

(10) 魚類の生息密度と多自然型河川工法に関する研究

A Study of the Densities of River Pisces and
Construction Method of Close-to Nature Type River

鈴木 興道*

Okimichi Suzuki

Abstract

- 1) As a result of field investigations, it has cleared that concrete revetment river has less variety and smaller amounts of fish that normally inhabit rich aquatic plant habitats which in turn, slow the river flow, in comparison with a river of natural river bank (as time passed). And also, fish inhabit densities of concrete-revetment-river may be decreased about half in comparison with un-improved/natural river which have aquatic plants, willow trees, rip-rap cobbles so on.
- 2) It could prove the importance of "uki-ishi-river-bed" (浮き石川床、unstable stream bed which is unsedimentary cobbles) for fish. Generally in the flood, lots of fish are flowed to down stream by flood because most fish can not resist the flow velocity at "shizumi-ishi-river-bed" (沈み石川床、stable stream bed which is sedimentary cobbles) which has not or cattail plants zone of river side. However, we could collect lots of fish using a casting cover nets from senter of river in flood at the Ta-river which is many uki-ishi-river-bed (because fish take refuge in to the uki-ishi-river-bed).
- 3) River improvement construction has promoted activity in construction of concrete revetment on the river side (which has come into wide use) in order to protect scouring caused by flood. However, river improvement producess an evil influence on the habitat of fish, due to the decreasing of rapids, pools and aquatic plants associated with these improvements. For the above reason, I carried out to improve the Construction "Method of Close-to Nature Type River" (多自然型河川工法) which is able to inhabit many kinds of fish according to rehabilitate inhabitable environment for fish.

まえがき

今日、多自然型河川工法が実施され始め、自然環境との調和を図った新しい河川文化の創生を迎えようとしている。本文は、田川や花室川での現地調査を中心に、河川改修が魚類の生息環境へ与える影響や生息密度について、また魚類の生息環境の保全を目的とした多自然型河川工法の実例について述べるものである。

1. 河川改修による魚類生息環境への影響 (調査事例)

魚は遊泳力の強弱に応じて活動の場を異にし、例えばアユ、ウグイ、オイカワ、ハスなど遊泳力の強い魚は、主に水流の強い河道中央部の砂礫帯に生息し、コイ、フナ、タナゴ、ヨシノボリ、ドジョウなど遊泳力の弱い魚は、主に水流の弱い河岸の水生植物帯に生息する。こうした生息環境が、河川改修による早瀬や淵、

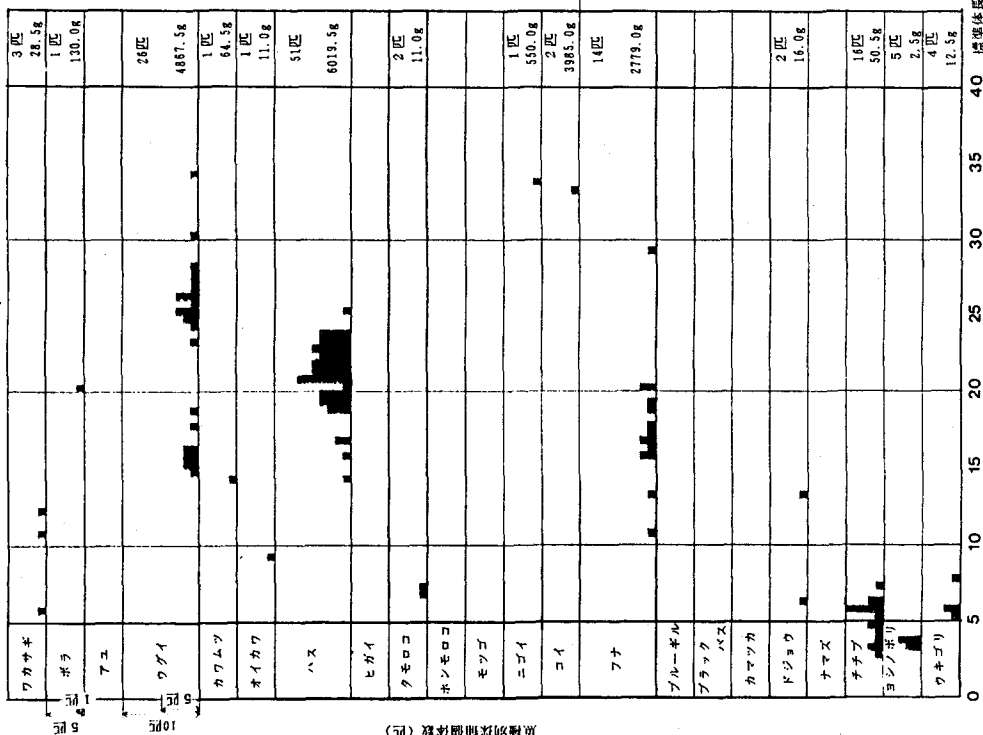
*建設省土木研究所 Public Works Research Institute, Ministry of Construction

