

堰堤建設後の溪流環境が水生昆虫に与える影響

Influence on aquatic insects caused by check dam construction

國分美華子*1・田中夏子*1・榮結以*2・野澤佳司*1・村津匠*1・荒金達彦*1・掛谷亮太*3・阿部和時*2

Mikako KOKUBUN*1, Natsuko TANAKA*1, Yui SAKAE*2, Yoshikazu NOZAWA*1,
Ryouta KAKETANI*3 and Kazutoki ABE*2

* 1 日本大学大学院生物資源科学研究科

Grad. Sch. Bioresource Sci., Nihon Univ., Fujisawa 252-0880

* 2 日本大学生物資源科学部

Coll. Bioresource Sci., Nihon Univ., Fujisawa 252-0880

* 3 森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305-8687

要旨：土砂災害防止のために建設される治山・砂防堰堤（以下堰堤）による土砂移動の抑制や高低差による流路の分断は河川の単調化や多様性の偏りを引き起こし、溪流生態系に影響を及ぼすと考えられている。本研究では、溪流生態系において底生動物である水生昆虫を対象に堰堤建設後の溪流環境が水生昆虫にどのような影響を与えているのかを検討した。調査は、神奈川県西丹沢地区の中川支流の白石沢上流で行った。堰堤直上流部の土砂堆積域、堰堤の直下流域及び付近に堰堤が建設されていない自然溪流域の3調査区にて水生昆虫の採集を行った。調査の結果、最も多く確認された個体数は土砂堆積域で334個体、種数では自然溪流域で125種であった。また、土砂堆積域では攪乱の影響を受けやすい遊泳型や河床が安定している河川に多い造網型などの個体数が他調査区に比べて1.5~2倍ほど多くみられた。以上のことから、土砂堆積域は堰堤により攪乱が少なく河床が安定的な溪流環境がつけられているため、このような環境を好む水生昆虫には適した生息環境となっているが、水生昆虫の種の多様さという面で見ると堰堤は好ましくない溪流環境を形成していると考えている。

キーワード：水生昆虫、治山・砂防堰堤、溪流、生物多様性、生息環境

Abstract: Check dams that are typically constructed to prevent sediment disasters in a mountain area might affect stream ecosystem. In this study, we examined the influences of check dams on benthic populations of aquatic insects in a stream ecosystem. Field measurements were conducted to assess the population and type of aquatic insects, size of gravels in the stream, and so on. The study site was Shiraiishi Stream in the western area of Tanzawa Mountains, Kanagawa Prefecture. We collected aquatic insects at three different sites on the stream: site one, a sediment deposit plot on the upper side of the check dam; site two, a plot that is immediately downstream of the dam; and site three, a plot where no check dams were constructed. The highest insect population ($n = 334$) was collected from site one. The highest number of insect types ($n = 125$) was collected from site 3. Among the collected insect types, the numbers of swimming type, which is susceptible to disturbances in the stream bed, and net-spinner type, which is commonly found in stable streams, insects were 1.5 to 2.0 times more than those of the other types of insects. Therefore, the sediment deposit caused by check dams promotes stable stream flow and stream bed, thereby increasing the population of insects that prefer such stable conditions. However, from the viewpoint of insect diversity in stream ecosystem, the construction of check dams is undesirable.

Keywords: aquatic insect, check dam, stream, biodiversity, habitat

I はじめに

日本は豪雨・地震により毎年のように土砂災害があり、その防止対策として治山・砂防堰堤（以下堰堤）が多くの山地河川、溪流で建設されてきた。堰堤の効果として、溪流における土砂移動の抑制・溪床・溪岸の侵食防止機

能等がある。しかし、堰堤による土砂移動の抑制や、高低差による流路の分断などは河川の単調化や多様性に偏りを引き起こし、水生生物の生息に強く影響していると考えられる(4)。

