

渓流域管理体制構築事業

イワナ放流魚が天然魚に及ぼす生態的影響調査(2) (平成15年度～平成17年度)

誌名	栃木県水産試験場研究報告
ISSN	13408585
著者名	土居,隆秀 宇賀神,光男 吉田,豊
発行元	栃木県水産試験場
巻/号	49号
巻号補足	
掲載ページ	p. 127-132
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



溪流管理体制構築事業 —イワナ放流魚が天然魚に及ぼす生態的影響調査Ⅱ— (平成15年度～平成17年度)

土居 隆秀・宇賀神 光男・吉田 豊

目 的

近年、ニッコウイワナなどの溪流魚は、河川工作物等により隔離されるケースが増えてきている。また、遺伝子レベルの解析技術が発展したことにより、河川ごとにその形質の異なることが少しずつ明らかにされてきている。このため各研究機関では、在来個体の生息範囲とそれに付随する遺伝情報の収集に取り組み始め、地域個体群の保護に努めるようになってきた。

増殖を図る上でこれまでは、放流魚と天然魚の相互関係を特に問題にすることはなかった。このため、資源の維持、増大を目的にして、発眼卵の埋設や稚魚、成魚放流が行われ、特に成魚放流は、資源管理の上で明瞭な増殖方法として長年に渡り実施されてきたところである。

ごく最近になって、漸く天然魚と放流魚の交雑や遺伝学的な影響が問題視されるようになり、放流魚が天然魚に対して少なからず影響を与えているとすれば、希少となってきた在来個体の生息域へ、放流種苗を移植する行為は芳しくないことになる。

また、禁漁区や人工産卵場の造成など、少なからず保護対策を行っている水域への放流は、天然魚へ過剰なアプローチを与えることになり、交雑による繁殖を助長することにも繋がり兼ねない。

そこで本研究では、県内で重要な水産資源であるニッコウイワナについて、放流魚が天然魚に及ぼす生態的影響の有無を明らかにするため、昨年から引き続き当試験研究を実施した。

材料と方法

調査期間 稚魚の採捕調査は、平成16年5月～9月の間に実施した。

供 試 魚 供試魚は、遺伝的な形質をそろえることにより、系統的な違いによるデータのバラツキを極力抑えるために、全て利根川水系鬼怒川支流蜂ヶ沢系統のニッコウイワナの発眼卵および稚魚を使用した。平成14年12月に、場内で採卵したニッコウイワナの発眼卵を埋設し、調査区間で育成したイワナ稚魚を準天然

魚とし、場内で卵から養成したイワナ稚魚を養殖魚(放流魚)として取り扱った。

調査場所 利根川水系鬼怒川支流キリズシ沢(栃木県の北西部に位置する栗山村漁協管内)の堰堤上流区間(約60m)及び堰堤下流区間(本流合流地点より堰堤まで約101m)のイワナ未生息区間(約60m)で実施した(図1)。

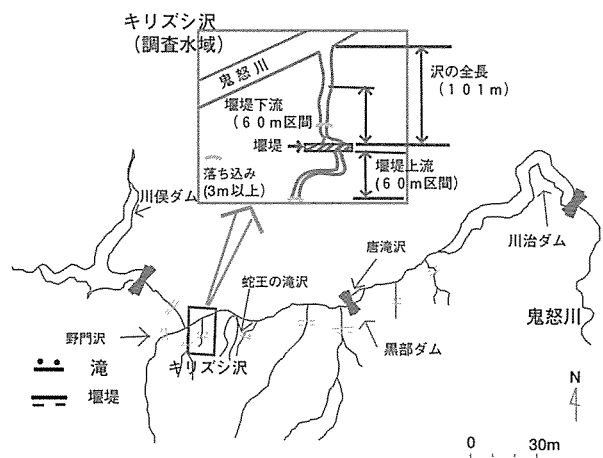


図1 調査水域

また、堰堤下流調査区間末端から鬼怒川本流との合流地点(約40m)までを調査区間外として、併せて調査を実施した。

調査方法 上流調査区間は、キリズシ沢の中間に位置する10m級の砂防堰堤から自然の落差(高さ約3m)のある60m区間までを利用して、発眼卵由来の稚魚が生息する天然水域を設定した。

また堰堤下流区間は、堰堤直下から下流60m区間とし、エレクトリックショッカーを用いた事前調査(5月)で、上・下流区間のイワナ稚魚(前年度の調査生残魚)を採捕、その採捕状況から堰堤上・下流域の生息尾数を推定した。

