

## 北海道南部の砂防堰堤の存在する河川における 底生昆虫の生息密度と滞留有機物量の縦断分布

布川雅典<sup>1</sup>；菊池俊一<sup>2</sup>

### The density of benthic macroinvertebrate and abundance of benthic organic matter along the stream with check dams in southern Hokkaido, Japan.

M. Nunokawa<sup>1</sup>; S. Kikuchi<sup>2</sup>

#### 要旨

河川のエネルギー源は上流域から下流域に行くにつれ他生性から自生性有機物に依存し、それに同調して水生昆虫群集も連続的に変化する。ダム等の設置はこの連続性に影響する可能性がある。しかし、これら構造物が存在する河川においては底生動物群集に関する研究は非常に少ない。そこで北海道南部の砂蘭部川に8箇所の調査区間を設けて底生昆虫の生息密度を測定した。さらに、生息密度に係る生息環境変数として、滞留有機物量および物理環境変数を計測した。その結果、底生昆虫の生息密度は下流に行くにつれ増加していた。粗粒滞留有機物量は流程における変化が見られなかったが、細粒滞留有機物量は2号砂防ダムの上流と下流区間とでは大きく異なっていた。底生昆虫の生息密度といずれの環境変数も有意な相関関係は認められなかった。一方で、細粒滞留有機物量の流程変化には砂蘭部川の河床地形の変化と底質粗度が影響している可能性が示唆された。

**キーワード:** 底生昆虫生息密度、有機物量、縦断分布、河床洗掘、砂防堰堤

#### Abstract

The changing of energy resource from allochthonous to autochthonous organic matter along a stream, the aquatic macroinvertebrate community continuously changes, too. This river continuum can be affected by construction of erosion control check dams in the stream. We have been little known about macroinvertebrate distribution pattern in the stream had check dams in Japan.

Therefore we measured the density of macroinvertebrate from 8 research reaches in the Saranbe stream in Southern Hokkaido. We furthermore collected biomass of benthic organic matter and physical environmental variables as the habitat environmental variables. The density of macroinvertebrate was increased along the stream. Although the abundance of coarse benthic organic matter had no longitudinal trend, the abundance of fine benthic organic matter was strongly different among the upstream reaches and the downstream reaches of number two check dams. The no significant correlation between density and any habitat variable were revealed. It was suggested that the longitudinal difference of abundance of fine benthic organic matter was related with the difference of channel geomorphology and substrate coarseness along the stream.

**Keywords:** macroinvertebrate density, abundance of organic matter, longitudinal distribution, stream bed scouring, check dam

<sup>1</sup> 専修大学地域総合科学研究センター(〒079-0197 北海道美唄市字美唄 1610-1, TEL: 0126-63-4321)  
Community Cooperative Research Center, Senshu University, Bibai, Hokkaido, 079-0197, Japan:  
[nunokawa@senshu-hc.ac.jp](mailto:nunokawa@senshu-hc.ac.jp)

<sup>2</sup> 北海道大学大学院農学研究院(〒060-8589 北海道札幌市北区北9条西9丁目, TEL: 011-706-2809)  
Hokkaido University, Research Faculty of Agriculture, Sapporo, Hokkaido, 060-8589, Japan:  
[kikku@for.agr.hokudai.ac.jp](mailto:kikku@for.agr.hokudai.ac.jp)

## 1. はじめに

人間活動の影響が極めて小さい、いわゆる自然状態の河川の上流域では河畔林の樹冠が水面を広く覆っている。そのような河川も下流に行くにつれて水面幅は大きくなり、河畔林の樹冠によりすべての水面を隠すことは出来なくなる。樹冠に覆われない水表面には日光が直接到達することとなり、河川内の一次生産量が上流に比べ増加するようになる。河川内に存在する有機物の内訳をみると、上流域では河畔林から供給される落葉落枝がほとんどであったのに対し、下流域では藻類などの一次生産による有機物が多くを占めるようになる。河川に生息する底生昆虫の多くはそのような有機物を主な餌資源としており、種によって摂食する有機物の種類に選好性を持つことがわかっている。このため、河川の上流から下流にかけて連続しておこる有機物の質的・量的変化に依存して、底生昆虫群集も連続変化を示すこととなる。