コンクリート護岸による水生植物帯の減少によって影響を受け、魚種数及び現存量の減少が心配されるが、追跡調査をしている鬼怒川水系田川（宇都宮市内、写真－１）は、1991年、1992年の２年の調査においては、明確な差は未だ認められずにいる。また当河川における洪水時の魚類調査結果を図－１に示すが、既研究における魚類の巡航速度と比較した場合、当該河川においては巡航速度を越える流速範囲においても多くの魚が採捕された。これは、河床の浮き石帯へ潜り込みによる洪水避難行動と推論される。しかし、河道整正及び拡幅後は、早瀬や淵の平滑化や浮き石粒径の小型化など、平瀬への移向現象が見受けられる。長期的には生息魚種の変化が予想されよう。また花室川（土浦市、写真－２）の接合する素掘り河道とブロック三面張り河道において、全量採捕用の追い込み式定置網による比較調査を実施してみると、ハス、ウグイ、コイ、フナなど、魚種数は3：2、現存量は2：1程度の生息差が確認された（図－２）が、今のところただ一度の調査であるため、こうした現象を定性的に捉えるには至っていない。

Table-1 List of sampling pisces in Ta-river 採捕魚類一覧表（田川）

Species name (kinds of fish) 生息確認魚種	1990 years				1991 years		
	6/12	7/23	9/8	11/5	1/27	7/25	8/31
スナギツメ <i>Lampetra</i> (<i>Entosphenus</i>) <i>tridentata</i>		1		20			
ヤマブイ <i>Oncorhynchus masou masou</i>	4			1		1	1 97474
71 <i>Plecoglossus altivelis</i>	18	10	1		1	1	6
14 <i>Cyprinus carpio</i>	2	4	1	36	2	1	
キンギョ <i>Carassius carassius buirgeri</i>	5	10	10	14	3		4
タナゴ <i>Rhodeus</i> (<i>Acheilognathus</i>) <i>moriokae</i>			2				
ウグイ <i>Leuciscus hakonensis</i>	28	50	66	238	84	170	807
フナ <i>Phoxinus phoxinus</i>			2	1	3		
イナダ <i>Zacco platypus</i>	20	9	14	8	12	14	27
カマツカ <i>Zacco temminckii</i>		1					
カマツカ <i>Pseudogobio</i> (<i>Pseudogobio</i>) <i>esocinus</i>		21	23	35	1	1	42
タモロ <i>Gnathopogon elongatus</i>	3	54	75	405	80	2	121
モロ <i>Pseudorasbora parva</i>		3	5				12
ドジョウ <i>Misgurnus fossilis anguillicaudatus</i>	1	27	39	50	3		32
シロドジョウ <i>Cobitis</i> (<i>Cobitis</i>) <i>biwaie biwaie</i>	10	29	100	22	4	1	43
ホトケドジョウ <i>Lefua costata</i>		12	17	18			2
マナズ <i>Silurus</i> (<i>Parasilurus</i>) <i>asotus</i>		3	7	2			1
ヨシノリ <i>Rhinogobius brunneus</i>	3	7	50		20		3
Total 18 species 魚種 Sampling number	10種 94匹	15種 242匹	15種 414匹	13種 850匹	11種 213匹	8種 191匹	13種 1102匹

(1992年3月1日、国道6号線～沖野崎)



(1992年3月1日、国道6号線～沖野崎)