翌月6月には、堰堤下流で採捕したイワナの一部を上流区間の天然魚として移動し、堰堤上・下流区間の推定尾数を合わせるために、水試で養成した大型の養

殖魚を下流推定尾数と同数放流し、天然水域への天然魚と養殖魚が競合する水域を設定した。

下流の調査区間外では、流下個体の存在を確認するために調査区間と同様な魚の採捕を実施した。

魚の採捕は、毎月一回（2日間）エレクトリックショッカーで実施し、6月から9月までの計4回行った。

ショッカーの設定条件は、300V直流12A、出力周波数は45Hz、パルス幅は0.3～6mSであった（使用機器は、エレクトロフィッシャーLR-12型（代理店ケー・エンジニアリング(株)）：ダイヤル設定は、H-8）。

堰堤上・下流の調査区間で採捕した天然魚及び養成した放流魚には、全てエラストマー蛍光タグを体側や各鱗基部へ打ち込み、打ち込み部位と色分けによる個体識別を実施した。

また、無標識の天然魚が採捕された場合は、その都度通し番号の標識を付けて再放流した。

毎月採捕されたイワナについては、標識番号による個体識別の有無、体長・体重の計測等を実施した。

また、体長・体重の関係から各月ごとの成長比較、個体識別が可能となった個体の堰堤上・下流間及び堰堤下流域の天然魚と放流魚間の成長の差について、統計学的な比較検討を実施した。

結果及び考察

河川状況 調査期間中の水温は、5月9.4～11.0℃、6月14.1～15.0℃、7月16.1～16.9℃、8月14.2～16.0℃、9月14.0～14.5℃と降雨による僅かな変動は見られたものの期間を通して17℃以下の低い水温を保っている河川であった。

流量は、毎月一回の計測で前日までの雨の影響を受けたためか、40～300m³/sとやや変動範囲は大きかった。

稚魚の生残状況 平成16年5月に、キリズシ沢堰堤

上流及び下流区間でエレクトリックショッカーを用いた採捕を試み、発眼卵埋設からの稚魚の生残状況とその区間に生息する準天然魚のサイズについて確認を行った。

5月に採捕したイワナは、発眼卵由来の準天然魚が堰堤上流では41尾、堰堤下流では同じく発眼卵由来の準天然魚が25尾採捕された（表1）。

この時点の体長・体重の平均は、堰堤上流準天然魚が87.0±17.1mm（平均値±S.D以下同様に記載）、13.1±8.6g、堰堤下流準天然魚が98.0±17.4mm、18.1±9.0gと堰堤下流域の方が体長・体重ともに平均値間でやや大きめの値となり、この両者に関して上下流間の母平均の差の検定を行ったところ、堰堤上流と下流では有意な差があり、下流区間の方が成長は良かった（T検定 p<0.05）。

成魚放流 5月に採捕した個体の標識確認作業を行ったが、確認が難しかったため新たな標識No.の打ち込みを実施し、採捕数をPetersen法（Chapmanの修正式）に当てはめて、各調査水域（堰堤上・下流域）にいる推定生息尾数を割り出した。

その結果、5月時点で堰堤上・下流区間の尾数は、56尾と44尾であったが、6月に同様の調査を実施したところ、推定尾数は堰堤上流区間で43尾、下流区間で27尾となった。

このため、堰堤下流区間と堰堤上流区間の準天然イワナの尾数と重量を合わせるため、下流域から上流域へ4尾の魚を移動させ、超大型個体1尾を除去した。併せて堰堤下流区には23尾の大型養殖イワナ（水産試験場で養成した同系統ニッコウイワナ1年魚）を放流した。

これにより各調査区間の推定尾数は、堰堤上流域が準天然魚46尾、堰堤下流域には準天然魚と放流魚がそれぞれ23尾となるように試験設定を行った（表2）。

表1 各月の採捕状況

(尾)

			5月	6月	7月	8月	9月
上流区間 (約60m)	準天然魚	1日目	23	14	14	18	13
		2日目	18	17	19	12	15
		計	41	31	33	30	28
下流区間 (約60m)	準天然魚	1日目	11	9	11	16	9
		2日目	14	15	10	6	11
		計	25	24	21	22	20
	放流魚	1日目			7	6	3
		2日目		(23尾投入)	7	8	6
		計		23	14	14	9
区間外 (約40m)	計	1日目			18	22	12
		2日目			17	14	17
		計			35	36	29
		1日目			2	2	1
		2日目			3	3	3
		計			5	5	4

