

多自然川づくりの取り組みに関する研究

取りまとめ担当 北海道開発局 建設部 河川計画課
 河川工事課
 河川管理課
 各開発建設部（札幌を除く）

まえがき

「多自然川づくり」（従前の呼称は「多自然型川づくり」であるが、本研究では「多自然川づくり」と称す）の取り組みは、護岸のコンクリートブロックなどがむき出しであった頃、生態系に及ぼす影響が懸念され、その対策としてパイロット的にモデル事業として実施されたのが始まりである。北海道開発局では、これまでA・G・S（アクア・グリーン・ストラテジー）を初め多くの多自然川づくりを実施しており、そのデータの分析、また得られた課題を通して、今後の多自然川づくりの取り組み方について提案を行う。

1. 研究概要

(1) 研究の全体計画

多自然川づくりは、全国的に平成2年11月から本格的な運用が開始されているところであり、現在策定を進めている河川整備基本方針・整備計画においても、多自然川づくりの考え方を適用し環境に配慮した整備をすることを定めている。

北海道開発局においては河川整備基本方針は、平成21年1月現在13水系全てが決定している。また、河川整備計画については、20河川中13河川を策定している。

本研究の全体計画のフローを図-2に示す。河川整備については、河川整備計画に則り実施していくことになっているが、河川整備計画では、整備の必要箇所とその考え方が整理されており、具体的な整備や管理の方法については、実施段階において検討し対応していくこととなっている。そこで、本研究は、河川整備の実施段階における多自然川づくりの取り組みとして留意すべき事項を、これまでに実施してきた多自然川づくりの事例を主な研究素材として、平成18年度から平成20年度の3年間の研究期間を設け取り組んでいるものである。

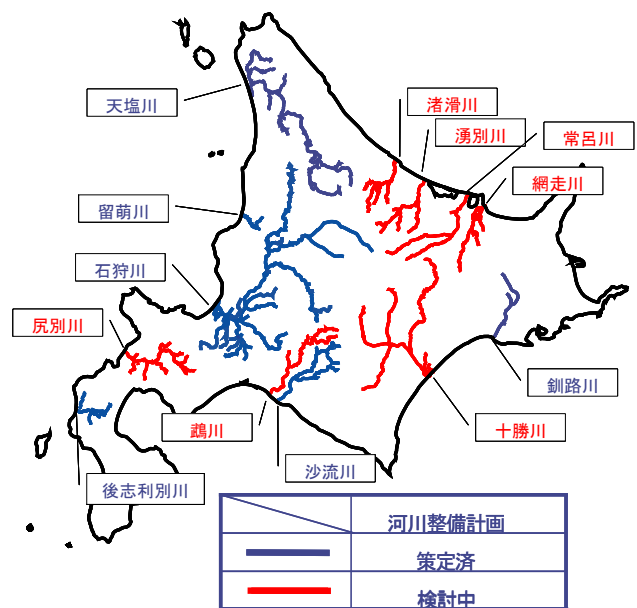


図-1 北海道1級水系における整備計画策定状況 (H21.1 現在)

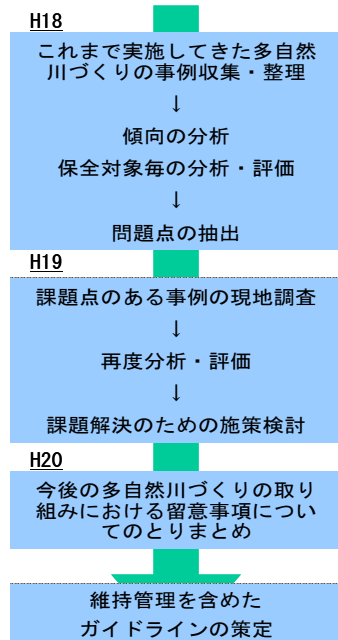


図-2 研究フロー

キーワード：多自然川づくり、維持管理手法、モニタリング、チェックリスト

(2) 昨年度までの研究概要

昨年度までの研究では、これまでの多自然川づくりで実施してきた事例について、現場状況や施工方法及び施工の事前・事後調査について収集・整理し、その傾向の分析を行った。

また、多自然川づくりは総合的な視野での評価・分析が必要であり、その中でも最も視点度の高い「保全対象」に着目した分析・評価を行った。「保全対象」は、比較的事後の状況が視覚的に把握しやすい「植生」、「魚類」、「鳥類」、及び「人（利用）」について着目し、それぞれ同一水系内で施工した事例を対象に分析・評価を行った。

その結果、これまでの多自然川づくりにおいては

1. 事前に具体的な目標を設定していなかった。
2. 事後においても評価の対象が明確となっていないため、モニタリング手法が確立されていない。
3. コストのかかる維持管理の必要性が発生している。

といった問題点が抽出されたため、このような共通した問題点を改善するための施策検討を進めた。

具体的には、豊平川支川月寒川に調査地点を設け、事前に具体的な目標を設定し、施工における配慮事項、さらに管理までの施策立案を行った。

また、研究を進める中で、多自然川づくりは、計画段階から管理段階まで目的・目標に関する情報が共有される仕組みづくりが不可欠であるといった意見が強く出された。その具体策として、「多自然川づくりチェックリスト計画編（仮称、案）」を構築し、実際の整備箇所において試行的にチェックを行った。その結果、事前の調査や多自然川づくりの検討、コスト削減の検討は行っているものの、モニタリング計画、河畔林の維持管理については、着目していない傾向が見られた。本チェックリストについては、多自然川づくりの計画策定時に考慮すべき項目・作業を確認するためのツールとして有効であることを示すことができた。

(3) 今年度研究概要

今年度は、昨年から実施している月寒川を例に、現場調査結果から維持管理の手法について提案を行うとともに、植生以外のモニタリングを実施した事例の整理を行った。また、昨年作成した多自然川づくりチェックリスト（計画編）の内容について見直しを行うとともに、どの場面でチェックリストを使用すべきかがわかるよう、我々が行う設計から施工、管理までの一連の作業についてフローチャート化を行った。これを基に、計画、施工、管理それぞれの場面で多自然川づくりについてチェックすべき項目の作成を行い、多自然川づくりの取り組みの手法について検討を行った。

2. 維持管理手法の提案（月寒川を事例として）

(1) 試験地の状況

月寒川は、札幌市の南部を流下する都市河川で、流域面積36.8km²、流路延長19.5kmの規模を有し豊平川に合流している。豊平川合流点より約4kmが直轄管理区間で、平成3年度より順次多自然川づくりによる河道整備が進められてきた。特に、積極的に木本類の導入を図った整備区間では、繁茂した樹木が河道断面を大きく阻害し出水時に部分的な水位上昇を招くなど、河川管理の検討が必要とされている。