一方、日本の河川に多い砂防・治山ダム等の構造物は貯水ダム等と比べると小規模であるため、ダム貯水池出現により起こるようなエネルギー循環の変化 (Hauer et al., 1989; Webb and Walling, 1993) は起こりにくいものの、ダムを挟む上下流区間における土砂や有機物の流下・滞留等に変化が起こる可能性が高く、前述のような河川生態系にとって重要な河川連続性に影響を与えているものと思われる。このような砂防・治山ダムは戦後復興期以降に土砂災害防止を目的に日本の溪流に次々と造られてきたが、その事業目的達成の一方で、河川連続性の消失からくる生物の生息環境の変化も避けられず、河川の生物多様性が低下してきた一因といわれている。

近年、河川生物の生息環境再生・保全を考慮に入れ、堤高の高いダムへの魚道設置や流砂の連続

性確保を目的とした不透過ダムのスリット化など、既設構造物の改良が各地で進められている。しかし、これら構造物の存在する河川において底生動物群集に関する研究は非常に少ない。今後、既設不透過型ダムのスリット化や透過型ダムの新設が進む可能性は高く、これらのダム設置の河川への影響把握を科学的および効率的に行うには、河川生態系への影響に関する研究・調査データを今から蓄積していくことが必須である。

そこで、本研究では、河川生態系の重要な構成要素である底生昆虫群集と有機物を対象に、①横断構造物を挟んだ縦断方向における底生動物の生息密度と有機物滞留量の変化や、②底生昆虫の生息密度とその生息に関係する環境因子（例えば河床面を構成する河床礫の粒径など）との関連性を明らかにすることを本研究の目的とする。

## 2. 方法

### 2.1 調査地概要

調査は北海道南部八雲町を流れる遊楽部川支流砂蘭部川(北緯42° 東経140°)において行われた。砂蘭部川には遊楽部川との合流点から7.3kmと10.5km上流にそれぞれ砂防堰堤(2号砂防ダム、1号砂防ダム)が設置されている。河川延長は18.6kmで、合流点から約2.5kmより上流では河岸には広葉樹を中心とした林帯がほぼ連続して存在する。

### 2.2 調査区間の設定

底生昆虫群集の分布に関する連続性が構造物の存在により変化するのかどうかを検討するため、サランベ川1号砂防ダム上流から2号砂防ダム下流の部分を対象に、1号砂防ダム上流に1ヶ所、1

