

低水護岸工事のインパクトと回復過程に関する調査

千曲川河川事務所調査課専門調査員 江口 斉

1. はじめに

仮締切り及び河道の瀬替えを実施して低水護岸工事をする場合、河道内の生物相には一時的に大きな影響を与えるが、工事が完了して通水した後は徐々に回復していくものと考えられる。しかし、これらの過程を定量的かつ継続的に示した事例は少なく、一般の方々への説明に説得力を欠いている状況である。このため、本調査は、平成15年度の冬期に長野県坂城町坂城地先の千曲川で施工した坂城護岸災害復旧工事において、工事による河川環境へ与える影響とそれにより河川環境がどのように変化していくか（インパクト・レスポンス）について、施工前の事前調査、施工中、完成後の追跡調査を行い、環境が回復していく過程とその機構を把握するものである。なお、本調査は今までに調査事例があまりないこともあり、河川環境アドバイザーの先生方に相談しながら進めている。

本報告では、回復過程の調査手法の考え方、施工前の事前調査から施工中・完成直後の調査までの中間報告を行うもので、いままでに一定の成果が得られている底生動物について報告するものである。

2. 調査目標と基本方針

調査の目標は、回復過程を一般の方々にわかりやすく説明できるよう視覚的にかつデータで示すことと、回復を早めるために工事において配慮、工夫すべき点について整理することであり、次の5つの基本方針に沿って行っている。

①河川環境の変化を視覚的に示す。

- ・定点写真撮影・ハビタットマップ作成
- ・インパクトの内容、与えた範囲と期間、影響を受けたハビタットを把握

②ハビタットの変化と関連づけてインパクト・レスポンスを議論する。

- ・生息している生物の生態とその場所の物理環境（河床状況や流れの場など）とを関連づけて考え、工事による物理環境の変化が生息する生物相に与える影響を調査

③次のような河川の特性和関連づけて、回復過程とその機構を解明する。

- ・「瀬-淵構造」が連続して接した流れをもつ開放系である → 物質や生物の供給が容易
- ・ある程度の規模の出水を契機にしてハビタットが回復していくものと考えられる。

（河床材料が攪乱される程度・土砂の移動や堆積が生じる程度 など）

④工事の影響と回復程度を反映する指標（指標生物・データの整理方法）の選定

⑤事前に河川環境を把握したうえで、回復後の目標設定を行い、工事計画や回復を早めるための工夫を実施する。その後、追跡調査で検証していく。

3. 工事の概要

護岸工事箇所は、千曲川右岸 92.5k+300m付近で、河床勾配が約 1/250、代表粒径は 52mm であり、セグメント1の区間である。なお、標準断面図を図-1に示す。

4. 調査手法の設定

4.1 調査対象の設定と調査方法

護岸工事はポイント的であることを考慮して、工事による物理的環境の変化とそれに伴い影響を受ける生物を水域と陸域に分けて整理し、調査対象を図-2のように設定した。

4.2 調査地点の設定

水域の調査においては、工事前の流れの状況と工事の影響度により環境区分を行い、その区分毎に調査地点を設け、その位置を図-3に示した。工事の影響度は、直接影響を受ける部分、一時的に減水して間接的に影響を受ける部分（減水区間）、影響を受けないと思われる部分（対照区間）とした。