溪流生態系において底生動物にあたる水生昆虫は、

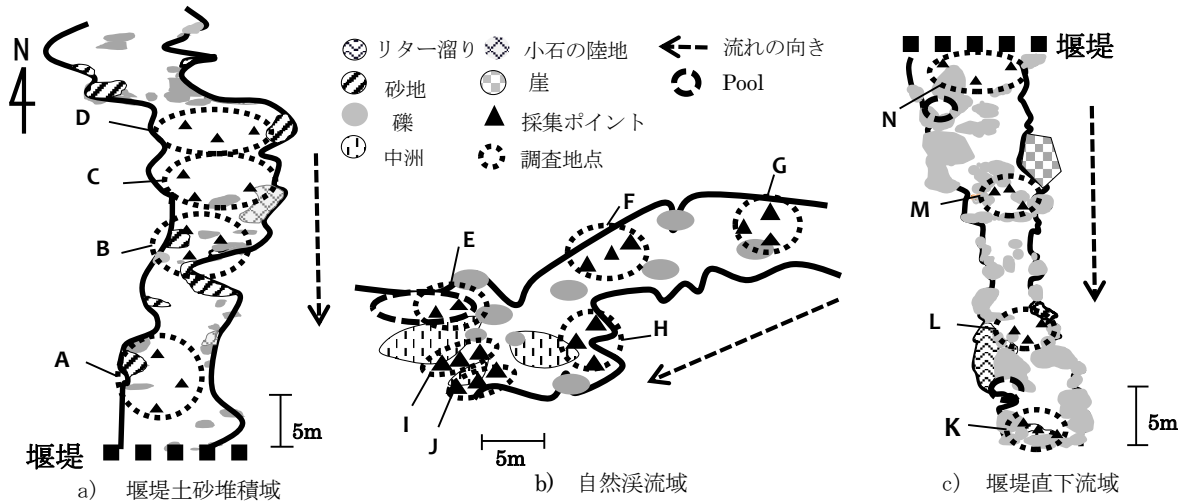


図-1. 調査地の模式図

Fig. 1 Schematic view of the investigation area

多種多様な分類群からなっている。水生昆虫群集を構成するそれぞれの種が要求する環境条件もまた多様であることから、微細な環境変化に敏感に反応すると考えられ、溪流生態系を評価する指標として有用であると考えられている(7)。

そこで、本研究では水生昆虫を対象に、堰堤建設によって生じた溪流環境の違いが水生昆虫の生息状況にどのような影響を与えているのかを検討した。

II 調査地概要

調査は神奈川県足柄上郡山北町内、西丹沢地区の中川支流である白石沢上流で実施した。調査区には建設から46年経過している堰堤の直上流部の土砂堆積域(以下、堰堤土砂堆積域)、同堰堤の直下流域(以下、堰堤直下流域)及び付近に堰堤が建設されていない自然渓流域(以下、自然渓流域)を選定した。

堰堤土砂堆積域の模式図を図-1のa)に示した。この調査区の特徴として、流路形状は直線的で水深は浅く場所による流速の大きな変化はみられない。自然渓流域の模式図を図-1のb)に示した。この調査区の近くには堰堤が建設されておらず、水深・流速の変化が大きく複雑で多様な地形が存在している。堰堤直下流域の模式図を図-1のc)に示した。この調査区は堰堤土砂堆積域の上流側に建設された堰堤の直下流に位置しており、両調査区は隣接している。溪流の地形は堰堤土砂堆積域と比べ複雑で、巨石が多く流路幅が狭い。瀬や淵がみられるが、水深・流速の大きな変化はない。

調査時期は、2013年8月、2013年11月、2014年6月、2014年8月、2014年11月、2015年3月である。

III 調査方法

1. 水生昆虫の採集方法

図-1に示した3調査区

で水生昆虫の採集を実施した。調査地点は、堰堤土砂堆積域では4地点(A~D)、自然渓流域では6地点(E~J)、堰堤直下流域では4地点(K~N)である。採集ポイントはE地点で2ヶ所、他の地点では3ヶ所設けた。

採集には直径1.2cmの塩ビパイプを組み合わせ、縦横50×50cm、高さ20cmの採集器を作成して使用した。採集器の上流側面と両側面にはメッシュサイズ180μmの網を取り付け、上流から流れてくる水生昆虫をはじめ他の物質の流入を防いだ。下流側面には同じ網を袋状にして取り付けた。上下両面には何も取り付けていない。この採集器を採集ポイントに置き、採集器内部の溪床を攪乱して、そこに生息している水生昆虫を袋状の網に集めた。また、採集器内の浮石を10個採取し、その浮石についている水生昆虫も採集した。

採集した水生昆虫は現場で70%エタノールに入れ固定した。現場で採集・固定した水生昆虫は持ち帰って同定作業を行った(3)。

2. 解析方法 Shannon-Wienerの多様度指数(H')を用いて(式1)、調査地の生物多様性の状況を把握した。

$$H' = - \sum_{i=1}^S Pi \cdot \log_2 Pi \quad (0 \leq H') \quad (1)$$

ここで、Sは種数、Piはi番目の種類の個体数が総個体数Nに占める割合(Pi=ni/N)を指す。

多様度指数(H')は種の豊富さと種組成の均等さの両方を含んだ指標であり、種数が多くかつ各種の均等度が高いほど、数値が高い値をとる。通常、1.5~3.5の値をとることが普通とされている(2)。

