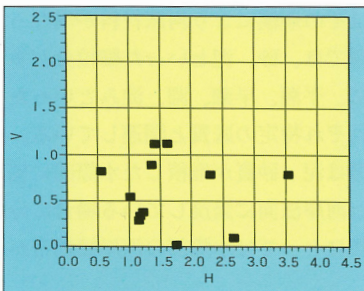
ほ一對一の関係が認められる他、河岸植物帯は泥・砂質帯と関係がある。従って、4つの生息空間の変化は、流れの状況の変化のみから説明できる。特に淀みの減少は、泥・砂質帯及び河岸植生帯の減少を引き起こし、生物相に与える影響は大きい。

次に流れの状況と平水時の水深、流速との関連を無次元流速、無次元水深で示したのが図一3～6である。この図から、①淵は無次元流速が概ね平均値以下であり、無次元水深は取り得る幅が広い。②淀みは流速はほぼゼロであり、水深も小さい。③早瀬は無次元流速は幅広く分布するが、水深はほぼ平均値以下となっている。④平瀬は無次元水深、無次元流速ともほぼ平均値の周辺に分布しており、その取り得る流速、水深の範囲は狭い。

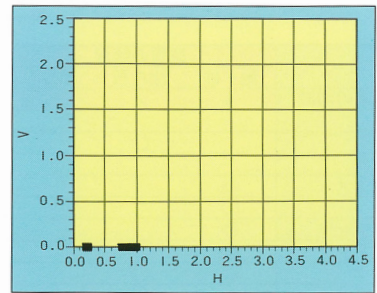
以上の様に、早瀬、淀みの減少、平瀬の増大は、河川において流速、水深が取り得る範囲を極めて狭いものにしてしまうことが解る。



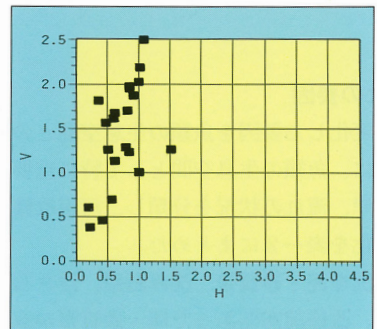
図一2 改修前の流れの状況、底質の状況



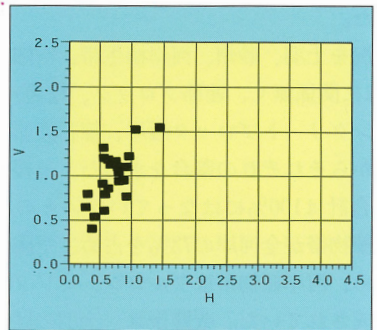
図一3 淵の無次元流速、無次元水深の分布



図一4 淀みの無次元流速、無次元水深の分布



図一5 早瀬の無次元流速、無次元水深



図一6 平瀬の無次元流速、無次元水深

3.2 河道の拡幅が生息空間に与える影響

河道の拡幅による水理量の変化を、河川改修前後とも測定した河床材料（粒径： $d_{60}=0.08$ (m)）と、0.03と仮定した粗度係数で算定してみる。

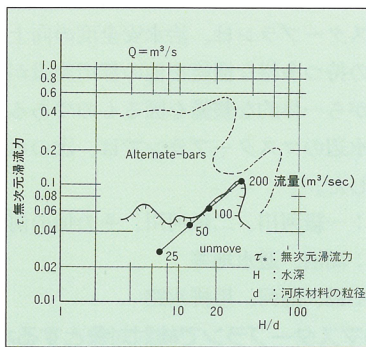
改修前後を比較すると、改修前は、流量が約 $50\text{m}^3/\text{s}$ で $\tau^*=0.06$ に達していたものが、改修後は $75\text{m}^3/\text{s}\sim 100\text{m}^3/\text{s}$ 程度にならないとこの値に達しない。 $\tau^*=0.06$ は概ね河床材料が移動を開始する値であることを考えると、改修後は河道の拡幅により河床材料が移動しにくくなっている事が解る。これは、改修により一旦河床を平坦化させ瀬や淵がなくなると、その再生に時間がかかることを示す。

