

◆ 報 文 ◆

河川水辺の国勢調査を利用した
河川横断施設が魚類に与える影響評価

佐合純造*

1. まえがき

河川の横断施設である堰、ダム、床止め、砂防堰堤等は治水利水面で大きな役割を果たしている反面、河川の縦断方向の連続性を遮り、その上下流で河川に変化を与えるため、河川に生息する動植物に大なり小なり影響を与えている。特に河川を移動する範囲が大きい魚類は影響を受けやすい。従来から魚類の遡上や影響を緩和するための魚道構造やこれに必要な水量についての検討は多く見受けられるが、横断施設が河川全体の魚類相に与える影響について検討した事例は数少ない。

本報文では「河川水辺の国勢調査」の活用例の1つとして同調査の魚類調査データと「全国一級水系における河川横断施設の概略点検結果」による河川横断施設の位置情報を組み合わせることによって、河川横断施設が広く河川縦断方向の魚類に対してどの程度の影響があるかを定量的に評価した結果を報告する。

2. 分析データ

(1) 河川水辺の国勢調査

「河川水辺の国勢調査」は国土交通省が実施している河川の生物や河川利用に関する一斉調査で、平成2年度(1990)から全国109の一級河川と一部の二級河川を対象に実施されている。調査内容は「魚介類(魚類及びエビ・カニ・貝類)」、「底生動物」、「植物」、「鳥類」、「両生類・爬虫類・哺乳類」、「陸上昆虫類等」の6項目の生物調査のほか、「河川調査」、「河川空間利用実態調査」が行われている¹⁾。6項目の生物調査は全河川を毎年全項目一斉に実施するのではなく、5年で6項目の生物調査が一巡するような頻度で行われている。特に魚類調査は全国109の一級河川全体で約1600の調査地点で行われている。このうち、本報文では横断施設の影響を統一的に分析するため、

本川の調査地点のみを対象にした。対象の調査地点は約840地点で、調査地点の平均的な間隔は約10kmである。また、データは以下のように整理した。

- ①評価は捕獲した魚種数、個体数、及び魚種別構成比(全捕獲個体数に占める各魚種の捕獲個体数の割合)を用いて行った。
- ②魚類調査が2巡以上行われている場合には最新年度のデータを用いた。このため、ほとんどが平成7年度から平成11年度までのデータである。
- ③魚種数、捕獲個体数は時期別に区別せず、年間の合計数を求めて分析を行った。
- ④対象魚種は「純淡水魚」及び「回遊魚」として、海の影響の大きい「汽水・海水魚」は分析対象から外した。

以上にもとづいて、全国109一級河川の魚類調査データの整理を行った。たとえば、全国一級河川の魚種相の現状を図-1に示す。

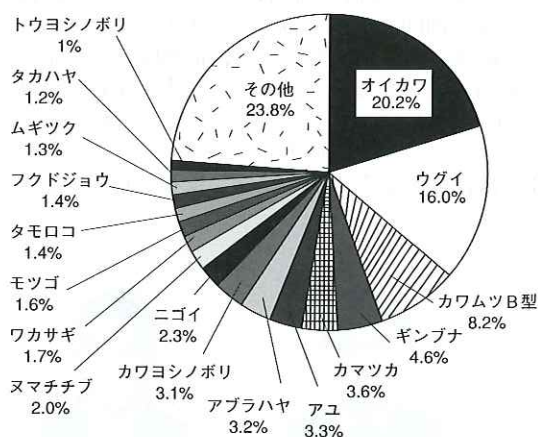


図-1 各魚種の占める割合(全国109の一級河川)

(2) 河川横断施設の現況

「魚ののぼりやすさからみた河川横断施設概略点検マニュアル(案)」(建設省河川局治水課、平成5年(1993))にもとづいて、平成5~6年度

に全国 109 一級河川を対象に横断施設の点検が実施された。その結果は「全国一級水系における河川横断施設の概略点検結果」としてまとめられている。これによると全国 109 の一級河川の本川及び主要支川で 3624 の河川横断施設がある。ここでは魚類の遡上等が困難または不可能な施設は、①魚道のないもので施設上下流の落差が 30cm 以上ある施設（ただし、落差が 30～40cm で直下流の水深が 30cm 以上ある場合は除く）②魚道があるものでも有効に機能していない施設、の条件で整理されている。①に該当するのは「魚道無し」の 2692 施設のうち 2040 施設、②に該当するのは「魚道有り」の 932 施設のうち 419 施設で合わせて 2459 施設（全体の 67.9%）である（図-2）^{2) 3)}。