また、造網型係数(式2)を用いて、溪流の河床の安

定度を調べた。

$$\text{造網型係数} = \frac{A}{W} \times 100 \quad (2)$$

ここで、A は造網型昆虫の湿重量、W は全底生動物の総湿重量を示す。

3. 物理的環境調査 調査地の溪流環境を調べるため、堆積礫の平均径を調べた。10m 計り、1m 毎の礫の短径・長径・中径を測定し、その平均値を平均径とした。

IV 調査結果

1. 物理的環境 堆積礫の平均径について図-2に示した。堆積礫の平均径は、自然渓流域、堰堤直下流域、堰堤土砂堆積域の順で大きいことがわかった。これにより3調査区を構成する礫環境に違いがあると考えられる。また、堰堤土砂堆積域は他調査区と比べると比較的小さい礫が堆積していると考えられる。

2. 水生昆虫 表-1に各期間における調査区ごとの水生昆虫の採集個体数及び種数を示した。2015年3月には他調査期間と比べて、採集個体数が多いという結果となった。

3. 解析結果 全調査期間における多様度指数の平均値と標準誤差を図-3に示した。多様度指数は、全調査地点で高い値を示した。しかし、止水域であるE地点では低い値を示した。また、全調査期間における造網型係数の平均値は、堰堤土砂堆積域(8.6%)、自然溪流

域(8.0%)、堰堤直下流域(5.8%)の順で高いことが分かった。

安定した河川環境では、瀬の底生動物群集は造網型(シマトビケラ科やヒゲナガカワトビケラ科)が優占する群集に遷移する(1)。

この説によれば、造網型の種は増水などで頻繁に川底が変化する河川ではなく、流況の安定した河川に多い傾向があることになり、造網型係数は河床の安定度の目安、また底生動物群集の極相の度合いを示すと考えられる(6)。

このことから、堰堤土砂堆積域は他調査区と比べるとわずかながら河床が安定していると考えられる。

V 考察

1. 水生昆虫の採集個体数と種数 表-1では採集個体数と種数に明瞭な関係性がみられなかったため、採集した個体数を合計して調査回数と調査地点数で割った平均個体数及び、全期間を通して確認された合計種数を表-2に示した。平均個体数は堰堤土砂堆積域で最大値、自然溪流域で最小値を示した。また、合計種数では自然溪流域で最大値、堰堤直下流域で最小値を示した。堰堤土砂堆積域では個体数が最大値を示したにも関わらず、種数は自然溪流域より少ないという結果となった。これは、堰堤土砂堆積域ではある特定の種が多く生息し

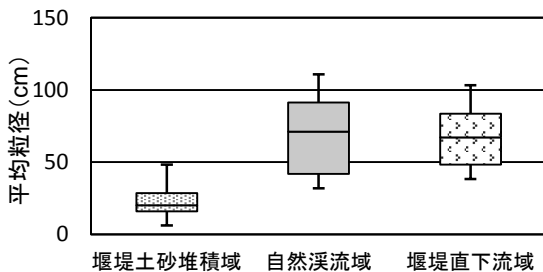


図-2. 各調査区における堆積礫の平均径
Fig. 2 Conglomerate deposited of mean diameter in each investigation area

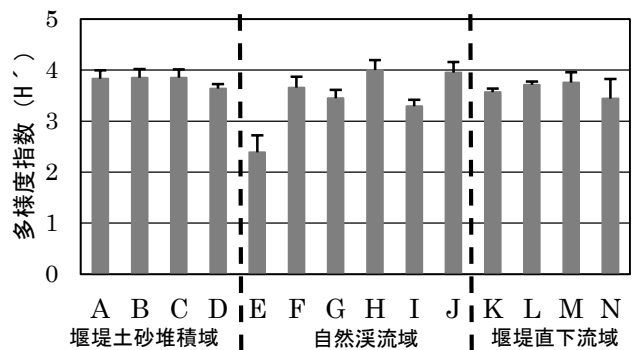


図-3. 各調査地点における多様度指数
Fig. 3 Diversity index in each investigation point

表-1. 各調査区で採集された水生昆虫の総個体数と総種数

Table 1 Total Population and genus of the aquatic insect collected in each study period and three study sites

	2013年8月		2013年11月		2014年6月		2014年8月		2014年11月		2015年3月	
	種数	採集個体数	種数	採集個体数	種数	採集個体数	種数	採集個体数	種数	採集個体数	種数	採集個体数
堰堤土砂堆積域	50	990	43	704	56	960	43	478	78	433	80	3122
自然渓流域	39	540	43	208	49	1144	51	388	85	336	75	1735
堰堤直下流域	—	—	38	401	46	626	36	378	46	639	61	1580