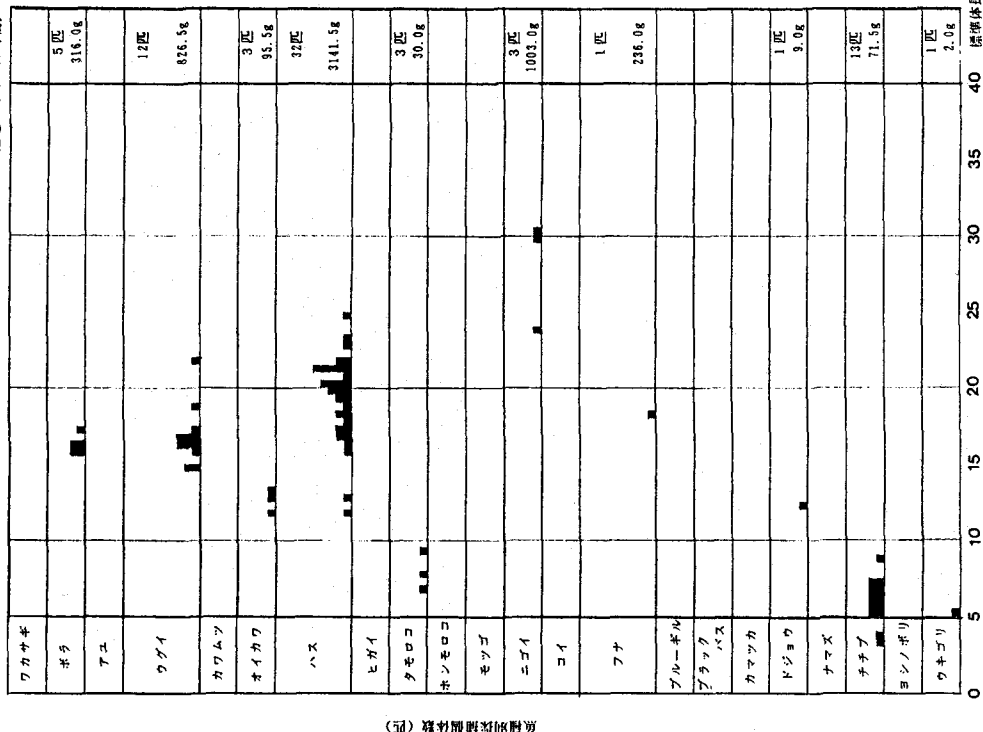


図-2、隣接する自然河道と三面張り河道における魚類生息状況の比較

2. 魚類の生息密度

魚類の生息種数は、投網やタモ網を使って比較的容易に知る事ができるが、単位水面積当りの生息密度を知る事は極めて困難である。これを知るために、田川の河川改修工事における河道切り替え時に排水をして、全量採捕調査(水面積 $3,920\text{m}^2$)を試み貴重な資料を得た。しかし多大な労力と、多くの魚類の底泥への潜り込み、河道切り替えの機会の少なさなど諸般の困難性から、その後は追い込み式の簡易定置網を試作し、花室川を中心に水面積 400m^2 程度の魚類生息量調査を行っている。この採捕手法は、調査区間内の魚の逃避を防止して採捕率を向上させ、これまで未知であった魚類の生息密度を知るために考案した手法である。先ず最初に河道区間 50m の上下流に定置網を静かに設置し、投網を10回程度行いながら魚を定置網に追い込み、投網と定置網で魚を採捕する。次に(2回目)、河道中央の横断方向に締切り網を入れ、これを上下流にゆっくりと移動させながら投網を投じ、定置網に魚を追い込んで2段構えで魚を採捕する。最後(3回目)は、締切り網を上下流に移動させながら、タモ網を使って特に河岸の植物帯の小魚を採捕するとともに、定置網でも逃げ込む魚を採捕するものである。この方式による投網、定置網、タモ網の各採捕率は異なるが、生息種数を知るためには投網とタモ網が、また生息密度を知るためには定置網の組合せが望ましい(図-4、表-3)。しかし、この投網、タモ網、定置網の三種組み合わせの手法は、概ね水深 1m 、流速 0.2m/sec 、川幅 10m 各以下の河川でしか行えない欠点がある。未だ調査回数が少ないため言及するには困難ではあるが、花室川での魚類の平均生息密度は、採捕率 70% 程度と仮定すれば、水面積当り 50g/m^2 程度が一応の目安かと思われる(図-3、表-2)。この中で、特にNO-2(自然河岸区間)とNO-3(三面張り区間)は接合する区間でありながらも、両者の生息密度差($40.5:13.0\text{g/m}^2$)が、自然河道の方が三面張り河道よりも良き生息環境である事を明示していると言えよう。更に魚の回遊活動が活発になる6月に、NO-2と同一区間であるNO-7について再び調査してみると、最多魚種がハスからニゴイに移り変わってはいるものの、 $\text{NO. } 7 = 90\text{g/m}^2$