本河川の維持管理計画策定に向けた調査・検討は平成18年度から開始されており、平成18年度（1年目）は問題点の抽出、2年目の平成19年度は流況解析及び伐採計画の策定、試験伐採の実施であった。3年目にあたる本年度は、前年の試験伐採に伴うモニタリングを実施し、出水時の流況解析結果をもとに維持管理計画（案）を策定することとしている。（図-4参照）

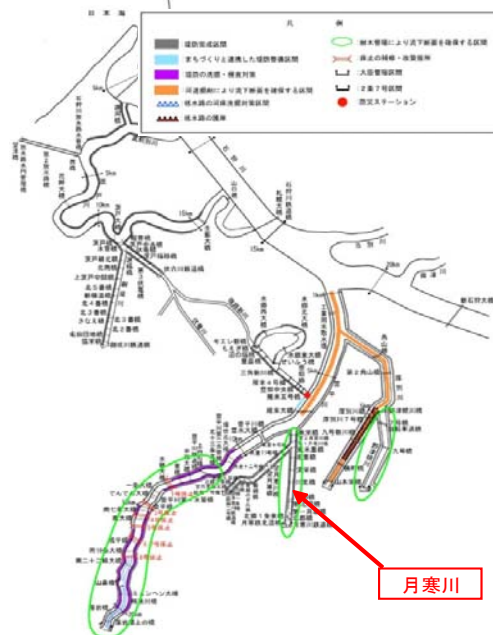


図-3 月寒川の河川位置

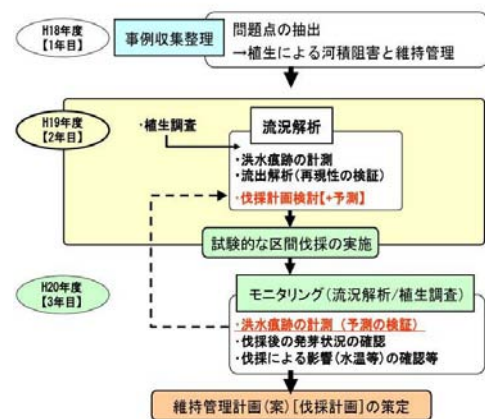


図-4 月寒川維持管理計画検討フロー

キーワード：多自然川づくり、維持管理手法、モニタリング、チェックリスト

表-1 月寒川多自然川づくり植生タイプ

タイプⅠ 【河畔林の整形形態：水路内・不連続・交互】		タイプⅡ（片側） 【河畔林の整形形態：法面・連続・片側】	
機式平面図	機式断面図	機式平面図	機式断面図
主な工法：法面→連続ブロック+積土 水路→根固ブロック		主な工法：法面→連続ブロック+積土+根固	

タイプⅡ（両側） 【河畔林の整形形態：法面・連続・両側】		タイプⅢ（草本類） 【河畔林の整形形態：樹林帯なし・草本類】	
機式平面図	機式断面図	機式平面図	機式断面図
主な工法：法面→連続ブロック+積土+根固		主な工法：法面→連続ブロック+積土+草皮	

a) 植生の変化

月寒川の多自然川づくりは、表-1のとおり大きく分けて3パターンに分類される。

タイプⅠ：河道内に交互に配置された根固ブロック上に樹木の導入を行ったタイプで、河道流下断面の阻害が著しい区間とされている。
(KP1.3~2.0)

タイプⅡ：法面に樹木を導入したタイプであり、片側又は両側に樹木を導入した2種類のタイプがある。(KP2.0~3.0)

タイプⅢ：河道内に主として草本類の導入を図ったタイプであり、樹木の導入は行われていない。
(KP3.0~4.0)

各タイプともに施工から12~14年経過しており、植生の変化を以下のように捉えることができる。

【タイプⅠ、Ⅱ】

- ・施工から3~4年の段階では、導入された木本類の樹高は高水敷高とほぼ同じであり、低水路内への樹木の侵入もわずかである。
- ・施工から12~14年を経過した平成19、20年の段階では導入された木本類の樹高は5~10mに達し、横断方向への枝張りが著しく流水断面を阻害している。

【タイプⅢ】

- ・施工から3年目の段階では、草本類は法面上で繁茂しており低水路断面内への侵入はほとんど見られない。
- ・施工から9~10年目に相当する平成19、20年の段階では、導入された草本類が流心の一部を除いて横断方向に侵入しており、流水断面を狭めている。

b) 樹木の繁茂及び断面阻害状況

樹木の繁茂による流下断面阻害は、出水時の縦断水位形状に表れている。平成19年及び平成20年に観測された縦断水位形状を見ると、図-6のようにいずれの出水時も河畔林が河道内に侵入している区間（タイプⅠ、Ⅱ）



図-5 植生の経時変化（月寒川）

で水位が上昇し、高水敷高を上回っていることが判明している。

さらに、出水時の縦断水位を準二次元解析法により再現計算を行い、樹木繁茂による断面阻害状況を比較検討した。その結果、平成19年9月（Q=34.5m³/s）、平成20年10月（Q=36.0m³/s）ともに良好な再現結果を得た。

両年とも樹木導入区間に死水域を設ける事によって水位の再現が可能となっており、平成19年9月出水ではタイプⅠ区間は低水路幅の約14.1%（11断面平均）、タイプⅡ片側では約8.8%（13断面平均）、タイプⅡ両側では約15.1%（6断面平均）が死水域となっている。

一方、平成20年10月出水ではタイプⅠ区間の死水域が約15.2%に拡大し、タイプⅡ区間の片側、両側はともに平成19年と同じであった。タイプⅠでは樹木繁茂による流下断面阻害を軽減するため、平成20年2月に試験伐採を行っているが、水位再現計算結果からはその効果が現れず逆に流下断面の阻害が拡大している事が判明した。

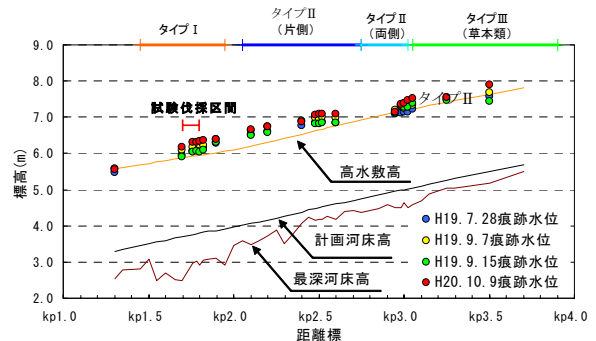


図-6 出水時の水位縦断形状

表-2 計算条件

対象区間	KP1.3~3.9(L=2.6km)
対象流量	Q=34.5m ³ /s(H19.9) Q=36.0m ³ /s(H20.10)
粗度係数	低水路:n=0.025 高水敷:n=0.055
計算方法	レベル3 (河畔林繁茂状況に応じた「死水域」の設定)
起算水位	最下流(KP1.3)の痕跡計水位 h=5.574m(H19.9) h=5.567m(H20.10)