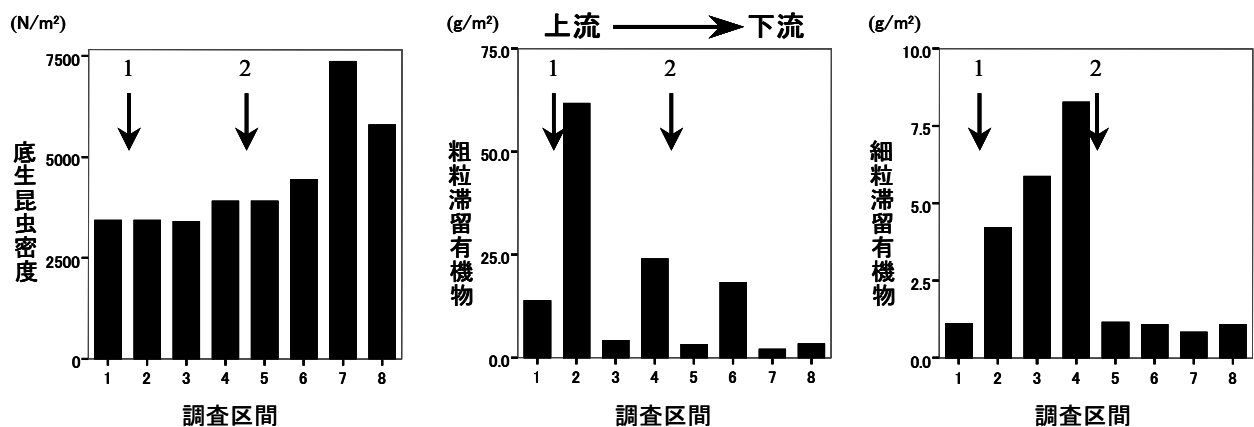


Fig.1; 図-1底生昆虫の生息密度と有機物量の縦断分布各調査区間のサンプル数は1. 下向き矢印は砂防構造物の流程における位置を、数字は砂防堰堤の名前を示す. 1:1号砂防ダム, 2:2号砂防ダム.