なお、施工に当たっては、中州の上流端で完全に瀬替えを行うのではなく、調整盛土（瀬替え堤）のところからある程度、施工箇所側の滞筋に分流させることとした。

4.3 調査時期

現地調査は、施工前、施工中の各段階、完成直後、その後、定期的、出水後に調査時期を設定するものとした。

なお、完成直後とは、護岸工箇所の仮締切堤撤去と埋戻しが完了後で、調整盛土を撤去して通水する直前の状況である。

5. 調査方法及び結果

5.1 ハビタット調査、定点写真撮影

陸域・水域のハビタットは現地踏査で確認された植生分布と地形、流況を文献1)を参考に整理し、類型化されたハビタットの分布状況を地形図上にマッピングした。

また、環境区分毎に定点写真撮影を行い、写真にはハビタット類型を記入し、工事による現地状況の変化や環境の変化を視覚的にとらえた。その一例を写真-1に示す。



写真-1 定点写真の例（間接的に影響を受ける区間）

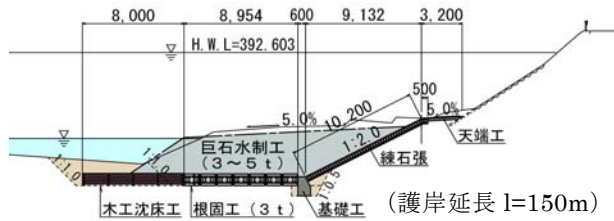


図-1 標準断面図（水制工箇所）

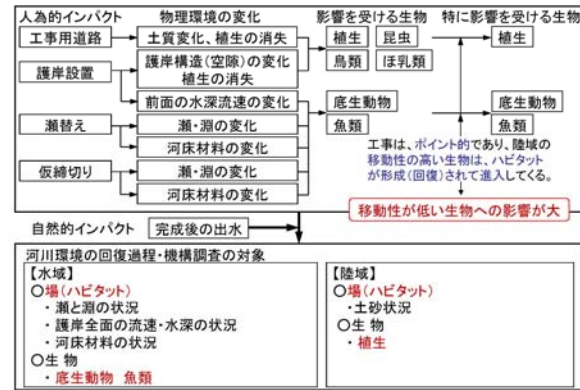


図-2 調査対象の設定

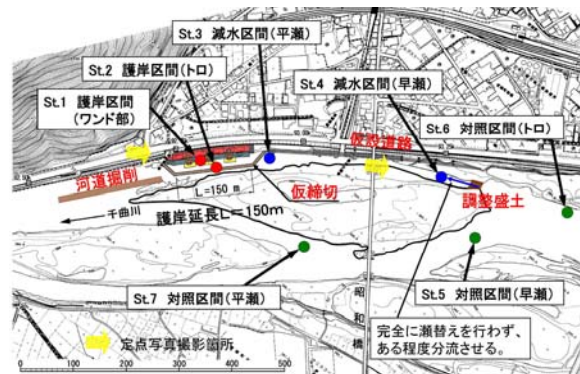


図-3 環境区分の設定と調査地点位置図

5.2 底生動物調査

各調査地点の3箇所ですーバネット(30cm×30cm)を用いて採取した。合わせて工事による環境の変化をとらえるため、地点毎の環境要因である水温、水深、底層流速、中層流速、底質状況(浮き石 or はまり石等)、河床材料の粒径、付着藻類量を測定し、状況写真を撮影した。

施工前～完成直後における環境と底生動物群集の変化を表-1に示す。

6. 考察及びまとめ

6.1 工事の影響と回復状況を示す指標の検討

底生動物について、①生活型組成の変化、②摂食機能群の変化、③種数・多様度指数・造網係数・総個体数・総重量、④代表的な分類群に着目して分析した結果が表-2である。

施工前から完成直後(通水前)までの現段階では、図-4に示すような「生活型組成の変化」が回復指標として有効と考えられる。今後も追跡調査結果をもとに分析を進めていきたい。

6.2 回復を早めるために工事において配慮や工夫すべき点の検討

施工前のハビタットマップに工事図面をオーバーレイすることにより、影響を受けるハビタットや生物相を把握して、河川環境へ配慮した仮設計画立案や影響を受けるハビタットの早期の復元に向けた工夫(しかけ)を行っている。その一例を施工前に作成したハビタットマップとともに図-5に示す