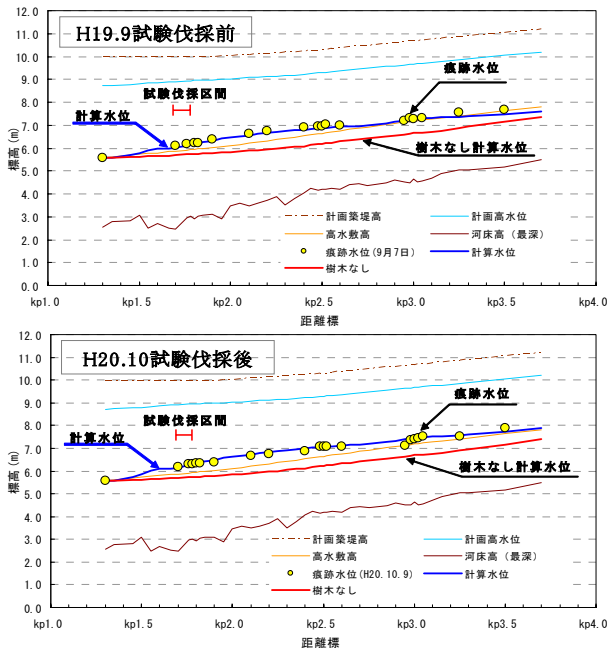


図-7 準二次元解析法による痕跡水位の再現結果

ブロック	伐採本数	枯死本数	萌芽数(本)		萌芽の長さ(cm)		
			総数	平均	最小	最大	平均
①右岸(流心部)	6	2	29	7.3	94	287	179
②左岸	44	3	277	6.8	35	292	181
③右岸	29	4	157	6.3	80	310	210
④左岸(右岸河岸)	41	3	216	5.7	30	305	191
総数	179	13	1026	6.2	30	310	190
枯死率	7.3%						

表-3 計算による植生タイプ別の流下断面阻害

表-4 試験伐採後の追跡結果

植生タイプ	平均低水路幅(m)	低水路幅に占める死水域幅(%)	
		H19.9再現	H20.10再現
タイプI	20.1	14.1	15.2
タイプII片側	19.9	8.8	8.8
タイプII両側	20.0	15.1	15.1

平成19年度の試験伐採は、タイプI区間の樹木を対象に間伐を行う事により水位上昇を抑制させるものであつた。

キーワード：多自然川づくり、維持管理手法、モニタリング、チェックリスト

た。しかしながら、本年の観測では死水域がさらに拡大し、計画した水位低下を観測することは出来なかった。

伐採後に生じたこのような流下断面阻害率の上昇は、伐採後の萌芽が写真-1に示すように扇状に繁茂した事に起因しており、樹木の伐採方法に問題があったものと考えられる。

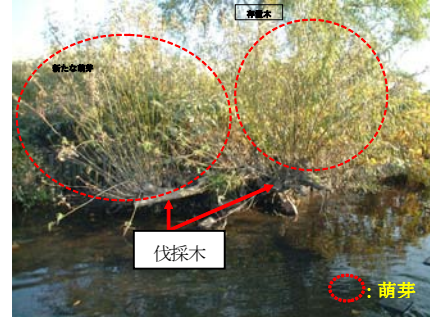


写真-1 伐採後の萌芽状況

タイプIは、低水路断面内の根固ブロックに樹木の導入を行ったものであり、タイプIIのように法面に樹木を導入した場合と比較して樹木の成長に伴う流下断面の阻害影響が大きく、効果的な萌芽抑制を考慮した伐採手法の検討が必要であることが判明した。このように、根固ブロック上に樹木を導入した場合には、その後の維持管理を頻繁に行う必要が生じている。

c) 試験伐採結果

樹木の伐採による効果を評価するため、タイプI区間を対象とした試験伐採、特定の樹木を対象とした伐採方法の検討を実施した。

月寒川のタイプI区間では、平成19年の検討結果をもとに平成20年2月に試験伐採を行いその後の萌芽状況の確認を行っている。試験伐採は、現況の1/2程度の密度になるように残置木を設定し、伐採は全て根元伐採とした。この伐採により、タイプI区間の死水域を除去することが目的であった。

試験伐採後約9ヶ月(H20.11)の追跡結果を表-3に示すが、枯死率は7.3%、生残個体からは平均6.2本の萌芽が確認され、伸長は平均190cmに達することが判明した。

萌芽の多くは写真-1に示したように扇状に拡がり、この伐採方法では萌芽を抑制することが困難である事が判明した。その結果、出水時の水位低下は確認されず試験伐採による流下断面阻害の改善効果は見られなかった。

また、伐採方法(根元伐採、頭部伐採、枝きり)による萌芽状況の比較を行ったところ、伐採直後にはそのストレスに対抗するかのようにいずれの伐採方法でも高い伸長量が確認された。その後、積雪期及び融雪出水期を経た15ヵ月後の測定では、萌芽の一部が枯死するなど、結果として根元伐採が最も伸長量を抑制することが判明した。

以上の結果及び同様事例の研究成果^{1),2)}から、ヤナギを主体とした樹木の繁茂による流下阻害を軽減させるた

めの樹木伐採は、以下の2点に留意することが必要であると判断された。

【伐採方法】

- ・根元伐採を基本とし、その後の萌芽を極力抑制するため根元までの表皮を剥ぐ。

【伐採時期】

- ・洪水期に萌芽の生長が最大を迎えるのを避けることと、作業のしやすさを考慮して伐採時期を融雪出水後の春季とする。

表-5 伐採方法による伸長量比較(平均値)

項目 試験木No.	H19.10			H20.10			
	萌芽本数	伸長量	総伸長量	萌芽本数	伸長量	総伸長量	
1	根元伐採	7.5	60.3	452.6	4.0	74.8	299.3
	頭部伐採	17.5	44.0	769.5	25.0	62.3	1558
	枝きり	8.0	29.9	238.8	15.0	55.9	838.1
2	根元伐採	10.5	76.6	804.6	3.5	113.4	396.9
	頭部伐採	18.0	37.8	680.5	15.0	97.9	1468
	枝きり	8.0	41.2	329.7	3.0	64.6	193.9