6月の試験設定時の魚体サイズ（体長・体重）は、堰堤上流区間の準天然魚が $99.6 \pm 17.1\text{mm}$ （平均 $\pm$ S.D.）、 $19.3 \pm 10.9\text{g}$ （ $n=29$ ）となり、堰堤下流区間の準天然魚が $98.7 \pm 15.1\text{mm}$ 、 $17.7 \pm 8.2\text{g}$ （ $n=14$ ）であった。

試験設定時の堰堤上下間の体長と体重の関係について、この両者間でそれぞれ母平均の差の検定を行ったところ、堰堤上流と下流において有意差は無かったことから、上下間の個体群は体サイズの極めて似通った群として設定された（T検定 $p>0.01$ ）。

これに対し、下流の養殖魚は、 $144.1 \pm 4.2\text{mm}$ 、 $44.1 \pm 3.9\text{g}$ （ $n=23$ ）と天然魚に比べ体長で約1.5倍、体重で2倍以上の大型個体を放流した（図2，3）。

採捕調査 7月から堰堤上・下流区間及び最下流の調査区間外の3箇所、エレクトリックショッカーによる調査を継続した。

ショッカーによる調査は、1日3～4名で2日間実施し、1日目に採捕した個体の内2日目に何尾が再捕されるかなど、毎月ショッカーの3パス調査を行い、各個体の生残と個体の確認及び成長等に関するデータを追跡調査した（表1）。

その結果、表1に示すように7月から9月にかけて、堰堤上流区間では準天然魚が28～33尾、下流区間では、20～22尾の準天然魚と9～14尾の放流魚が確認された。

生息尾数の推定 各月の採捕調査結果から、各調査区間に生息するイワナの生息推定尾数を算定した（表2、図4）

その結果、一部で生息推定尾数値の逆転する現象も見られたが、全体としては徐々に減少する右下がりの傾向が認められた。この傾向が認められた9月の推定尾数は、前月値より上昇した堰堤上流準天然魚で43尾、

堰堤下流準天然魚が19尾、同区間放流魚が減少し続けて6尾となった。

推定尾数から割り出した各調査区間の生息密度を表3に示した。

堰堤上流区間の生息密度は、5月の0.62尾/ m^2 から徐々に減少する傾向が見られ、調査期間中は0.32～0.62尾/ m^2 の範囲で推移した。また、堰堤下流区間は、0.21～0.46尾/ m^2 となり、川幅が多少広い分だけ生息密度が低くなったものと考えられた。

堰堤上・下流域における密度の差を確認するため、各月の尾数変化を分散分析に掛けたところ、特に差は認められず、堰堤上・下流区間の密度変化はほぼ等しいものと考えられた（ $p>0.05$ ）。

堰堤上流区間の生息割合 平成14年12月に、堰堤上流区間にニッコウイワナの発眼卵を埋設し、各調査期間に生息している推定尾数を算出した。実数の明確な埋設卵数に対し、生息状況を推定尾数で算出したことから、生息割合という表記を用いた。

昨年のデータ（10月）に引き続き、今年度の生息推定尾数と生息割合を追加した（図5）。

その結果、昨年10月の時点で7.7%であった生息割合は、半年後の5月時点で4.8%となり、その後徐々に減少する傾向が認められた。最終調査の9月（21ヶ月後）には3.7%とやや上昇し、約2年間後（11月をスタートとしているため）の生息割合はほぼ3%前後になることが予想された。ただし今回の調査結果は、他の魚種や同族の大型魚などが生息しない条件下で実施しており、自然界に起こり得る条件下とは多少相違のあるものと考えられる。