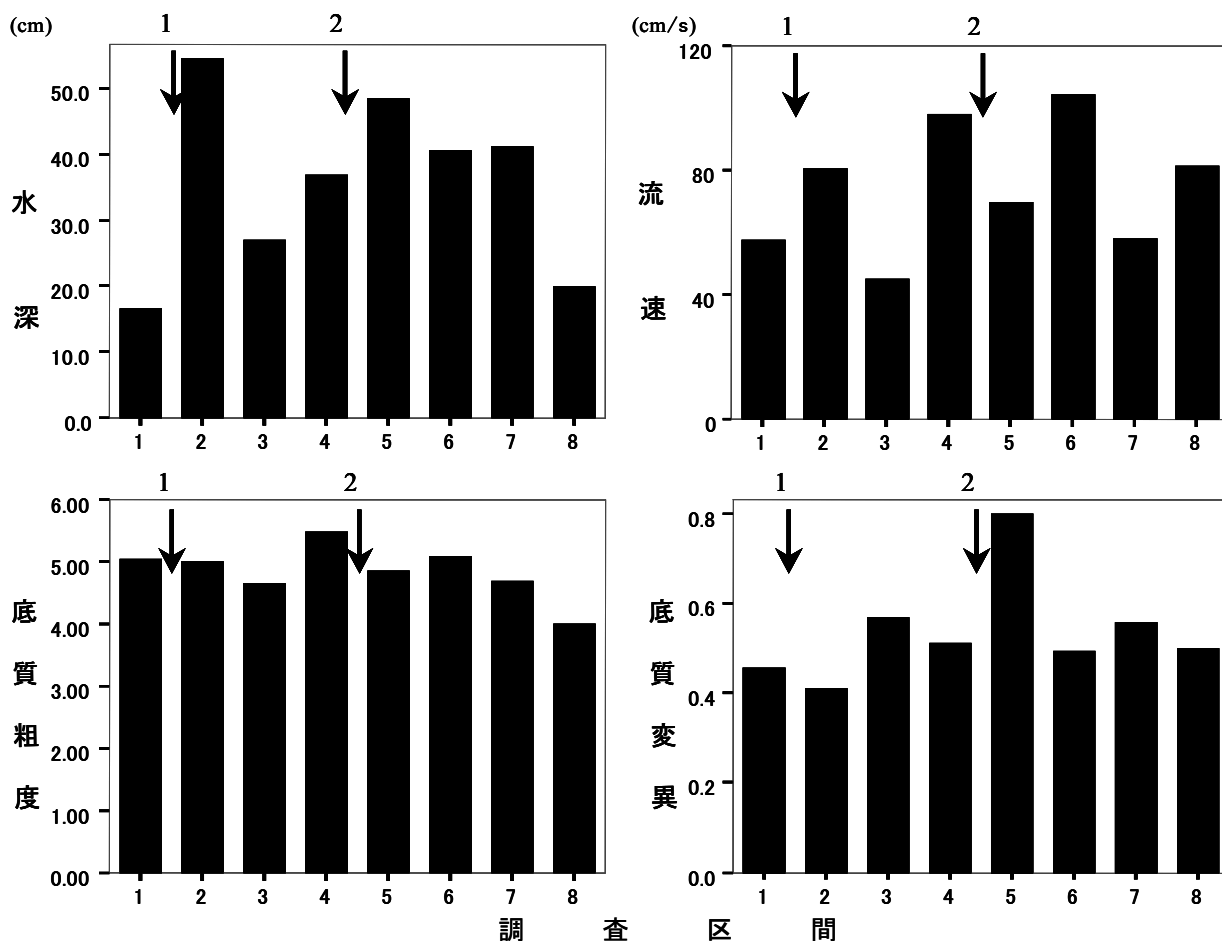


Fig.2; 図-2底生昆虫の生息場所変量の流程変化. 各調査区間のサンプル数は1. 下向き矢印と添え字は図1と同じ. 底質粗度は河床表面の礫をそのサイズにより区分して表現したもの. 1: 岩盤, 2: <2mm, 3: 2-16mm, 4: 16-64mm, 5: 64-256, 6: >256mm. 底質変異は底質粗度の標準偏差であり値が大きいほど礫径のパラツキが大きいことを示す.

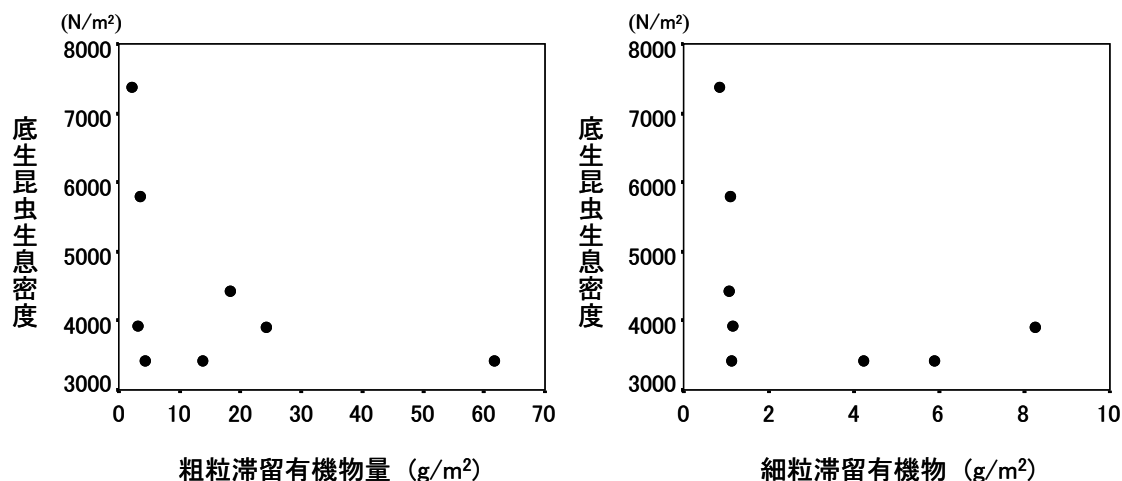


Fig.3; 図-3底生昆虫の生息密度と滞留有機物量との関係.

号砂防ダムと2号砂防ダムの間に3ヶ所、さらに2号砂防ダムの下流に4ヶ所の計8ヶ所の調査区間を設けた。上流から調査区間1とし、最下流の調査区間を調査区間8とする。

### 2.3 調査方法

各調査区間において、底生昆虫及び有機物の定量的把握（底生昆虫の場合は河床単位面積あたりの生息密度、有機物の場合は河床単位面積あたりの現存量）を行うとともに生物群集の生息場所の環境変量（例えば、河床面を構成する河床礫の粒

度組成、水深、流速など）を計測した。これらの調査は2002年10月25日～11月5日に実施した。以下、調査項目の詳細な説明を示す。

各調査区間を、流速や水深といった生息場所環境によって区分される瀬や淵といった流路単位に分割する。さらに、それらの流路単位の中からその調査区間を代表するような瀬を一つずつ選定した。

底生昆虫は、調査区間1～8の瀬において、それぞれサーバーネットを用いて1サンプルずつ採取した。流路単位は底生昆虫の生息環境として一様な空間ではなく、異なる生息環境をもつ、より小さな空間から構成されている。その空間単位を微生息場所とし、底生昆虫の採取は流路単位の中にある代表的な微生息場所から行った。