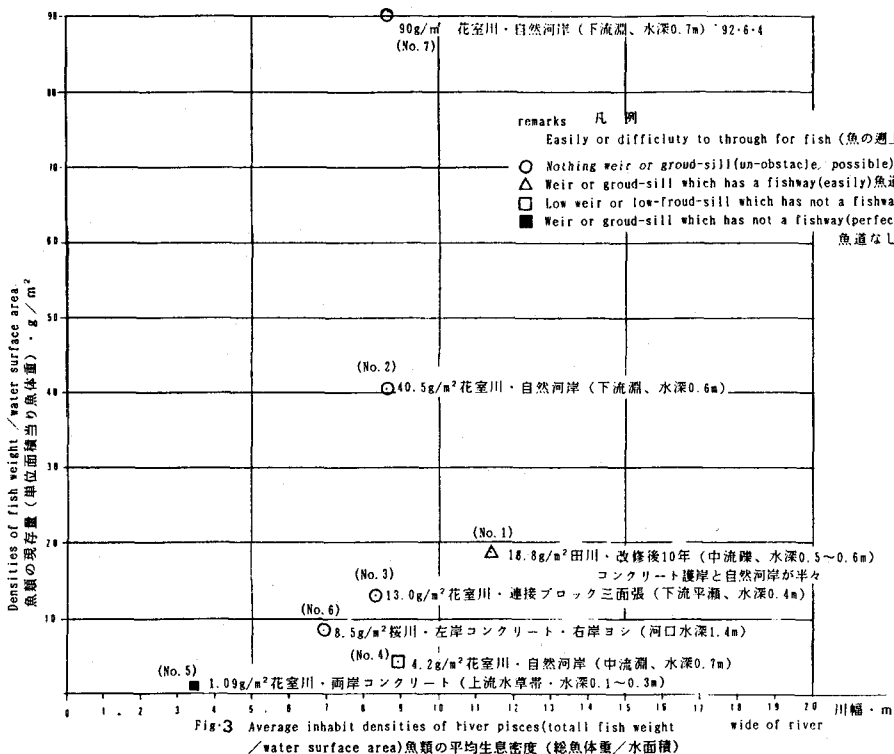


Table-2. Inhabitant Density of River Pisces (河川魚類の生息密度)