今回対象とした区間（本川で河川水辺の国勢調査の実施区間）では横断施設が 1285 施設あり、魚類の遡上等が困難な施設は上記の条件から 909 施設である（図-2）。各河川の横断施設の平均的な設置間隔は約 9km である。また、河口からの最下流の横断施設までの距離（最下流の横断施設はそれより上流の施設にくらべて影響が大きいと考えられる）は平均約 34km である。なお、上記の条件で魚類の遡上等の困難な横断施設の無い河川は 109 河川のうち 17 河川である。

以下、本報文では全河川横断施設のうち、河川水辺の国勢調査対象区間に存在して魚類の遡上等が困難な施設（909 施設）を対象として、分析を進めることにする。

3. マクロな影響評価

河川横断施設が河川生物に与えている影響を河川単位のデータを用いてマクロに検討した。

図-3 は各河川の「横断施設の平均的な設置間隔」（以下、「設置間隔」と略す）、「最下流の横断施設の河口からの距離」（以下、「最下流施設の位置」と略す）の 2 指標と河川水辺の国勢調査で得られた各生物の確認種数との相関係数を示す。棒グラフに付記した幅は信頼係数（ $1 - \alpha$ ）を 0.95 とした場合の信頼区間を示す⁴⁾。また、「相関係数 = 0」とする仮説検定⁴⁾を行った結果、「設置間隔」とは植物種数、鳥類種数、陸上昆虫種数が有意な正の相関（有意水準 $\alpha = 0.05$ 、以下同様）を示し、「最下流施設の位置」とは底生生物種数、植物種数、鳥類種数、両生類種数、哺乳類種数、

陸上昆虫種数が有意な正の相関を示した。陸上昆虫、鳥類、植物については 2 指標とも正の相関があり、このことから、これらの生物が他より横断施設との関係が強く種数の変化を受けやすいこと

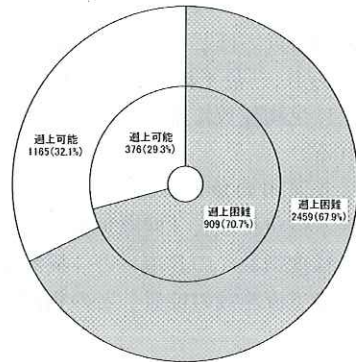


図-2 全国の河川横断施設の実態 (平成 5～6 年度調べ)
(外側は点検結果全体、内側は本報文での対象区間)

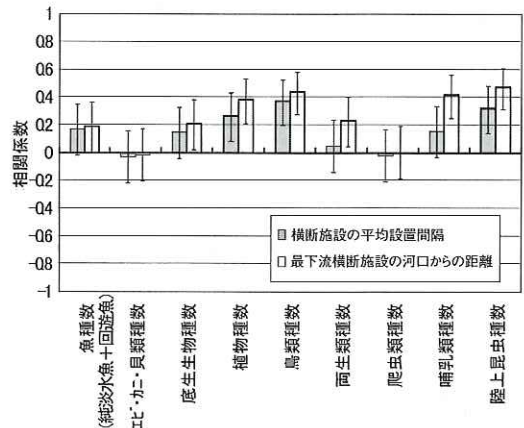


図-3 河川横断施設配置と河川生物種数との相関

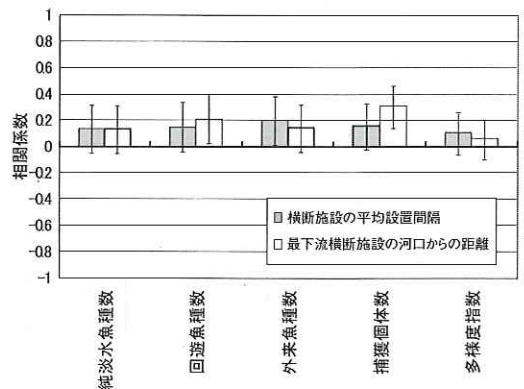


図-4 河川横断施設配置と魚類データとの相関

を示している。この理由については、たとえば、横断施設によって湛水区域が多いため生息場所である河川数が小さくなること等が考えられるが、今後個別の調査が必要である。

また、「最下流施設の位置」の方が「設置間隔」より相関係数が全体に大きく、最下流の横断施設の位置が河口に近いほど各生物の種数が小さくなる傾向がみられ、「最下流施設の位置」が「設置間隔」以上に生物種数にインパクトを与えていると考えられる。