今回の生息割合が減少した原因については、増水時

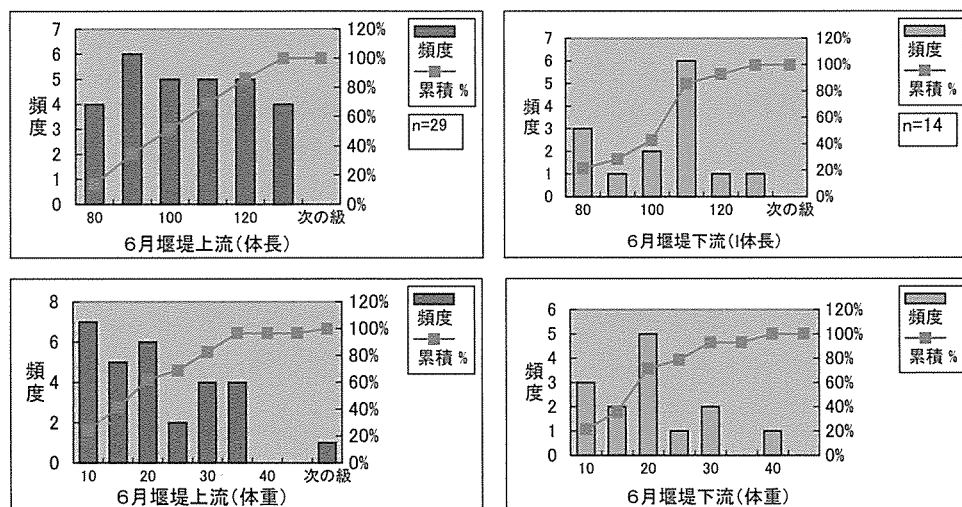


図2 6月準天然魚計測（試験設定時）

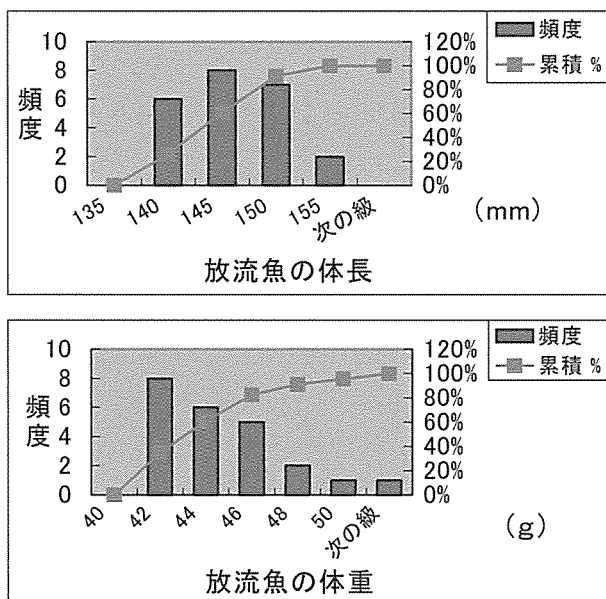


図3 6月堰堤下流へ放流した養殖魚計測結果

の流下、大型魚による捕食や病気等による死亡の自然減耗、電気ショッカーによる採捕努力の低下などが考えられたが、原因は判らなかった。

成長比較 堰堤の上・下流区間で採捕した月ごとのイワナ個体の成長を図6に示した。各月の体長、体重の平均値の推移を上下準天然魚と放流魚で比較した。

このグラフから、体長、体重共に堰堤上流及び堰堤下流の準天然魚でやや増加する傾向を示していたが、体重では、堰堤上・下流区間の準天然魚でやや増加する傾向を示していたが、堰堤下流放流魚では6月以降ほぼ同じ程度に推移したことが分かる。

期間中の体長と体重の関係を堰堤上流区間（準天然魚）と下流区間（準天然魚と放流魚）で比較するため、各月ごとの平均値を分散分析で比較したところ、体長については、上・下流区間で有意差が認められ（ $p < 0.05$ ）、また下流の準天然魚と放流魚間でも有意差が認められたことから、それぞれの間で差のあることが分かった（ $p < 0.01$ ）。

魚体重については、堰堤上・下流区間で有意差は認められなかったが（ $p > 0.05$ ）、下流区間の準天然魚と放流魚間では有意差が認められた（ $p < 0.01$ ）。

月の経過と共に採捕率の低下が見られ、下流域への

表2 各月の個体数推定値の推移

	5月	6月	7月	8月	9月
上流区間 準天然魚	56	46	36	29	43
下流区間 準天然魚	44	23	32	23	19
下流区間 放流魚		23	20	12	6
下流計	44	46	56	37	25