No	Name of river (River system) 流域名	Sampling Place 採捕地	Date Sampling Technique 手法	Hydrological situation of river 水理状況				Catching amount of fishes 採捕魚獲総量		Density 生息密度 (採捕率)
				Width Length Area	川幅 延長 面積	Depth Velocity Flow	水深 流速 流況	Stream bank 河岸 River bed 河床 W.T. 水温、D.O. 酸素量	Weight of fish Number 匹数 Description 魚種数	
1	Ta-River (kinu R.S.) 田川、鬼怒川水系	Utsunomiya City Tochigi Pre. 栃木県宇都宮市	1990 Nov. 5 All Drain	W. 11.2m L. 35cm A. 3920m ²	D. 0.44m V. 0.60m/s Ra. 1/2, Po. 1/2	D. 0.44m V. 0.60m/s Ra. 1/2, Po. 1/2	Re. 1/2, Na. 1/2 Gr. 1/2, Co. 1/2	W. 75.2kg N. 350 D. 13	C. C. 31.2kg, 238n G/E. 1/5kg 405n L. H. 42.6kg, 36n P. E. 0.5kg 35n Ca. 2.7kg, 14n O. 5kg 50n	18.8g/m ² (60%)
2	Hanau-ro-River (Kasumigaura-Lake) 花室川、霞ヶ浦支川	Tsuchiura C. Ibaraki Pre. 茨城県土浦市	1992 May. 1 Hoop nets	W. 8.6m L. 50m A. 430m ²	D. 0.61m V. 0.1m/s Stagnant Water	D. 0.61m V. 0.1m/s Stagnant Water	Re. 0, Na. 1.0 Muddy 1.0 10℃	W. 18.5kg N. 129 D. 14	O. U. 6.0kg, 51n L. H. 4.7kg, 2.6n C. C. 4.0kg, 2n Ca. 2.8kg, 14n H. L. 550g 1n M. C. 1	43g/m ² (70%)
3	Hanau-ro-River (Kasumigaura-Lake) 花室川、霞ヶ浦支川	Tsuchiura C. Ibaraki Pre. 茨城県土浦市	1992 May. 1 Hoop nets	W. 8.3m L. 50m A. 415m ²	D. 0.42m V. 0.15m/s Cross-over	D. 0.42m V. 0.15m/s Cross-over	Re. 1.0, Na. 0 Muddy 1.0 10℃	W. 5.7kg N. 80 D. 10	M. C. 317g, 5n O. U. 3.1kg, 32n H. L. 1.0kg, 3n L. H. 826g, 12n Ca. 236g, 1n Z. P. 96g	13.8g/m ² (70%)
4	Hanau-ro-River (Kasumigaura-Lake) 花室川、霞ヶ浦支川	Tsuchiura C. Ibaraki Pre. 茨城県土浦市	1992 May. 1 Hoop nets	W. 8.9m L. 50m A. 445m ²	D. 0.71m V. 0.10m/s Pool Water	D. 0.71m V. 0.10m/s Pool Water	Re. 0.2, Na. 0.8 Muddy 1.0 10℃	W. 20kg N. 25 D. 10	Ca. 1.3kg, 7n M. C. 76g, 1n O. U. 411g, 4n P. E. 57g, 1n C. C. 83g, 2n G. E. 35g, 5n	4.5g/m ² (70%)
5	Hanau-ro-River (Kasumigaura-Lake) 花室川、霞ヶ浦支川	Tsukuba C. Ibaraki Pre. 茨城県つくば市	1992 May. 1 Hand nets	W. 3.4m L. 100m A. 340m ²	D. 0.15m V. 0.15m/s C. 0	D. 0.15m V. 0.15m/s C. 0	Re. 1.0, Na. 0 Gr. Cat tails 0.3 10℃	W. 529g N. 190 D. 8	M. C. 275g, 72n R. F. 42g, 72n Ca. 105g, 5n P. P. 23g, 14n G. E. 61g, 20n T. O. 18g, 6n	1.6g/m ² (20%)
6	Sakura-River (Kasumigaura-Lake) 桜川、霞ヶ浦支川	Tsukuba C. Ibaraki Pre. 茨城県土浦市	1992 May. 1 Hoop nets	W. 6.9m L. 50m A. 345m ²	D. 1.43m V. nearly 0m/s S. W.	D. 1.43m V. nearly 0m/s S. W.	Re. 0.5, Na. 0.5 Muddy 1.0 9.9℃, 9.2mg/l	W. 3.1kg N. 22 D. 8	Ca. 2620g, 9n L. M. 361g, 2n O. U. 75g, 1n H. O. 47g, 4n	9.0g/m ² (60%)
7	Same with NO-2 NO-2区間と同じ	NO-2	1992 June. 4 Hoop nets	NO-2	D. 0.70m V. 0.15m/s S. W.	D. 0.70m V. 0.15m/s S. W.	Re. 0, Na. 1.0 Muddy 1.0 13℃	W. 38.7kg N. 140 D. 14	H. L. 18.9kg, 27n C. C. 14.2kg, 8n Ca. 3.2kg, 11n O. U. 1.2kg, 8n L. H. 503g, 1n P. E. 292g, 15n	90g/m ² (65%)