図-4は各河川の魚類に限定して「捕獲個体数」、「純淡水魚種数」、「回遊魚種数」、「外来魚種数」、「多様度指数」の5項目と「横断施設の設置間隔」、「最下流施設の位置」との相関を求めたものである。

なお、多様度指数は多様性の目安となる量であり、種の数にそれぞれの種の捕獲個体数を加味して生態系の種多様性を定量化したものである。多様度指数には幾通りかの算定法が提案されている

が、ここではシャノンの多様度指数を適用した⁵⁾。

$$\text{シャノンの多様度指数} = - \sum_i P_i \times \ln P_i \quad (1)$$

ここでsは魚種数、Piは魚種iの魚種別構成比である。

「最下流施設の位置」については「捕獲個体数」、「回遊魚種数」と有意な正の相関がみられた。なお、「捕獲個体数」との関係は河川によって調査密度や調査範囲に違いがあるため、この結果だけから横断施設と魚類の生息数の関係を評価することはむずかしい。「設置間隔」については「外来魚種数」のみと有意な正の相関がみられたが大きくはなかった。

4. 河川上下流方向での影響評価

河川上下流方向の横断施設位置と河川水辺の国勢調査（魚類調査）位置の関係から、横断施設が魚類相にどのような影響を与えているかについて検討した。

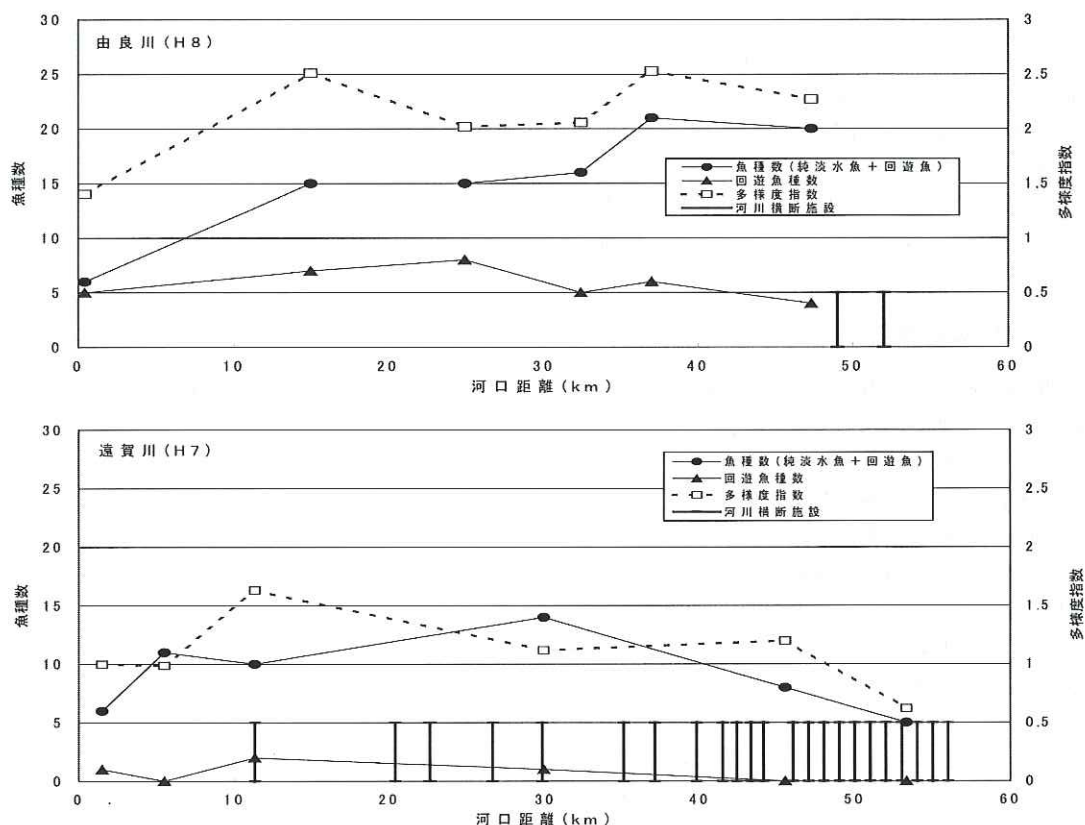


図-5 河川横断施設と魚種数・多様度指数の関係（由良川、遠賀川の例）

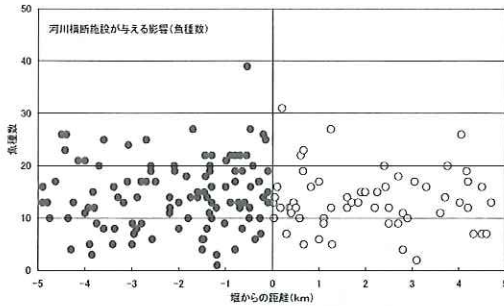


図-6 河川横断施設が上下流の魚種数に与える影響

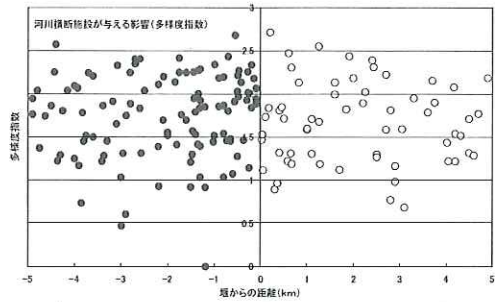


図-7 河川横断施設が上下流の魚類の多様度指数に与える影響

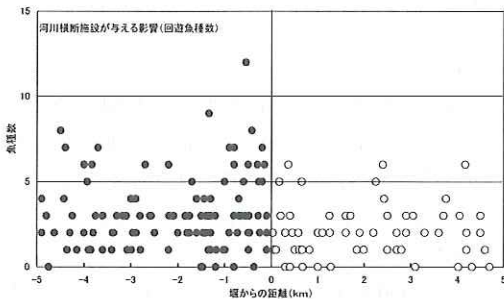