ていると考えられる。これにより、自然渓流域と堰堤土砂堆積域の多様性は、多様性指数では表れない微細な違いがあるのではないかと考えられる。

2. 水生昆虫の生活型 V-1での違いを明らかにするため、水生昆虫の生活型について調べた。図-4に全期間で採集された水生昆虫を生活型に区分し調査回数で割った値の割合を示した。各調査区の特徴を見ると、自然渓流域では、石が適度に攪乱を受け、表面に藻類マットが発達せず、石裏に空間の多い河床を好む滑行型が他調査区に比べ1.3~3倍多く採集された。また、堰堤土砂堆積域では攪乱の影響を受けやすい遊泳型や細かい砂礫などの巣の材料が確保できる河川に生息する携巢型や河床の安定している河川に生息している造網型が他調査区と比べて1.5~2.0倍多く採集された。これらの結果から、自然渓流域では滑行型が多く採集されたため、河床に適度な攪乱があり、水生昆虫の生息場となる浮石とはまり石による空間が多く存在していると考えられる。そのため、様々な生活型が生息できる環境が形成されていると考えられる。堰堤土砂堆積域では自然渓流域と比べると遊泳型や携巢型、造網型が多く採集されたため、細かい砂礫やリターが多く、河床が攪乱の少ない安定的な溪流環境が形成されていると考えられる。

また、固着型、造網型、滑行型は浮石の多い侵食卓越環境に、掘潜型は砂泥の多い堆積卓越環境に多い(5)。

表-2. 各調査区の水生昆虫の平均個体数と合計種数

Table 2 Average population and the total genus of aquatic insects in each investigation area

調査区	堰堤土砂堆積域	自然渓流域	堰堤直下流域
平均個体数	334	144	227
合計種数	102	125	96

■ 堰堤土砂堆積域 □ 自然渓流域 ▨ 堰堤直下流域

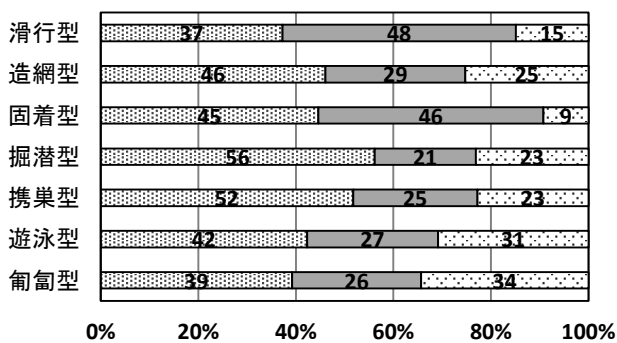


図-4. 各調査地点における水生昆虫の生活型

Fig. 4 Life type of aquatic insects in each investigation area

自然渓流域では滑行型、堰堤土砂堆積域では掘潜型が最も多い。そのため、自然渓流域は侵食卓越環境、堰堤土砂堆積域は堆積卓越環境であると考えられる。

VI まとめ

本研究では堰堤間の溪流環境が水生昆虫に与える影響を検討した。その結果、以下のことが判明した。

- ・堰堤土砂堆積域は小さい礫が堆積している。
- ・堰堤土砂堆積域で造網型係数が最大値を示した。
- ・平均個体数では堰堤土砂堆積域、合計種数では自然渓流域が最大値を示した。
- ・自然渓流域は滑行型、堰堤土砂堆積域は遊泳型、携巢型、造網型が多く採集された。
- ・自然渓流域は侵食卓越環境、堰堤土砂堆積域は堆積卓越環境と考えられる。

これらの結果から、自然渓流域では生息している種が多く、また様々な生活型が生息できる環境が形成されていると考えられる。対して、堰堤土砂堆積域では安定した溪流環境が形成されており、このような環境を好む生活型や種にとっては棲みやすい生息場となっていると考えられる。このことから、水生昆虫はその種に適した溪流環境下で棲み分けを行っていると考えられる。しかし、多数の堰堤が階段状に建設され土砂移動が抑制された単調な溪流が長距離にわたって形成されると安定的な環境を好む一定の種のみが生息してしまうため、種の多様性を低下させる原因となると推察される。

引用文献

- (1) 波多野圭亮・竹門康弘・池淵周一 (2005) 貯水ダム下流の環境変化と底生動物群集の様式 京都大学防災研究所年報, 第48号B, pp.919-934.
- (2) NPO 法人ウェットランド中池見。(更新: 2008年5月16日) <http://nakaikemi.com/tayodokeinen.htm> (参照: 2008年6月4日)
- (3) 川合禎次・谷田一三共編 (2005) 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 1342pp.
- (4) 竹門康弘 (1996) 溪流における水生昆虫の棲み場所保全. 砂防学会誌, 50(1): pp.52-60.
- (5) 竹門康弘 (1997) 溪流における水生昆虫の棲み場所保全. 砂防学会誌, 50(1): pp.52-60
- (6) 津田松苗 (1957) カワの生物遷移についてのある考察. 関西自然科学研究会誌, 第10号, pp.37-40.
- (7) 湯本宏紀・大久保博・前川勝郎 (2004) 早田川砂防ダム流入部の水生昆虫. 農業土木学会大会講演要旨集, 農業土木学会.