Remarks R.S.: River system H.N.: Hoop net 円筒網 W.T.: Water temperature 水温 D.O.: Dissolution Oxygen 溶存酸素量 L.H.: Leuciscus hakonensis 97' i
C.C.: Cyprinus carpio 34 G.E.: Gnathopogon elongatus 74n U.U.: Opsariichthys uncirostris 111 M.C.: Mugil cephalus 37 H.L.: Hemibarbus labeo 37 i
Z.P.: Zacco platypus 4747 H.O.: Hypomesus olidus 7447 P.E.: Pseudogobio flumineus 33/47 R.F.: Rhinogobius flumineus 33/47 P.P.: Pseudorasbora parva 775
L.M.: Lepomis macrochirus 7447 T.O.: Tridentiger obscurus 377 Ca.: Carassius 777 Ra.: Rapid 早瀬 Re.: Revetant 護岸 Gr.: Gravel 砂利
S.W.: Stagnant water 淀み Po.: Pool water 淵 Na.: Natural bank 自然河岸 Co.: Cabbles 栗石 M.: Muddy 泥 C.O.: Cross-over 平瀬
M.F.: Misgurnus fossilis anguillicaudatus 177 7

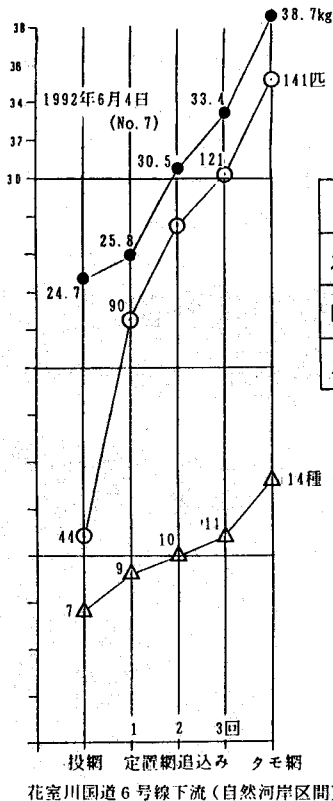
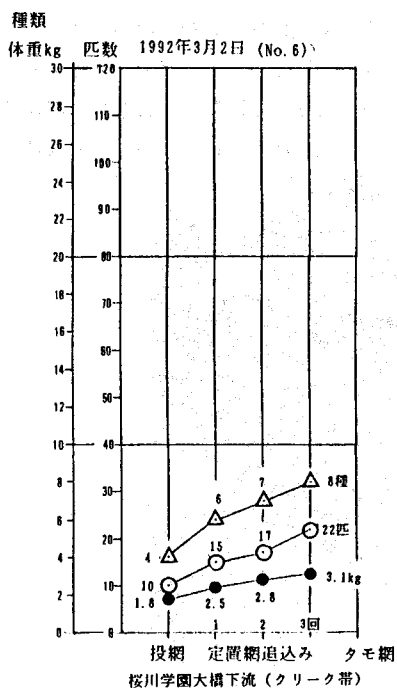
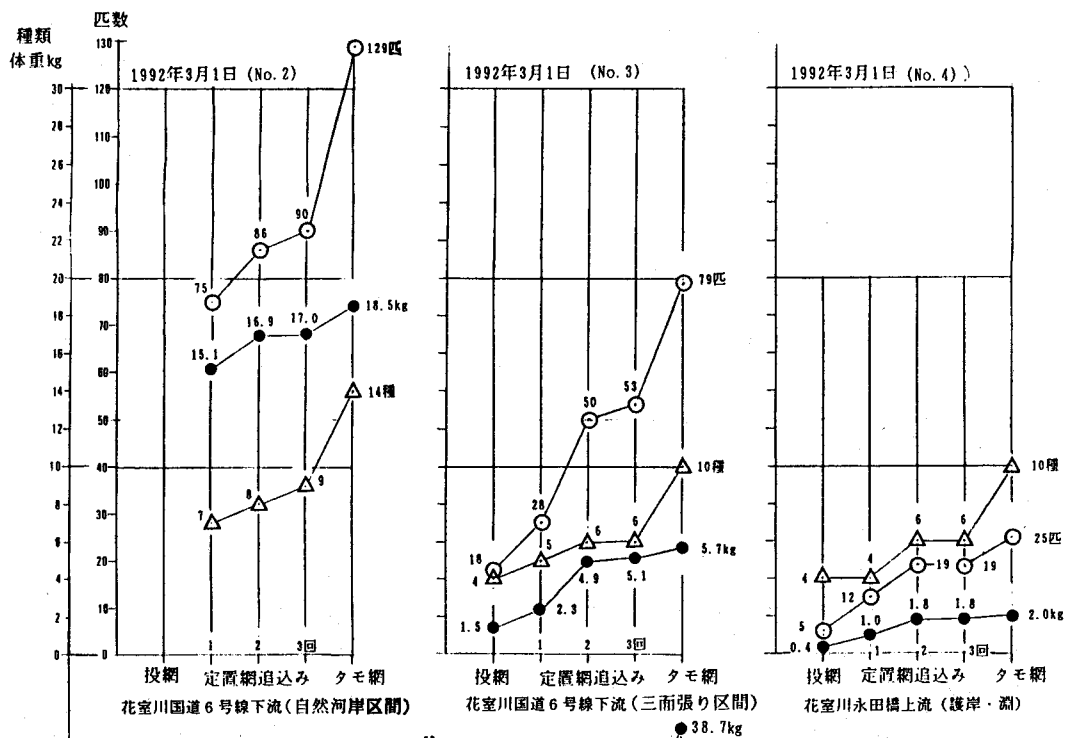