底生昆虫を採取する場所の生息環境を昆虫サンプル採取の前に測定した。採取場所に50×50cmのグリッドを設置し、その四隅と中心点で水深、流速を測定した。流速は各測定点の水底、水表面付近及びこれらの中間点で測定した。また、このグリッドにさらに10×10cmの小グリッドを25個設定し、この小グリッドに入る底質を岩盤、砂

(<2mm)、小礫(2-16mm)、中礫(16-64mm)、大礫(64-256mm)、巨礫(>256mm)の6つのカテゴリーに割り当てることで河床の状態を評価した。

採取したサンプルは研究室に持ち帰り、1mm以上の底生昆虫を実体顕微鏡下で拾い上げ、その個体数を計数した。また、滞留有機物はその大きさで1mm以下と1mm以上の2種類（細粒有機物および粗粒有機物）に分類し、500℃で2時間燃焼し、強熱減量を計測した。

## 2.4 統計解析

流程に沿った底生昆虫の生息密度、滞留有機物量、および物理環境変量の変化を見るために、これらの変量と区間番号との間でスピアマンの相関分析を行った。また、底生昆虫の密度と生息場所環境との関係を把握するために、底生昆虫の密度に対し、滞留有機物（粗粒および細粒有機物）および生息場所変量（水深、流速、底質粗度および底質変異）の間でピアソンの相関分析を行った。