単位) 萌芽本数：本 伸長量：cm

(2) 植生管理の課題

河道内に樹木を導入する工法では、樹木の成長にしたがって流下断面の阻害が生じ、治水安全度を維持するためには何らかの維持管理を必要とすることが明らかになった。そのため、計画段階から管理を前提にした計画がなされなければならない。

特に、計画段階における維持管理目標の設定がその後の管理に重要である。また、維持管理段階においては計画段階で設定された維持管理目標を基準に、定期巡視及び詳細監視を併用し、的確な管理を行う事が必要である。なかでも、対象河川の定期巡視結果及び詳細監視結果を一元管理し、経時的な変化を把握できる管理方法を明確にすることが重要となる。

さらに、管理目標に対して何らかの障害が確認された場合は、樹木伐採計画、その後のモニタリングを見直すなどが必要である。

月寒川の調査・検討事例及び既往検討事例³⁾から、植生管理フローを図-8のように設定する。

a) 維持管理を極力少なくするための多自然工法

維持管理の頻度を少なくするためには、計画段階での維持管理目標の設定とともに、導入樹種の生育条件、成長速度の把握が重要である。

【導入樹種の選定】

ヤナギ類は降雨出水や融雪出水による冠水に強い樹種として知られているが、維持管理の面からは成長が速いという欠点がある。そのため、比較的成長が遅く冠水に強い樹種を混播することが望まれる。なお、融雪期など

キーワード：多自然川づくり、維持管理手法、モニタリング、チェックリスト

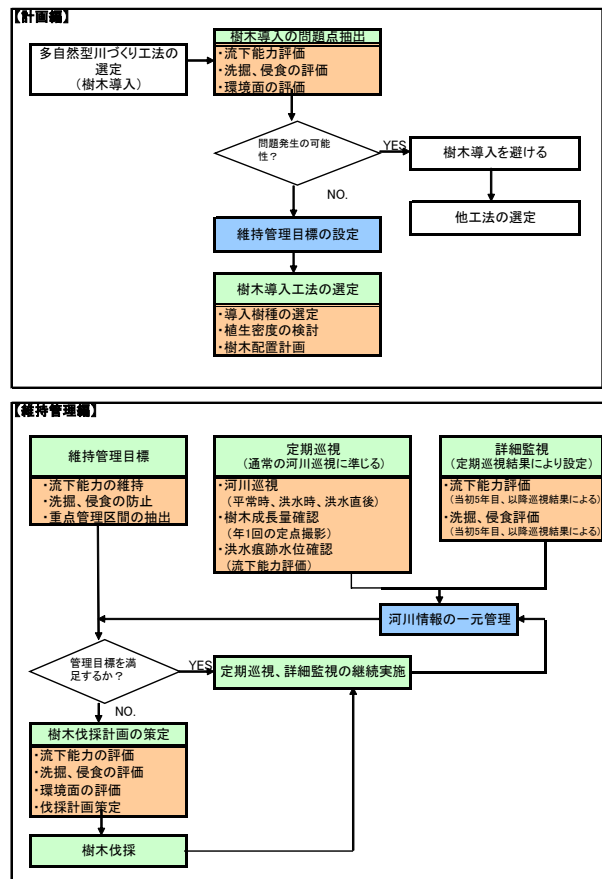


図-8 植生管理フロー (河道内への樹木導入に対して)

に冠水する場所に導入すべき樹種としてヤナギ類とともにケヤマハンノキ、ヤチダモが知られており^{4),5)}、樹林帯の多様性を考慮する上でもこれら樹種の導入が望まれる。

b) 維持管理の目安

河道内の樹木管理では、樹木の成長段階に応じた維持管理を行う事が必要である。そのため、維持管理目標にしたがって重点管理区間の抽出を行うとともに、定期巡視、詳細巡視の実施時期の目安を設定することが必要である。

【重点管理区間】

月寒川では、準二次元解析法により下流2.3km区間の樹木管理(死水域が生じないように伐採)を行なう事により、 $Q=36.0\text{m}^3/\text{s}$ 以下の流量規模では全区間にわたって河川水位が高水敷高以下に低下することが判明している。

なお、図-9のとおり、タイプI区間(KP1.3~KP2.0)のみの伐採では十分な水位低下が期待できない事が判明している。そのため、月寒川の重点管理区間はKP1.3~KP2.3の約1km区間として設定することが出来る。

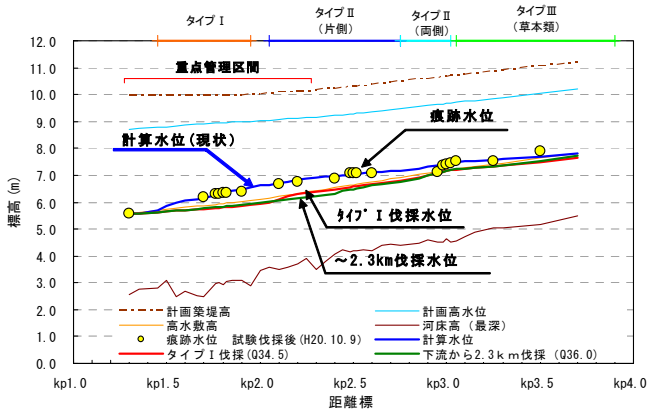


図-9 間伐による水位低下の試算結果

このように、他の樹木導入を行った河川についても計画段階で準二次元解析法により重点管理区間を抽出しておくことが必要である。

【定期監視】

河道の監視要領に基づく巡視・点検は、平常時、洪水時、洪水直後に実施されるが、樹木管理の目的ではさらに以下の定期的な巡視を必要とする。

定点撮影：樹木導入地点を対象として年1回の頻度で定点撮影を行う。この場合、橋上など横断方向の情報が収集可能な地点を定点として設定する。また、撮影は原則として樹木が繁茂している夏季とする。

痕跡水位：出水時の水位上昇情報の把握として、洪水後に痕跡水位を確認し樹木導入地点の最大上昇水位を把握する。

【詳細監視】

月寒川の事例では、低水路断面内に導入した樹木の樹高が高水敷高を越えた時期から流下断面阻害が発生していると想定されている。そのため、導入樹木の成長度合いに応じた詳細な巡視が求められる。

詳細巡視では、定期巡視では評価できない流下能力評価、洗掘・侵食評価を行うものとし、ヤナギ類を導入した河川では当初5年目、その後は定期巡視結果をもとに巡視時期を設定するものとする。

c) 維持管理伐採後の管理

管理目標を満足しない樹木の成長などが確認された場合、樹木伐採計画を策定しなければならない。また、伐採後はその伐採が所定の目的を達成しているかについて、モニタリングを行わなければならない。その結果、当初の目的を達成していない場合には伐採計画の見直し（フィードバック）を行う。