表-2、各網の採捕率(%)

	投 網	定置網	タモ網
魚種数	5 8	7 4	6 8
匹 数	1 9	5 8	2 3
魚体重	4 2	4 7	1 1

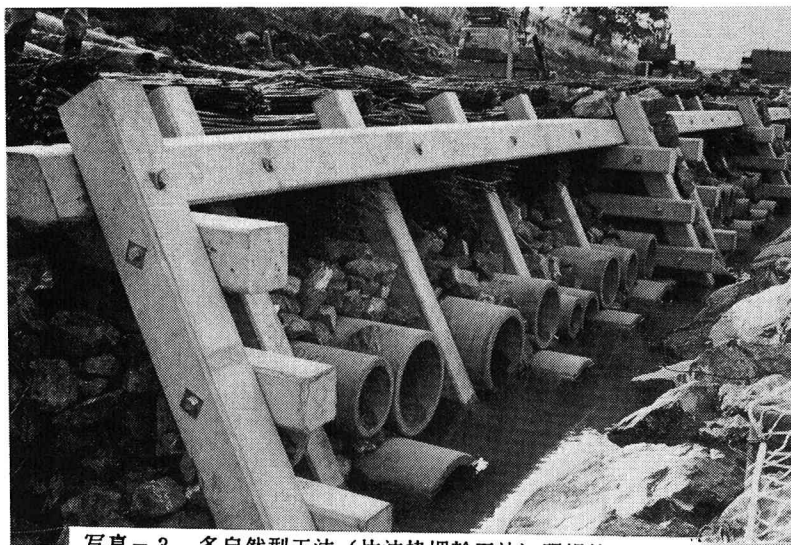
凡 例
 ○—○累積匹数
 △—△累積魚種数
 ●—●累積魚体重

図-4、採捕手法組合せによる累積漁獲量

という驚くべき高い生息密度を示した（図－３）。花室川は、いくつかの落差工や堰があって魚道も皆無であるため、九重橋（つくば学園都市）上流への遡上・回遊が困難である。それでも梅雨や台風季において比較的大きな洪水があると、つくばセンター近くの大池橋まで体長40cmを超えるマルタウグイ（５月）やボラ（６月）、8 cm程度のアユ（７月）までが遡上してくる。しかしN0-4は自然河岸かつ淵という良好な生息環境に恵まれながらも、予想に反して調査時での生息密度が低く、その理由を理解できずにいる。また堰高2 mの大池橋上流域のN0-5も、ガマ群落帯という良好な生息環境に恵まれながらも遡上不可能なため、生息密度は極端に少ないが、例年、秋には大池橋の堰が取りはずされ、その後は多くの魚の遡上・回遊が確認される。また堰が設置される春（灌漑期）には、こうした魚がN0-5下流の堰上の湛水区間に移向群泳しているのを目視できる事を考えると、調査時のN0-5の測定値は人為的な影響が強く、評価するには不自然な値となっている。