## 3. 結果

底生昆虫の生息密度は下流に行くにつれ増加し

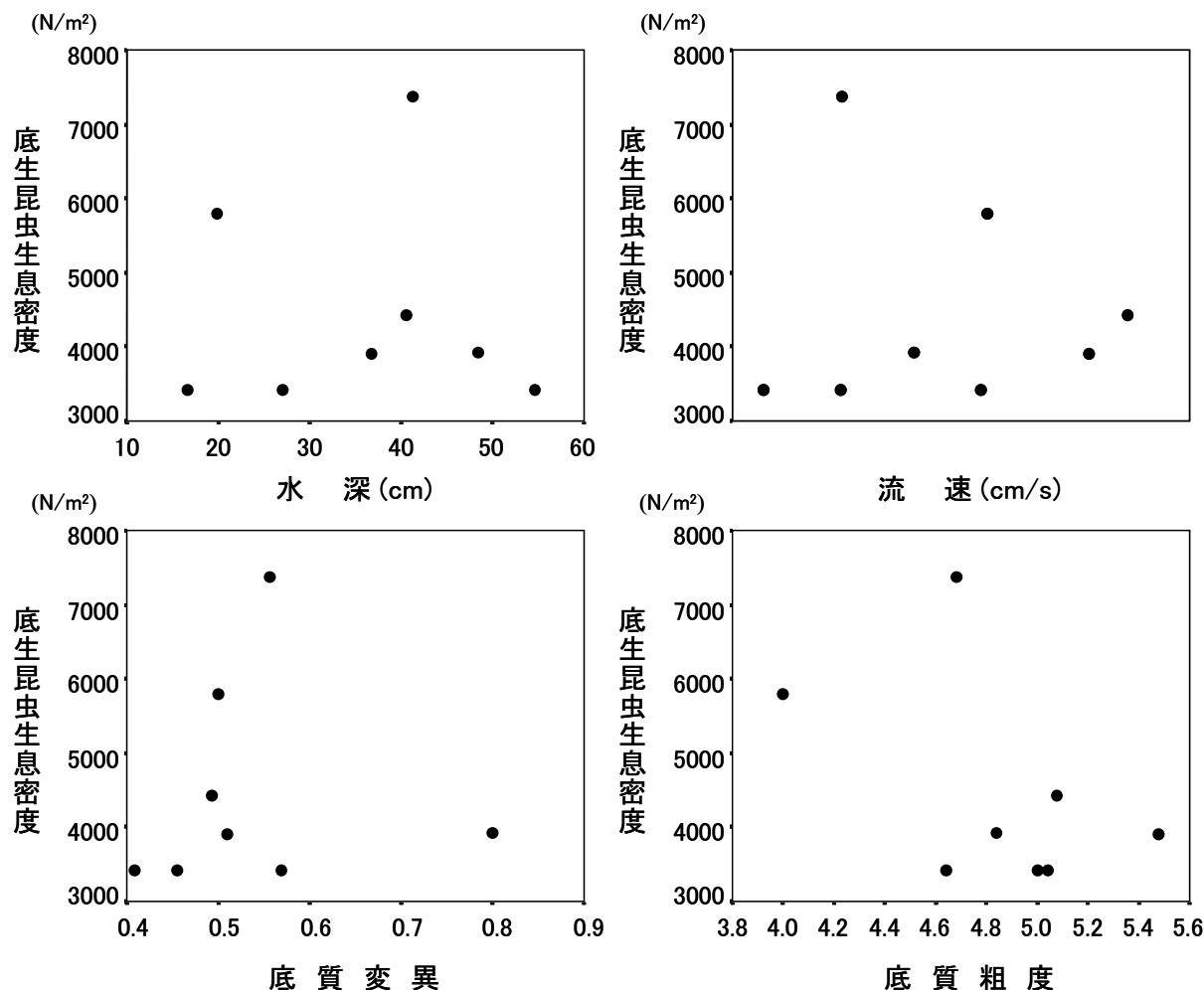


Fig.4; 図-4底生昆虫の生息密度と生息場所変量との関係

ていることが認められたものの（スเปアマンの相関分析、 $r=0.90$ 、 $p<0.05$ 、 $n=8$ ）、他の変量については河川の流程に沿った有意な変化は認められなかった。（図-1、2）。細粒滞留有機物の流程分布は区間 4 までは増加が認められたものの、それより下流ではほとんど変化が認められなかった。そのために有意な相関関係は認められなかった（図-1）。また、水深は区間 2 と 8 を除けば下流に行くにつれ増加していることが認められた（スเปアマンの相関分析、 $r=0.83$ 、 $p<0.05$ 、 $n=6$ ）。流程に沿った底質粗度有意ではないものの、区間 6 から下流では徐々に粒径が小さくなっていた。

ピアソンの相関分析の結果、底生昆虫の生息密度と滞留有機物量との間には有意な関係は認められなかった（図-3）。底生昆虫の生息密度といずれの生息場所変量（水深、流速および底質）との間にも有意な関係は認められなかった（図-4）。

#### 4. 考察

上流から下流に沿って底生昆虫の生息密度は緩やかな増加傾向を示した。一般に水深や流速などの物理環境や河川に存在する落葉や付着藻類といった有機物量は流程に沿って変化する。これに対応して、これらを生息環境として利用する底生昆虫群集は上流から下流に沿って変化する（Vannote et al., 1980）。この関係から、河畔域を人為的に攪乱した場合、本来知られている流程に沿った底生昆虫群集の変化とは異なる流程変化が起こるものと考えられ、これまでも報告されている（布川・井上, 1999）。本調査河川には 2 基の砂防堰堤が設置されており、何らかの影響が底生昆虫群集やその生息環境変量に及ぼされていると考えられた。底生昆虫の生息密度が下流に行くにつれて増加し、砂防堰堤の上下流において大きく変化することはなかった。しかし、細粒滞留有機物量が 2 号砂防ダムまでの区間とそれより下流の区間で大きく異なっていた。また、底質粗度はダムの直下流ではないものの、調査区間の下流部で小さくなっていた。

底生昆虫の生息環境として重要なものに落葉落枝からなる滞留有機物量があげられる。カナダの森林地帯を流れる河川においては、河川次数が大きくなるにつれて年間の粗粒状有機物は減少すること（Connors & Naiman, 1984）が知られている。人為的影響のない河川においては、河川中の倒流木等の障害物が有機物の滞留量に大きな影響を与えており（Bilby, 1981）、下流に行くにつれてこのような障害物の量が減少することや河岸からの供給量の減少が河川中の滞留有機物量の減少につながる。本調査地では上流の区間において河岸は森林に覆われていたが、河川中の倒流木は少なかった。