【伐採計画策定】

伐採計画では、原則として樹木導入から5年目に伐採が行えるように計画する。ただし、定期巡視において計画時に設定した維持管理目標を逸脱する現象が確認され

た場合は、その限りではない。

なお、計画に盛り込む内容は、伐採範囲、伐採時期、伐採方法とする。なお、伐採時期、伐採方法については、上述の通りである。

【モニタリング計画策定】

伐採後のモニタリング計画は、伐採終了後の翌年（1年目）に開始し、下記項目を設定する。

【流下能力】

出水時の縦断水位観測を実施し、準二次元解析法によって伐採効果について評価する。

【洗掘・侵食】

出水後に河道を目視で観察し、洗掘・侵食が軽減されたかについて評価する。

【環境影響】

伐採による樹冠の消失を、水温観測や生息生物の調査により評価する。

【モニタリング頻度】

維持管理の軽減を図るため、伐採終了後の翌年（1年目）に行なう詳細モニタリング以降は、定期巡視をモニタリングとして位置付け、維持管理目標との対比を行なう。

(3) 月寒川の今後の維持管理

樹木導入を伴う多自然川づくりでは、計画段階から維持管理計画を策定する必要があるが、月寒川ではそのような手続きが行われておらず、施工からすでに十数年経過している。樹木の繁茂状況も著しく、流下断面阻害による水位上昇も顕著な状況にある。

そのため、樹木伐採を含む今後の維持管理予定について表-6に示す。

表-6 月寒川の今後の維持管理スケジュール

項目	内容	時期
伐採計画	樹木伐採 Kp1.3~Kp2.3	平成21年5月
	治水安全度の確認 流量規模と伐採範囲の妥当性確認	平成21年度内
維持管理計画	定期巡視 定点撮影（年1回） 洪水痕跡水位	夏季 出水毎
	流下能力評価 準二次元解析法	平成21年秋季、以後5年毎
	河川情報管理システム 情報の一元管理	平成21年度内

3. 多自然川づくりの取り組み手法について

(1) 多自然川づくり全体計画の作成

河川改修は、河道の拡幅や河床掘削等により川の構造を変化させる。定規断面による画一的な整備を行うと、

瀬と淵等の川の多様な地形が失われ、これにより、流速や水深の変化がなくなり、生物の生息環境に影響を与える。さらに、河畔林等が失われると、魚類への餌の供給の減少、個性のない風景となってしまう。

多自然川づくりは、「川の営みを活かす」という視点を踏まえる一方、川の作用は河岸侵食や河道内樹木の発達など河川の安全性や管理上の問題を引き起こす場合がある。そのため、河道特性を十分に把握して計画の妥当性を検証する必要がある。そのため、河道計画にあたっては、河川環境情報図、河川管理基図により、対象となる河川のセグメント（河道特性）と重要な環境要素、環境情報図による生息生物を確認し、あるべき川のイメージを持つことが重要である。例えば、直轄河川区間に多い、セグメント2（Bb、Bc）の区間は、一般的に平野を流れており、有堤区間である。そのため、現状では柳の河畔林やヨシ原があり、ところによってはワンド等も形成されている。また、複断面河道であるため、中小洪水時には、高水敷が冠水するといった点に特性がある。これらから、生息動物と本来あるべき河川のイメージを計画を策定する開発局職員が持ち、例えば目標とする植生は現状回復か潜在植生とするのか、水際は直線とせず将来ワンドができるような引き込みとするのか、高水敷を利用してたまり（プール）を作るのか等を考慮することが重要である。さらに、「河道計画の手引き」、「護岸の力学設計法」による検討や専門的な提案（アドバイス）を経る必要がある。また、これまでの多自然川づくりの問題点・課題点でも挙げられているように、多自然川づくりを実施するためには、計画から管理まで統一した目標・イメージ（全体計画）をもつことが重要である。河川にはそれぞれ特有の河道特性があるため、これに対応する川づくりが必要であるにも関わらず、多くの河川では「統一したイメージ＝全体計画」にあたる部分が抜け落ちており、多自然川づくりを実施する工事担当者の考えや思いだけで行っている事例が多い。このため統一性のない川づくりとなってしまう、また当初目標の設定や考え方なども維持管理の段階まで伝わりにくい体制となっていた。このようなことから、まずは早急に「全体計画」の作成が必要と考え、その作成にあたり何に留意すべきかをチェックするための「多自然川づくりチェックリスト（計画編）」の作成を行った。本チェックリストについては、昨年（案）を作成したところではあるが、さらに以下の点に留意し改良を行った。

- ・何をチェックするのかを明確にするため、具体的な目標を追加
- ・設計、施工、管理計画についてのチェック項目を追加
- ・多自然川づくり実施箇所に対し、手戻りが生じないよう河川基本方針までを念頭に作成することを追加

また、担当者との議論の中で河川環境情報図、河川管理基図、河道技術資料等、河川整備基本方針や河川整備計画策定時に検討している資料についても十分に把握・

整理した上で全体計画に盛り込むことが重要であるとの共通認識に至った。表-7に全体計画作成チェックリスト（案）を示す。また、既に石狩川開発建設部においては、平成19年3月に作成された「石狩川下流自然再生計画書」の中で、石狩川を上下流のブロックに分け、石狩川のかつての環境とそれに対する課題、目指すべき方向性、また、河川整備計画での整備メニュー箇所を明示し環境に関する短期的・中期的な対応方針を定めている。各河川全体計画の作成にあたっては、このような事例を参考にするとともに、チェックリスト等で何を計画に盛り込むかを明確にした上で確認を行い、各河川毎の全体計画を作成すべきである。