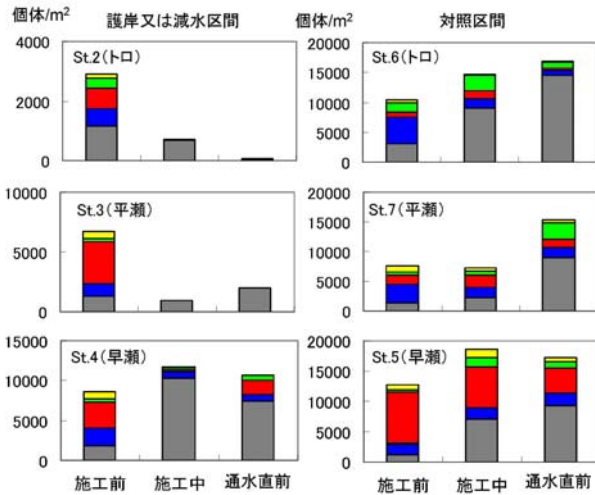
今後、回復に向けて目標設定したとおりにハビタットが再生されていくかを追跡調査し、その工夫の妥当性を検証していきたい。

表-1 各調査地点の環境と底生動物群集の変化

環境区分	地点	項目	施工前	施工中	完成直後(通水前)	
ワンド	護岸区間 St.1	環境	水深は49cmとやや深く、流れの緩い(流速 約10cm/sec)地点で、河床は「はまり石」(大粒25-30cm)から構成された。	工事により陸化	締切堤撤去により、水深(44cm)は施工前と同レベルの深さに回復したが、流速はほとんどなく、砂中心の河床に変化した。	
		底生動物	主にイトミミズ類やユスリカ類を中心に構成されていた。	消失	エリユスリカ亜科の一種など7種が新たに定着したが、個体数は僅かであった。	
トロ	護岸区間 St.2	環境	水深は88cmと深く、流速が緩い(16cm/sec)地点で河床は「はまり石」(大粒25-30cm)から構成された。	水深が26cmと浅くなったが、流速(29cm/sec)は僅かに速くなった。また、河床は砂利中心の浮き石に変化した。	締切堤撤去により、水深(73cm)は施工前とほぼ同レベルになったが、流速はほとんど無く、河床材料は砂質へと変化した。	
		底生動物	主にユスリカ類やシマトビケラ類を中心に構成されていた。	種数、個体数ともに低下し、ユスリカなど掘潜型に属する種類が中心となる群集へと変化した。	種数、個体数ともにさらに低下し、シマトビケラやヒゲナガトビケラが中心となる群集へと変化した。	
対照区間 ①	St.6	環境	水深は85cmと深く、流速が速く(14cm/sec)の地点で、河床は「はまり石」(大粒20-25cm)から構成された。	水深(71cm)と流速(19cm/s)は僅かに変化した。それ以外は大きな変化は見られなかった。	流速(12cm/sec)が僅かに低下したほか、大きな変化は見られなかった。	
		底生動物	主にユスリカ類やヤマナカガレトビケラ、シマトビケラ類を中心に構成されていた。	種数が僅かに低下し、掘潜型が少し増加したが、全体的には大きな変化は見られなかった。	イトミミズ科など掘潜型がさらに増加した。	
減水区間 ①	St.3	環境	水深は54cmとやや深く、流速が中レベル(31cm/sec)の地点で、河床は「浮き石」(大粒20-25cm)から構成された。	水深が37cmと速くなり流速は11cm/sと速くなり、河床は中粒(15-20cm)からなる浮き石に変化した。砂、砂利が混じる。	締切堤撤去のより、水深は20cmと浅く、流速は20cm/sと僅かに速くなり、浮き石(小粒5-10cm)に変化し、砂、砂利が混じる。	
		底生動物	シマトビケラ類を中心に、大型のヒゲナガシマトビケラ、チラカゲロウも比較的多く生息していた。	種数、個体数ともに低下し、ユスリカなど掘潜型に属する種類が中心となる群集へと変化した。	施工中同様に種数と個体数が少ない群集が継続し、イトミミズ科の割合が増加した。	
平瀬	対照区間 ②	St.7	環境	水深が69cmと深く、流速が中レベル(39cm/sec)の地点で、河床は「浮き石」(中粒10-20cm)から構成された。	河床材料は変化しなかったものの、流速(29cm/sec)と水深(59cm)が僅かに低下し、浮き石からはまり石へと変化した。	施工中から大きな変化は見られなかった。
			底生動物	ヤマナカガレトビケラやシマトビケラ類を中心に構成された。チラカゲロウも比較的多く生息していた。	掘潜型が少し増加したが、全体的には大きな変化は見られなかった。種レベルではヤマナカガレトビケラの個体数が減少した。	イトミミズ科の増加により、掘潜型や収集食者の割合、総個体数、総重量が増加した。
減水区間 ②	St.4	環境	水深が56cmと深く、流速が極めて速い(70cm/sec)地点で、河床は「浮き石」(大粒25-30cm)より構成された。	水深(16cm)と流速(13cm/sec)が著しく低下し、河床の一部は浮き石からはまり石へと変化した。砂、砂利が混じる。	水深(19cm)と流速(24cm/sec)が僅かに増加したが、全体的には施工中の環境とほぼ類似した。	
		底生動物	全体的に個体数が多く、シマトビケラ類を中心に大型のヒゲナガトビケラ、チラカゲロウも比較的多く生息していた。	ユスリカ類やイトミミズ科などが掘潜型が増加し、シマトビケラなど造網型が低下した。	全体的には施工中と同様の傾向を示したが、種レベルではユスリカ類が減少し、イトミミズ科が増加した。	
早瀬	対照区間 ③	St.5	環境	水深が52cmと深く、流速が極めて速い(94cm/sec)地点で、河床は「浮き石」(大粒25-30cm)より構成された。	流速が30cm/secに低下した。水深(49cm)や河床の状態は大きな変化は見られなかった。	流速が再び増加した(41cm/sec)ほかは、施工中の環境と大きな変化は見られなかった。
			底生動物	全体的に個体数が多く、シマトビケラ類を中心に大型のヒゲナガトビケラ、チラカゲロウも比較的多く生息していた。	掘潜型が少し増加したが、全体的には大きな変化は見られなかった。	掘潜型がさらに増加し、造網型が少し減少した他は、全体的に施工中と同様の傾向を示した。