□ 養殖魚を放流

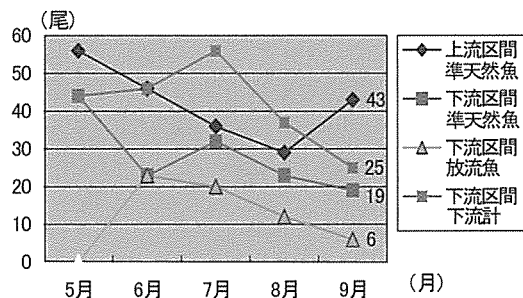


図4 各月の個体数推定

大型個体の流下が想定されたが、堰堤下流区間や区間外で確認された流下個体のサイズが特に大きかったということも無く、このことから大型個体が流下したことによる平均値の低下ではないことが確認された。

準天然魚と放流魚（養殖魚）間の成長比較 堰堤下流区間の準天然魚と養殖魚の体長と体重の関係を図7に示した。体長と体重の関係式は、各個体間から近似式 $Y = ax + b$ を求めた（ a は、個体間の近似式の傾きを表しており、 b はばらつきの位置関係を表している）。この関係については、試験開始時の6月と終了時の9月で比較を行った。

その結果、6月の放流魚については、魚体の大きさをできるだけ平均値に合わせて放流したこともあり、個体間のバラツキは小さく、極限られた範囲内に集まっていた。しかし9月には、6個体と検体の回収尾数が少なかったこともあり、分散が大きくなった分だけ近似式の重相関係数 R^2 値はやや低い値となった。

近似式の重相関係数 R^2 値はやや低い値となったが、試験設定上関係式は有効として、準天然魚と放流魚間で共分散分析を行ったところ、傾き a は有意差無しとなり、高さ b は有意差有りであった（F検定 $a: F_{(0.05)} > F_0$ 、 $b: F_{(0.05)} < F_0$ ）。

表3 各月の生息密度

(尾/㎡)

	5月	6月	7月	8月	9月
上流区間 準天然魚	0.62	0.52	0.4	0.32	0.47
下流区間 下流合計	0.36	0.38	0.46	0.31	0.21

上流区間：60m×1.5m

下流区間：60m×2.0m

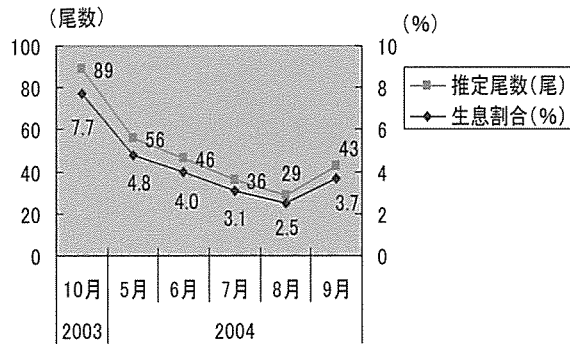


図5 堰堤上流区間の推定尾数と生息割合

また、9月には両者間での差は認められなかった(a、b共に： $F_{(0.05)} > F_0$)。

このことから、当水域に定着していた放流魚は成長が完全に押さえられていたことがわかり、また準天然魚は生息空間の生息密度が高い7月には成長が認められなかったが、生息密度の低下した8月以降は徐々に体長・体重共に増加する傾向が認められたことから、何らかの影響を放流魚から受けていたものと考えられた。

天然魚間の成長比較 堰堤を挟んだ上・下流区間の天然魚間で成長比較を行った(図8)。

6月の試験設定時に堰堤上・下流区間で推定尾数と体重をそろえたこともあり、上下の準天然魚間の体長・体重を示す関係式は、傾きa及び高さbの直線式ではきわめて近い値となった(a、b共に： $F_{(0.05)} > F_0$)。

これに対し上・下流の9月のグラフでは、両者間の傾きaは有意差無しであったが、グラフ上の両者間の直線の傾きには僅かながらの違いが生じており、延長線上に当たる10月ないしは11月あたりまで観察を延長した場合には、十分な差の出ることも予想された。

従って、今回の短期間における成長比較では、特に上・下流域における準天然魚の成長については、差がないという結果になった。

昨年実施した稚魚サイズ(7月から10月の間:体長で40~80mmの魚を対象とした)の結果では、やや大きな養殖個体を放流した下流区間で、放流魚(養殖魚)の方が天然魚に比べ成長は良かった。このことから、放流時点(養殖魚を放流する秋口や春先)の魚体サイズの違いが、その後の天然魚の成長に影響を与えるとすると、同じ生息空間の中で大きさの違う個体が遭遇する場合に、その時点の魚体の大きさがその後の優劣に直接関係する要因であるものと考えられた。ただし今回の調査では、河川規模の小さな河川へ大型個体を放流したためか、放流魚の成長はほとんど認められな