表-7 多自然川づくり全体計画作成チェックリスト

	項目	具体項目	チェック欄	アノック提出の整理(なぜ〇なのか、どのような検討をしたのか×に対する対応)
●全体計画 基本的な考え方	河川整備基本方針、河川整備計画等の各種計画と整合が図られているか	・河川整備計画の内容の確認		
	流域からの視点での多自然川づくりを検討しているか	・保全すべき環境目標の設定(ハース図、コンセプト等) ・治水(流下能力)の確認 ・河道特性の確認(河床変動等) ・地域の街づくりや景観条例等との確認 ・景観上重要な場所の確認(有の場合: 景観の専門家が参加し景観設計する必要がある)		
	現地の物理・環境について確認(実施)したか	・環境情報図の確認 ・水辺の国勢調査の確認 ・生物の重要な生息・繁殖場の有無(有の場合: 専門家が参加した重点設計を行う必要の有無) ・河川管理基図の確認 ・地域の歴史・文化に関する文献の確認		
●事前調査 整備にあつての状況把握	景観のコンセプトを現地状況から整理したか	・上下流及び背後地を含めた様々な位置からの景観確認 ・上下流の植生(必要性)の連続性の確認		
	類似事例の知見を活かしているか	・これまでの多自然川づくり事例の確認・分析 ・多自然川づくりポイントブック、ガイドライン等の活用		
	●設計計画 具体的な整備に向けて施工地区の川づくりの計画	○保全方策 ・保全対象の量的、質的な面での ・河床材料の確保、土砂移動の検討 ・生物の生息環境の保全		
●設計計画 具体的な整備に向けて施工地区の川づくりの計画	○空間計画	・景観についての検討 ・人のふれあいについての確認・検討 ・マイケーションの必要性の有無の確認 (植物や現地に依存している動物などの影響や仕舞設計)		
	○平面計画、縦断計画、横断計画	・支流との連続性の確保はしているか ・生物の移動について配慮しているか ・流速を変化させる整備となっていないか ・現状の縦断形を尊重しているか ・河岸の多様性を削出す整備となっているか ・河道内の天然のステップの活用の有無 ・瀬、灘などの保全是されているか ・背後地との連続性について考慮したか ※種間など ・河道断面の画一化にならないよう検討をしているか ※掘削においては川幅拡大の優先の検討		
	○整備に対して、時間軸での変化(河道の平面、縦断、横断、空間等)予測の検討をしているか	・土砂移動、河畔林の生育等、治水面及び環境面の検証を行ったか ・模型実験や、類似事例の分析等で景観も含めた予測検討を行ったか ・景観も含めた具体的なハース(時間軸別)の作成		
	○その他	・コスト削減 ・流域住民の意見を反映しているか		
	●管理計画	維持管理についての考え方は整理しているか	維持管理計画との整合の確認 ※必要に応じ見直し 親水性と安全性の確認 ※該当する箇所のみ メンテナンスの必要性の有無(有の場合の具体については別紙)	
●管理計画	モニタリング計画を立てているか	保全・再生目標物に対する調査方法 整備目標の達成度計画を立てているか 専門家による重点検討を行う必要はないか 管理への引継事項は整理しているか 自治体、自治会等による維持管理への協力体制、活発な活用に向けたイベント等、工夫がされているか		

キーワード：多自然川づくり、維持管理手法、モニタリング、チェックリスト

(2) フローチャートの作成～護岸工事を例に

北海道開発局では、平成 19 年度に、既往工事 224 件について、「多自然川づくり」からの視点で点検を行った。まず、工種は、図-10 に示すとおりであるが、河岸保護工 38%、築堤 24%、掘削 12%の順で多く、3 工種で全体の 74%を占めている。まず、環境調査の有無については、全工事にて工事区間の全部もしくは一部を実施していた。また、環境調査の結果に基づき、対象工事区間において、事前に環境保全・改善目標を定めているかについては、全工事区間定めているとしたのは 40%にとどまり、実施設計の段階で調査し対応しているとしたのが 48%に上った。

次に、工種毎の課題であるが、河岸保護工については、本来目的でありやむを得ない面もあるが、低水路の水際を固めている 34%、標準断面で画一的に整備している 32%といった課題が挙げられた。掘削については、標準断面で画一的に整備している 37%、低水路の水際を固めている 14%、両岸とも護岸を配置する設計となっている 14%、一律の川幅で計画、整備している 14%といった課題が挙げられた。これらの点から、工事の出来高管理のし易さ、コストの面から画一的な計画を選定しているのではないかと推察される。

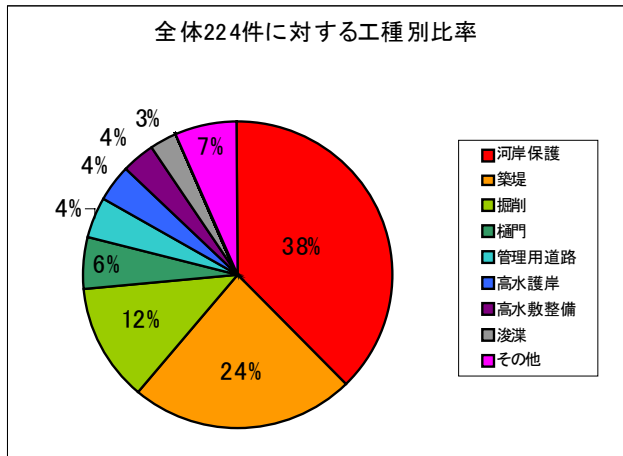


図-10 多自然川づくり工種別比率

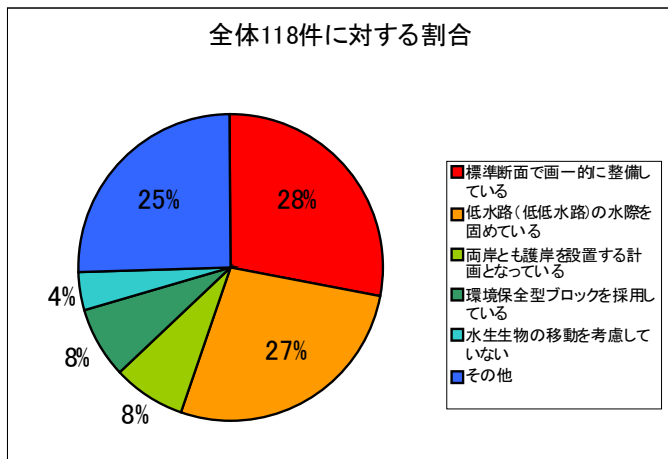
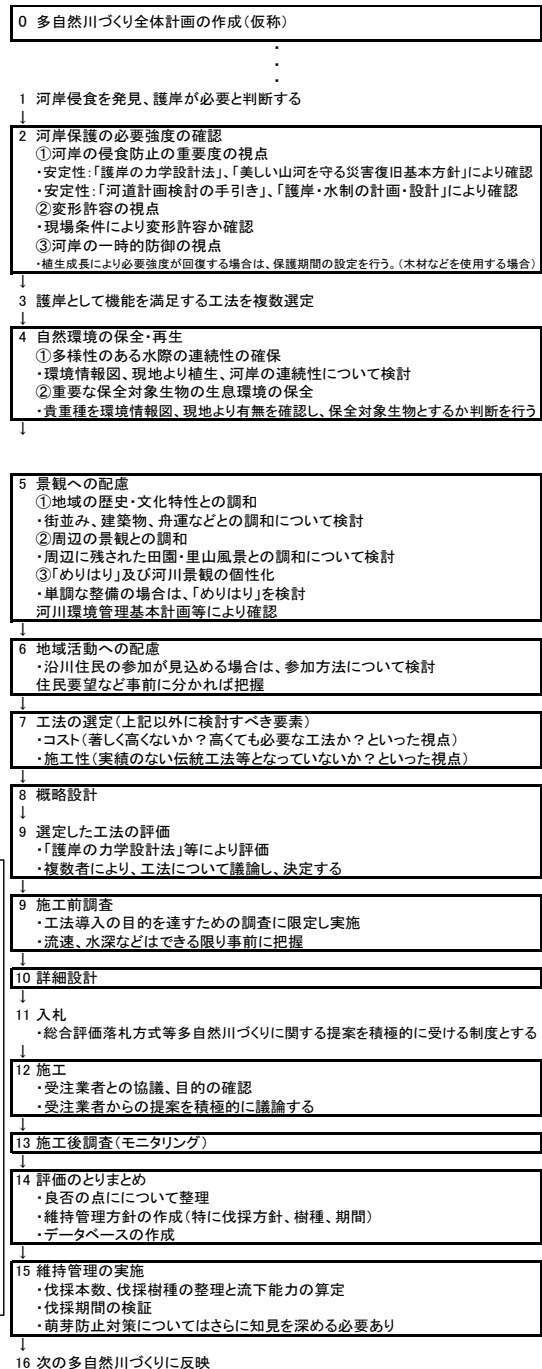