図一7は、 τ^* 、 H/d 及び B/H で分類した中規模河床

波の発生領域図の中に、改修後の田川の水量をプロットしたものである³⁾。

調査区間の河道では、流量が200m³/s程度に増加した場合でも、明瞭な交互砂州の発生領域には入らないことが解る。

一方、改修前の河道はB/Hの値が小さく、二次元的な河床形態の形成に制約を受けるため、中規模河床波の非発生領域に当たっている⁴⁾。



図一七 河川改修後の中規模河床波の発生領域図

3.3 河道の直線化が河道の物理的環境に与える影響

改修前の調査区間には河道湾曲部が2つ存在している。このような湾曲部は洪水時に水衝部となるだけでなく、二次流が発生するために外岸側が洗掘域に、内岸側は堆積域となる。また、河床材料のふるい分けが生じ、内岸側に泥・砂質帯が形成される。

また、このような湾曲部における淵の存在は、河床の縦断形、特に、流心部における河床勾配に大きな影響を与える。淵で大きく河床が低下し、その下流で河床は上昇する。2つの湾曲部間は、河床勾配が大きい早瀬と比較的小さい平瀬とに分離している。

一方、河道が直線化すると、洪水時において水衝部はなくなり湾曲に伴う二次流も発生しないため、規模の大きな淵と内岸側の泥・砂質帯の形成はなくなる。この結果、河床勾配はほぼ一定となり、平瀬、早瀬といった違いも生じない。

以上に述べた結果をまとめると、改修前は、B/Hが小さく中規模河床波が発生する領域にはないが、湾曲部が大きい場所には大きな淵が形成され、結果として瀬と淵のある河床形状となっていた。

一方、改修後の河床は河道の直線化により湾曲による淵がなくなった。また、川幅の増加により掃流力が減少し、

河床材料が移動しにくくなったために、中規模河床波が明確に発生する領域ではなくなった。このため、交互砂州、湾曲による瀬と淵の形成がなく、河床全体が平瀬化した。

このように、複雑な河床形状をつくりだす要因としては、中規模河床波と河道の湾曲の2つが考えられるが、湾曲による淵の方が中規模河床波よりも一般に淵の規模が大きい。従って、田川における河川改修では河道の直線化は淵、早瀬、淀みの喪失を招き、生物生息空間の多様性が失われた。

4. まとめ

田川における河川改修が生物に与える最大の原因は河道の直線化であった。この結果、泥・砂の堆積域が減少し、河岸に植物が生育しなくなり、浮き石帯が減少し河床が単調化した。特に泥・砂質帯に生息する、ドジョウ類を代表とする底生魚、速い流れを好まないフナ、タモロコにその影響が顕著である。オイカワは河道の直線化により平瀬が増え、生息数が増加傾向にある。また、漁業にとって重要な放流魚には殆ど影響がでていない。

この調査結果は、改修前の大きな蛇行部を直線的にショートカットした区間を対象としているため河川改修による魚類に与える影響は特に顕著となっていることを断っておきたい。また、改修後2年までの調査をまとめた結果であるため、今後生息環境がどこまで変化あるいは回復するのか調査を継続して行く必要がある。

〔参考文献〕

- 1) 水野信彦、御勢久右衛門「河川の生態学」築地書房
- 2) 宮地傳三郎、川那部浩哉、水野信彦「原色日本淡水魚類図鑑」、保育社、1988
- 3) 山本晃一、「河道特性論」土木研究所資料第2662号
- 4) 福岡捷二「平衡状態に着目した中規模河床形態の卓越端数と形成領域区分」、土木学会論文集
- 5) Wesche, T. A. 1985, Stream Channel Modifications and Reclamation structures to Enhance Fish Habitat, pp103-164, The Restoration of Rivers and Stream, edied by A. Gore