図-8 河川横断施設が上下流の回遊魚種数に与える影響

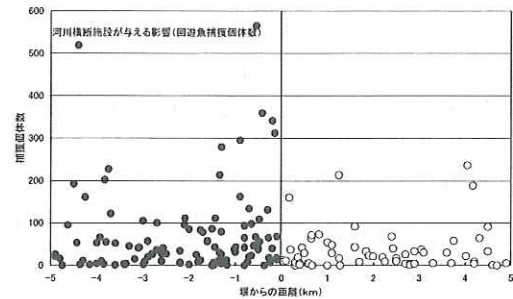


図-9 河川横断施設が上下流の回遊魚捕獲個体数に与える影響

図-5は「河川水辺の国勢調査」区間に横断施設が無い由良川（近畿）と河川横断施設が多い遠賀川（九州）を例にとって、河川縦断方向に魚種数（淡水魚＋回遊魚）、回遊魚種数、多様度指数の変化と横断施設の位置を示したものである。由良川の場合は上流部でも魚種数（特に回遊魚種数）や多様度指数に大きな変化が見られない。一方、遠賀川では由良川にくらべて全体的に魚種数や多様度指数が小さく、また、上流部にいくに従って回遊魚種数や多様度指数の低下が顕著である。由良川と遠賀川では河川横断施設の有無だけでなく、水質、流域特性等の他要因も異なるため単純には比較できないが、両河川の概略の傾向はつかむことができる。

(1) 魚種数及び多様度指数での影響評価

横断施設付近にある河川水辺の国勢調査（魚類調査）地点の魚種数（純淡水魚＋回遊魚）を縦軸、横断施設からの距離（上下流5kmを対象にして施設上流方向を＋、下流側方向を－）を横軸にして、その関係を図-6に示す。また、多様度指数と横断施設からの距離との関係を図-7に示す。

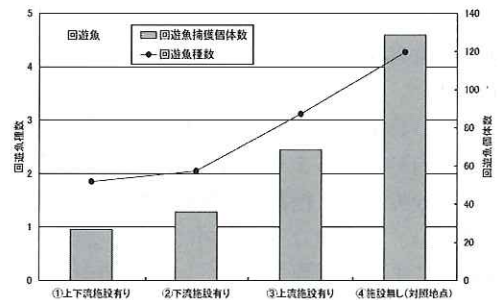


図-10 河川横断施設の位置による回遊魚に与える影響

魚種数及び多様度指数では横断施設からの距離や施設上下流による変化はあまり見られない。このため、魚種のうち回遊魚のみ取り出して、回遊魚種数と横断施設からの距離の関係を図-8に示す。回遊魚種数では横断施設上下流で変化がみられて、施設直上流で種数が少なくなっている。また、図-9は回遊魚の捕獲個体数と横断施設との距離の関係を示すが、これも下流側に比べて上流側が少なくなっている。捕獲個体数は前述したように捕獲調査手法による違いが生じやすく、施設の有無