図-11 多自然川づくりにおける課題項目の比率

このような課題を改善するため、実際に護岸工事を行うにあたって担当者が担う仕事の流れを表-8 のようにフロー化し、その際に多自然川づくりとして考慮すべき事項について表-9 のように各項目毎にチェックリストを作成した。本フローは、護岸を必要と判断した段階から、設計、施工、管理まで一貫した流れの中での考慮事項を整理したものである。本フローは護岸工事を例として作成を行い、河川によってチェック項目が変わることを考慮して作成した。前述した全体計画と本フローにより、河川全体の多自然川づくりのイメージから大きく逸脱することなく、実施すべき多自然川づくりの施工が可能になると考える。

表-8 多自然川づくり(護岸) 選定フロー(案)



キーワード：多自然川づくり、維持管理手法、モニタリング、チェックリスト

表-9 フローに対応したチェックリスト

フロー番号	項目	具体項目	チェック理由(なぜOなのか、どのような検討をしたか)
2	●河岸保護の必要強度の確認	1河岸の侵食防止の重要度の確認 2変状許容の観点より一時的防護の視点	1護岸の力学設計法、美しい山河を守る災害復旧基本方針等による確認を行っているか 2現場条件により、変状許容が確認 3一時的防護の観点、必要な保護期間が設定されているか確認
4	自然環境の保全・再生	1現地の物理・環境について確認したか 2多様性のある水際の連続性の確保 3重要な保全対象生物の生息環境の保全	1全体計画の確認 2環境確認の確認 3生物の重要な生息、繁殖場の有無を確認し、保全対象とするかの判断を行う。
5	景観への配慮	1景観からの視点での多自然川づくりを検討しているか(全体計画の確認) 2景観のコンセプトを現地状況から整理したか(全体計画の確認)	1地域の街づくりや景観条例等との確認 2景観上重要な場所の確認 3地域の歴史・文化に関する文献の確認 4上下流及び背後地を含めた様々な位置からの景観確認 5上下流の植生(必要性)の連続性の確認
6	地域活動への配慮	地域活動等への配慮がなされているか	1全体計画において委員会やWSの開催などの開催を行い合意形成を図っているか(有る場合、その他について再確認) 2流域住民の意見を反映しているか。
7	工法の選定	工法の選定	1コストは妥当なものとなっているか。 2北道道に選定した工法が選定されているか。
8	選定した工法の評価	選定した工法の評価	1維持管理の観点から選定しているか。 2現地に馴染む材料の検討を行っているか(コスト削減) 3護岸の力学設計法、岸により評価 4復旧前より工法の評価を行っているか。また、そこで出された問題の解決を図ったか。
9	施工前の調査	施工前の調査計画を立てているか。	1調査計画を立てているか。 2工事導入の目的を果たすための調査に選定されているか。
10	詳細設計 多自然川づくりの概念を記述した設計	0平面計画、縦断計画、横断計画 10 0その他 1河道を適度に整理した1層一断面でないか 2瀬と淵を保全する 3中流河川では河床幅をできるだけ広く確保する 4水際植生を保全回復する 5低水路を固定しない	1支流との連続性の確保しているか 2生物の移動について配慮しているか 3流速を変化させる量と変わっていないか 4現状の縦断形を尊重しているか 5河内の多様性を創出する量と変わっていないか 6河内の天然のステップの活用を有無 7瀬、淵などの保全はされているか 8背後地との連続性について考慮したか 9※横断など 10河道断面の同一化にならないよう検討しているか 11※横断については川幅縮小の防止の検討 12土砂移動、河岸線の生育等、治水面及び環境面の検証を行ったか 13模型実験や、類似事例の分析等でも観るべきか、予測検討を行ったか 14景観も考慮した具体的なハース(時間軸別)の作成 15コスト削減を考慮しているか 16河岸線や、山竹きなどの要素では横断形を工夫しているか 17川幅縮小が起る場合、適度の低水路の拡張を行っているか 18河道内に形成された天然のステップを護岸工がわりに活用する検討を行ったか 19瀬・淵等を形成している川の石を保全しているか 20河床を準らるる影響はないか 21川幅をなるべく確保する計画になっているか 22水際植生の保全回復を考慮しているか 23山付野や河内外岸等が形成される場所では植生工を思い位置づけているか
11	●施工前の確認	施工にあたり、業者との調整を密に行っているか 仮設についての環境・景観等への配慮を行っているか	1表注業者との協議、目的の確認をしているか 2適度な仮設道路の設置になっているか 3騒音等の発生に気を付けているか 4仮設打ちのために現地にインパクトを与えていないか
12	●工事中 仮設の管理	仮設の管理 仮設の管理	1仮設における環境への配慮はしているか 2現場条件を考慮して、計画の見直しが必要の有無について判断したか
13	●工事直後 モニタリング	モニタリング	1実施直後の状態について把握したか 2地元へ積極的PRを行ったか 3設計の欠陥を次年度の施工に改善点として引き継ぐことはあるか 4各関係者や方法等の管理に引き継ぐ注意事項はないか
14	●管理計画 維持管理についての考え方は整理しているか(全体計画の確認)	維持管理計画との整合の確認 ※必要にし見直し 観水性と安全性の確認 ※該当する箇所のみ メンテナンスの必要性の有無(有る場合の具体的には別紙)	
15	●モニタリング モニタリング計画を立てているか	モニタリング計画の実施	1保全・再生目標物に対する調査方法 2整備目標の達成計画を立てているか 3専門家による重点検討を行う必要はないか 4管理への引継事項は整理しているか 5自治体、自治会等による維持管理への協力体制、活発な活動に向けたイベント等、工夫されているか 6目標が達成されない場合の対応手順について計画が立てられているか。(想定外の結果に対する対応手順)
16	●モニタリング モニタリングの実施	モニタリングの実施	1調査結果について当初の目標設定に照準しているか 2各否の点を整理するなど、評価を行っているか。 3維持管理方針について作成しているか。 4データベースの作成をしているか。
17	●維持管理の実施	維持管理の実施	1維持管理計画との整合の確認 2必要にし見直し 3観水性と安全性の確認 4該当する箇所のみ 5メンテナンスの必要性の有無(有る場合の具体的には別紙) 6コスト削減の努力はしているか 7メンテナンスがなされるよう工夫されているか 8PRの協力はあるか 9地元自治体の協力はあるか
18	●メンテナンス 地域との連携	メンテナンス 地域との連携	1メンテナンスがなされるよう工夫されているか 2PRの協力はあるか 3地元自治体の協力はあるか