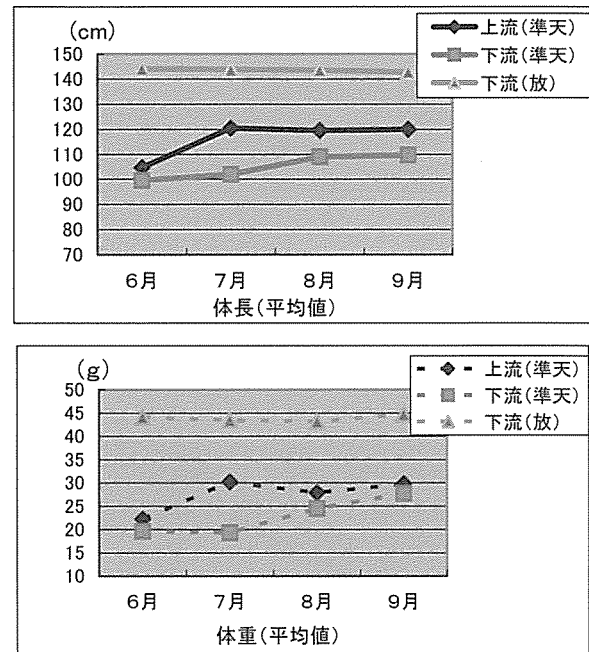


図6 体長・体重(平均値)の推移

かった。また、準天然魚の成長もやや増加した月があったもののその後の成長が押さえられていたことは、養殖魚(大型個体)の存在が少なからず準天然魚に影響を与えていた結果であるものと考えられた。このことから、堰堤下流区間の準天然魚の体長における成長は、放流魚の影響を受けた結果であると考えられた。

(水産技術部)

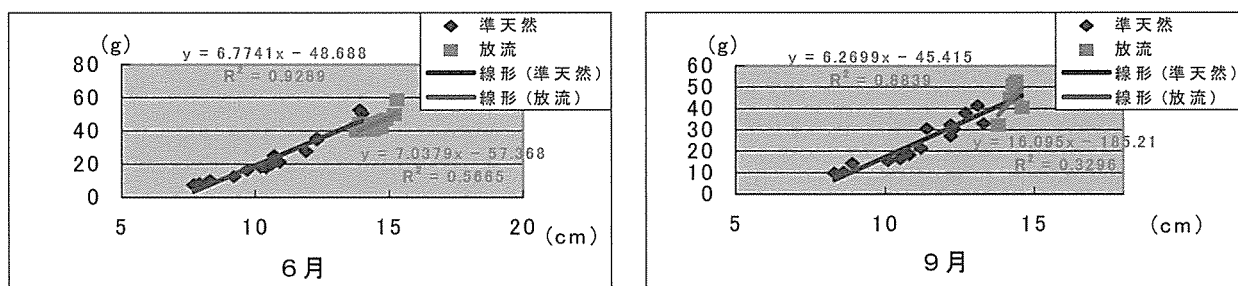


図7 堰堤下流における準天然魚と放流魚（養殖）の比較（体長と体重の関係）

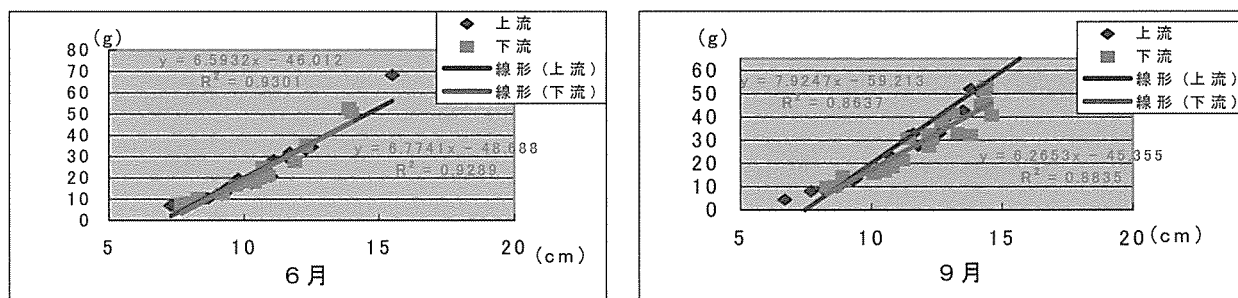


図8 堰堤上・下流天然魚の体長と体重の関係（6月と9月）