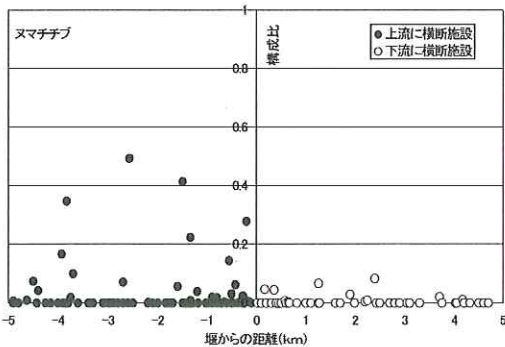


図-11 河川横断施設上下流でのスマチチブ構成比の変化

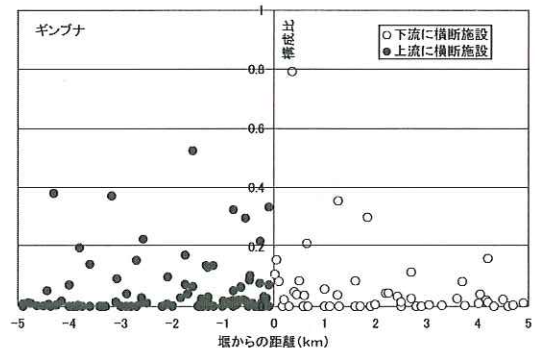


図-12 河川横断施設上下流でのギンブナ構成比の変化

だけで一律の比較できない面もあるが、回遊魚が横断施設によって遮断されて滞留している傾向がみられる。

図-10は各調査地点についてその上下流での横断施設の有無(図-8、図-9と同様に上下流5kmの範囲)によって、回遊魚の捕獲個体数と種数の平均を求めたものである。バラツキは大きい(標準偏差は捕獲個体数で40~270、種数で5.2~6.6)ものの、横断施設の有無によって変化が見られて、影響が大きい順に、①「上下流に横断施設有り」②「下流に横断施設有り」③「上流に横断施設有り」④「横断施設無し」であることが示された。

以上から淡水魚全体(純淡水魚+回遊魚)では横断施設の影響はあまり見られないが、回遊魚にしばって分析すると種数や捕獲個体数が施設上流側で少なく、下流側で多くなっており、回遊魚が横断施設によって影響をうけている傾向が示された。特に横断施設に挟まれた調査地点では横断施設がない場合に比べて種数で2種類以上少なく、捕獲個体数では1/4以下であることが示された。

(2) 個別魚種の影響評価

個別魚種について各調査地点の横断施設からの距離(施設上流側方向は+、下流側方向は-)と魚種別構成比の関係を比較した。まず、回遊魚の代表としてスマチチブ、これと比較するため純淡水魚の代表としてギンブナを選んで図-11及び図-12に結果を示した。スマチチブは図-8、図-9の傾向と同様に横断施設下流側(+側)と比較して上流側(-側)で魚種別構成比が小さくなっている。一方、ギンブナについては横断施設による魚種別構

成比の変化は顕著ではなかった。

図-13は主要な魚種を純淡水魚と回遊魚に分けて、各調査地点上下流±5kmの範囲での横断施設の有無で、各調査地点を「上下流に横断施設有り」、「下流に横断施設有り」、「上流に施設有り」の3つに区分して魚種別構成比を比較した結果である。同図の縦軸は横断施設の影響を比較しやすいように前述の3区分ごとの魚種別構成比の