表-2 回復指標(案)についての分析結果

回復指標(案)	分析結果	摘要
生活型組成の変化	減水や護岸工事に伴う流速の低下による河床材料の変化(粒径の小形化や砂等の堆積)が、掘潜型に適した環境を作り出した反面、匍匐型が生息する石礫の間隙や造網型が定着する礫が減少し、結果的に掘潜型からなる単純な群集に変化したと考えられる。	低水護岸工事による河床状況の変化を反映しており、河川環境の工事による影響やその後の回復指標として望ましいと考えられる
摂食機能群の変化	工事や減水に伴った流速の低下により、流水中の有機物を濾過採食する濾過食者が減少したと考えられる。	
種類・多様度指数・造網係数・総個体数・総重量	工事の影響を受けたトロの護岸区間と平瀬の減水区間の底生動物群集では、全項目(種数、多様度指数、造網係数、総個体数、総重量)が工事により著しく低下し、施工直後まで低い状態で継続した。	
代表的な分類群	シマトビケラ類とヒゲナガカワトビケラは、共に護岸・減水区間で減少した。チラカゲロウとヒラタカゲロウの個体数変化は工事による影響が季節的な変化によるか明らかにならなかった。	事前調査では、造網型のトビケラ類が多く調査地点で優占(一般の中流域に見られる群集の特徴)



生活型	特徴	主な生息場所	主な種類
造網型	捕獲網を作る種類	石面、石の間隙	シマトビケラ科、ヒゲナガカワトビケラ科
固着型	吸着器管などで基質に固着する種類	石面、倒木面	ブユ科
匍匐型	匍匐により移動する種類	石面、石下の隙間	ヒラタカゲロウ科、ナガレトビケラ科
携巢型	匍匐により移動する種類の内、携巢をもつ種類	石面、落葉堆積部	ヤマトビケラ科、カクツツトビケラ科
遊泳型	遊泳により移動するタイプ	石面、水草	コカゲロウ科
掘潜型	泥などに潜るタイプ	泥、砂、落葉堆積部	モンカゲロウ科、イトミミズ類、ユスリカ類