このため、河川内に滞留する粗粒有機物に流程に沿った変化が認められなかったのかもしれない。

一方で、区間 4 までは細粒有機物量に増加傾向が見られ、2 号砂防ダムの下流では大きく有機物量が減少し、流程に沿った変化も見られなくなった（図-1）。増加していた区間は河岸に溪畔林が存在する区間とほぼ一致している。上流部において細粒有機物は淵や倒流木が作る淵で多く滞留する（Bilby & Likens, 1980; Smock et al., 1989）が、河床間隙に貯留されることもあり、一般に粗い河床材料の場所ほど滞留される（Webster et al., 1987）。また、本河川の区間 4 の下流では河床礫が洗掘され露岩している区間が多く認められる。さらに、河床材料の粒径も上流部に比べ細かくなっていた（図-2）。そのため、区間 4 より下流では河畔や上流から供給された細粒有機物は滞留できる場所が少なかったのかもしれない。

#### 5. おわりに

本研究では、底生昆虫密度、有機物量および底質粗度など流程に沿った変化が認められたものの、これらの間の関係は明らかにならなかった。また、これらの変量の変化がダムの存在と何らかの関係があることも明らかにならなかった。本研究では各調査区間において 1 サンプルであったため、区間間と区間内のデータの変動を検出できない可能性がある。しかしながら、細粒滞留有機物量の流程分布は 2 号砂防ダムを挟んだ上下流で大きく異なっていたことから、この上下流において滞留場所特性に関係する違いがあることが示唆されるだろう。既設の砂防堰堤に対し改良化（スリット化）が各地で行われており、それらの影響評価を行う際の事前の基礎資料として北海道内外の河川において、本研究のような調査計画によるデータの蓄積が重要となる。その際には採取サンプル数の取り扱いには十分検討する必要がある。

#### 6. 謝辞

本研究を行うにあたり、北海道函館土木現業所および株式会社シン技術コンサルには現地調査の際に多くの便宜を図って頂いた。また、現地調査には北海道大学大学院農学研究科砂防学研究室（現流域砂防学研究室）、ならびに当時同大農学部森林科学科 3 年生の学生諸氏の大きなご助力をいただいた。さらには、当時博士研究員の庄子康博士（現在同大農学研究院助教）には現地調査の際にご助言とご助力頂いた。なお、本研究の一部は北海道函館土木現業所平成 14 年度報告書を使わせて頂いた。

#### 7. 参考文献



**Bilby R E; Likens G E** (1980). Importance of organic debris dams in the structure and functions of stream ecosystems. *Ecology*, 61, 1107-1113

**Bilby R E** (1981). Role of organic debris dams in regulating the export of dissolved and particulate matter from a forested watershed. *Ecology*, 62, 1234-1243

**Connor M E; Naiman R J** (1984). Particulate allochthonous inputs: relationship and stream size in an undisturbed watershed. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 41, 1473-1483

**Hauer F R; Stanford J A; Ward J V** (1989). Serial discontinuities in a Rocky Mountain river. II. Distribution and abundance of Trichoptera. *Regulated Rivers: Research & Management* 3, 177-182

布川雅典, 井上幹生(1999). 北海道北部の小河川に

おける河畔植生と底生昆虫群集との対応様式, 陸水学雑誌, 60(3), 385-397

**Smock L A; Metzler G M; Gladden J E** (1989). Role of debris dam in the structure and functioning of low-gradient headwater streams. *Ecology*, 70-764-775

**Vannote R L; Minchall G W; Cummins K W; Seddell J R; Cushing C E** (1980). The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 37, 130-137

**Webb B W; Walling D E** (1993). Temporal variability in the impact of river regulation in thermal regime and some biological implications. *Freshwater Biology*, 29, 167-182

**Webster J R; Benfield E F; Golladay S W** (1987). Experimental study of physical factors affecting seston transport in streamas. *Limnology and Oceanography*, 32, 848-863