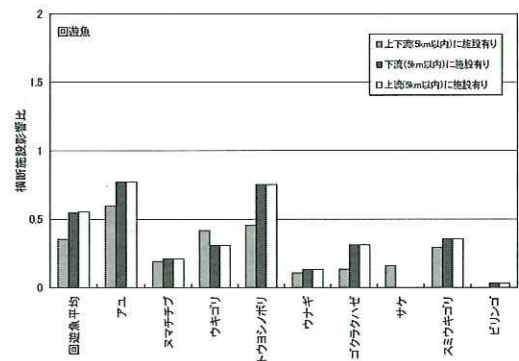
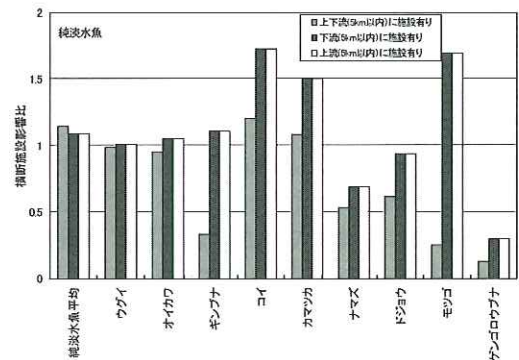


図-13 河川横断施設上下流の個体数構成比の変化(魚種別)

平均値を「上下流に施設無し」の魚種別構成比の平均値で割った値（以下、「横断施設影響比」と呼ぶことにする）を示している。

回遊魚についてはいずれの魚種においても、横断施設影響比は1を大きく下まわっており、横断施設によって魚種別構成比の減少がみられる。横断施設影響比が小さく、影響の大きい順に①「上下流に横断施設有り」②「下流に横断施設有り」③「上流に施設有り」となり、図-10と同様な傾向が得られた。

純淡水魚では多くの魚種の横断施設影響比が1前後（または1を上まわる）の値を示して横断施設による減少はみられないが、ゲンゴロウブナ、ナマズ等では1を下まわっており、横断施設による影響がみられた。「上下流に横断施設有り」に限っては、ギンブナ、モツゴ、ドジョウも1を下まわっており、影響がみられた。

5. まとめ

「河川水辺の国勢調査結果」と「全国一級水系における河川横断施設の概略点検結果」を用いて、マクロに河川横断施設と河川生物の関係を求めた。また、横断施設の設置位置と各調査地点の魚類調査データを組み合わせることによって、横断施設と魚類の関係を定量的に分析した。主な結果は以下のとおりである。

- (1) 横断施設と各生物の確認種数との相関を求めた結果、陸上昆虫、鳥類、植物種数で「横断施設の設置間隔」及び「最下流横断施設の河口からの位置」と正の相関となり、横断施設の間隔が密で最下流の横断施設が河口に近いほど河川の上記生物の種数が小さくなることが示された。また、「最下流横断施設の河口からの位置」の方が「横断施設の設置間隔」よりも上記傾向が大きいことがわかった。
- (2) 回遊魚は、魚種数、捕獲個体数ともに横断施設上流側で少なくなり、回遊魚が横断施設の影響で下流側に滞留する傾向が示された。
- (3) 各魚種について調査地点の上下流 5km の範囲での横断施設の有無によって、魚種別構成比を比較した結果、回遊魚では多くの魚種で横断施設の上下流で変化がみられて横断施設の影響が認められた。純淡水魚では影響がみられた魚種は少ないが、ゲンゴロウブナ、ナマズ等で影

響が認められた。

今回の調査結果は全国の河川での横断施設とその付近で行われた河川水辺の国勢調査結果をつきあわせて分析したものである。しかし、河川水辺の国勢調査（魚類調査）の調査地点密度は各河川の横断施設数にくらべて粗く、横断施設の影響を評価するための適切な配置となっていないなどの問題もある。また、今回の分析では横断施設以外の各河川の個別な特性は考慮せずに、109 河川のデータを一括して分析を行っている。これらは今回の結果がバラツキの大きい原因と考えられる。今後、本報文の結果を踏まえて個別河川の詳細調査や横断施設以外の要因も考慮した分析を行い、河川全体から横断施設の影響評価や予測手法の確立を図っていく必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局監修、(財)リバーフロント整備センター編集：河川水辺の国勢調査年鑑（平成2・3年度～平成11年度）、山海堂、1993～2001
- 2) 建設省河川局河川環境課監修：全国一級水系における河川横断施設の概略点検結果、(財)リバーフロント整備センター、1995年12月
- 3) 古川博一：河川と自然環境シリーズ、V. 魚がのぼりやすい川づくり、土木技術 53 巻 11 号、1998 年 11 月
- 4) 内田 治：すぐわかる EXCEL による統計解析、東京図書、1996 年 2 月
- 5) 木元新作、武田博清：群集生態学、共立出版、1989 年 6 月

佐合純造*



独立行政法人土木研究所
水循環研究グループ長
Junzo SAGO