図-4 施工前～通水前の生活型組成の変化
(個体数と構成比率を棒グラフで整理)

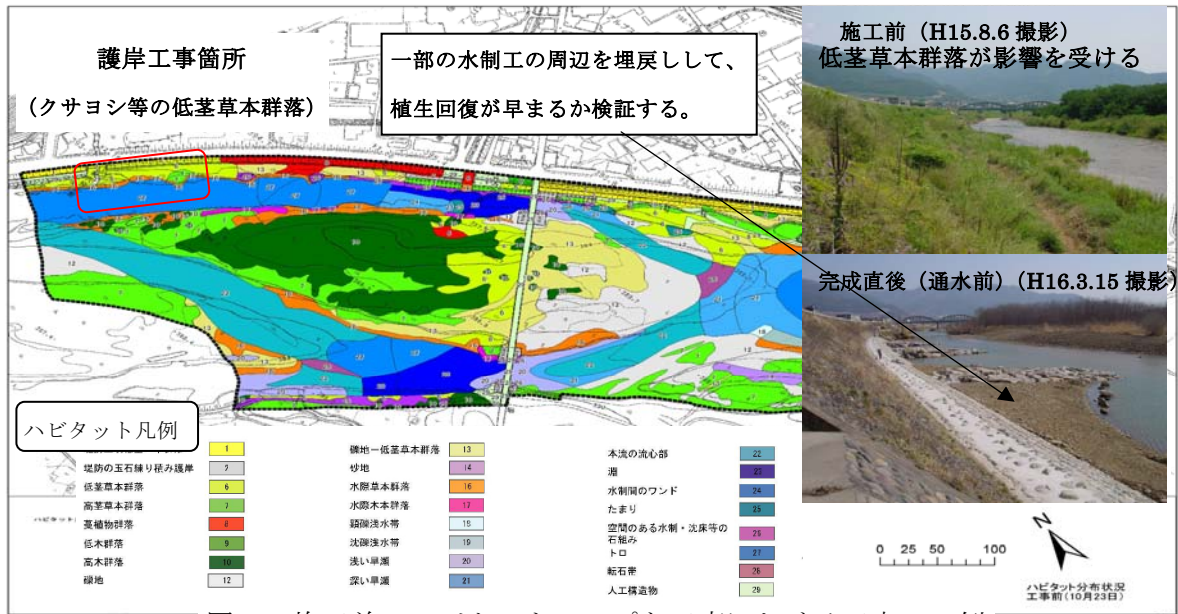


図-5 施工前のハビタットマップと工事における工夫の一例

7. おわりに

河川環境の回復は、ある程度の規模の出水が契機になると思われるため、出水状況把握と出水前後での環境の変化を比較できるように追跡調査を実施していきたいと考えており、現在までに梅雨期後までの追跡調査を実施しており、その結果を分析中である。

また、魚類、植生についても今後の追跡調査を踏まえ、回復過程を考察していきたいと考えている。

河川環境の回復過程は、工事規模、現場条件、施工条件、完成後の出水状況に大きく左右されると考えられるため、調査方法に改善を加えながら、他の工事においても調査を実施して知見を増やしていくとともに、回復を早めるために工事において配慮、工夫すべき点も検討していきたい。

最後に、調査実施に当たり、河川環境アドバイザーの方々や信州大学繊維学部の平林公男助教授からご指導頂いたことをここに記して感謝を申し上げるものである。

8. 参考文献

- 1)千曲川中流域の鼠地区にみられるすみ場の特性と生態的利用その1ーハビタット・レベルの予行的調査結果 桜井善雄 他 千曲川河川生態学術研究検討業務委託報告書(H16.3)