３．多自然型河川工法

建設省直轄河川における多自然型河川工法は、昨年度より各地で工事が開始され始めたばかりで、完成ヶ所は未だ少なく、その効果を詳しく確認するには至っていない。またいくつかの設計例を見ると、治水の安全性や景観、更には人々の親水活動を追求する余り、空隙の無い練り石積みやコンクリートブロック、伝統的河川工法である蛇カゴや木工沈床などの使用が多く、流水の阻害や洗掘を心配してか、柳枝や水辺の植物の使用が少ないように感じられる。河岸を余りにもカチカチに構造的に固めてしまうと、果して魚が住めるかどうか疑問が生じる。ヨーロッパの近自然型河川工法は、生態工学を基礎にして、人々の目をも充分楽しませる美しい景観設計が加味されているし、米国コロラド州（国務省、土地改良局）のものは、運河や用水路に古タイヤをスタレのように連いで大規模な魚礁を造り、それを魚釣り用のキャンプ場に整備して市民に提供するなど、それぞれのお国柄に合った研究を活発に展開している。欧米は一般的に河床勾配も緩く台風もないため、治水に対する安全性をそれ程心配しなくとも良く、また対象魚種はマス類を中心に考えているため、日本の河川事情とは少々異なる。しかし当工法や自然環境の保全に関しては、すばらしい先駆者であり、欧米からそうした工法や新しい河川文化の創生理念についても多くを学ぶと同時に、日本の河川環境や水文特性、更には魚類生息状況に合わせて、日本型の新しい多自然型河川工法を改良していく事も大切で

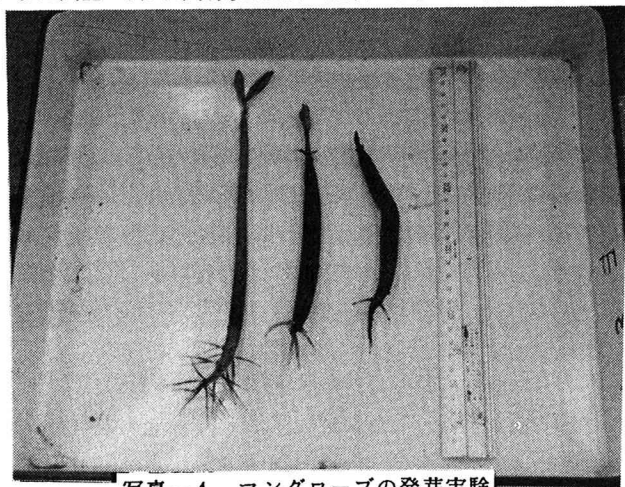


写真－３ 多自然型工法（片法樁埋幹工法）現場施工状況
建設省熊本工事事務所 緑川、津志市田地区

あろう。こうした状況にあって、内容的にも充実している我が国の多自然型河川工法は、熊本の白川、緑川、菊地川、新潟の魚野川の事例ではなかろうか（写真－３）。いずれも河道や流況、そして魚の生息状況をもよく考えて、柳枝やガマなどの水辺の植物を多用し、浮き石帯や簡易魚巢を片法杵工と共に併設するなど、治水との整合を計った多様かつ多孔質な生息環境を形成している。これらの施工事例は、やがて沈水から抽水帯にかけて柳などの水辺の植物が繁茂し、年を経るにつれて魚類のより望ましい生息かつ繁殖環境が形成されてゆくばかりでなく、洪水時の避難場や冬期の休眠場として多くの魚類に利用されていくことになる。また研究の一環として、土研構内の防災調節池に魚巢ブロックを設置し、水草の有無による集魚効果を測定（全量採捕、測定回数50回）してみたところ、魚巢ブロック単独よりも水草を併設すると、その集魚効果は概ね3倍程度向上する事が確認されている。いずれにせよ、現地河川においても河岸の水生植物帯や浮き石帯存在は、多様な生息空間を形成するとともに、それが魚類や水生昆虫などにとって特に重要な生息かつ産卵、稚魚の成育環境のベースとなる。こうした思いやりのある配慮が多自然型河川工法の成功のカギを握っていると私は確信する。

おわりに

現地調査や基礎研究を踏まえながら、日本の河川形態に合った多自然型河川工法を考案・指導中であるが、その一環として、魚類の産卵孵化、水草類の簡易植栽技術の開発、マングローブの発芽実験なども土木研究所構内で行っている。また大型の河川環境実験施設が完成し、多くの実験を予定している。



写真－４ マングローブの発芽実験