4. モニタリング実施事例 (植生以外を対象)

ここでは、工事箇所において流速、水深といった物理環境の変化に伴い、生息魚類が変化した事例である、十勝川水系札内川左岸の中戸葛水制工事について紹介する。

中戸葛水制工事は、平成9年に施工した工事で、多自然川づくりにおいて試行を繰り返していた時代である。写真-2 に示す工事箇所は、札内川中流域(勾配1/200、複列網状河川)に位置し、工事箇所が水衝部で、河岸侵食が進んでいる箇所である。そのため、河道の安定と河岸侵食の防止のために、水制工を実施している。

事前調査の結果、表-10 のとおり重要な生息場所や当該地を代表する生息種を保全対象とした。代表的な種及び保全対象としては、ハルニレ林、ケショウヤナギ林、ショウドウツバメコロニー、ハナカジカ、ヤマメ、湧水池、湧水路等とした。

設計にあたっては、まず、ハルニレ林等に極力影響を与えないような護岸法線を検討した。その際、背後地の植生等を調査することで侵食状況を確認し、護岸法線を決定した。また、工事で影響する湧水池、湧水路については、新たに造成した。ケショウヤナギ林については、水制工事箇所以外の中州に存在した林については極力保全した。復元植生については工事箇所の覆土を基本とし、覆土ができない箇所については在来種の播種、植樹を基本とする等、表-11 とおり様々な点において配慮した工事である。



写真-2 施工箇所

表-10 保全対象となる重要な環境要素

分類	重要な環境要素	選定理由
ビオトープ	ハルニレ林内湧水池、湧水路	・湧水池、湧水池には、 エソサンショウウオ や ハナカジカ をハジメ、多くの水生生物が生息している
	ハルニレ林	・直径50cm以上の巨木も含む 成熟した林 で、 フクジュソウ 等の貴重な植物をはじめ、 鳥類、哺乳類の中心的な生息場所 である ・ 最も重要な生息場所 と判断
	ケショウヤナギ林	・ 十勝を代表する河群林 植生を示している
鳥類	ショウドウツバメコロニー	・多くの巣穴(300程度)が集中し、 数百羽の繁殖場所 となっている
	カワセミの生息環境	・水辺の代表的な 河川性鳥類 で、貴重種でもある
両生類	エソサンショウウオの生息環境	・ハルニレ林内湧水池・池を産卵場所として生息しており、 この場所がなくなると、繁殖できなくなる
魚類	ハナカジカの生息環境	・清冽な水域に生息する種で、湧水路に特に 多く生息 している
	ヤマメの生息環境	・稚魚が捕獲されたことから、 産卵ポイント となっている可能性がある

キーワード：多自然川づくり、維持管理手法、モニタリング、チェックリスト

表-11 保全対策概要

No.	課題/影響	対策概要	多自然	ミティゲーション
課題1	護岸法線が上流ハルニシ林と林内湧水路にかぶり、重要な生息域であるハルニシ林と湧水路を部分的に侵襲してしまう。	護岸法線を河道中心部へ最大30m移動させることで、ハルニシ林を100%保全する。 (施工内容に関する対策)	保全	回避 最小化
課題2	湧水路の湧水が高水敷盛土によって遮断され、魚類等が本流から湧水路へアクセスできなくなる。	湧水路と本流をつなぐ魚のアクセス水路を護岸法線終点から掘削する。法線で遮断された湧水は護岸の下を浸透させて本流へ流入する。 (施工内容に関する対策)	創出	代償
課題3	上流ヤナギ林への護岸埋設、水制配置するために、ヤナギ林を伐採してしまう。	ヤナギ林の伐開場所の表土を取り置きし、護岸埋設後にその表土を敷きならす。伐開表土からの植生復元を促す。 (施工内容に関する対策)	保全 復元	最小化 修正
課題4	ゲショウヤナギ林と水制部がかぶり、ゲショウヤナギ林を部分的に侵襲してしまう。	水制部にゲショウヤナギを植立することで、伐開面積を最小化する。 (施工内容に関する対策)	保全	最小化
課題5	高水敷を盛土造成することで、河川林の連続性が途切れた確率が延長約1.3kmにわたり出現する。	高水敷に凸凹をつけて、部分的に密生し、樹木のタネを播種する。上流のハルニシ林をモデルにして、樹木を選定する。 (施工内容に関する対策)	復元 創出	修正 代償
課題6	護岸ステップの狭さは、従来外国産牧草などで、帰化植物が他にも広がることで、在来植生が影響を受ける。	護岸ステップへの狭さはやめて、在来草本のタネを播種する。 (施工内容に関する対策)	創出	代償
課題7	ショウドウツバメの繁殖期と工期が重なり、工事が増強に悪影響を与える可能性がある。	ショウドウツバメのコロニーは、崖の上側（十数メートルの高さ）にあるので、地下作業をツバメの繁殖期前に終工させる。 (施工内容に関する対策)	保全	軽減

施工後、2年間にわたり、モニタリング調査を実施している。ここでは、当該箇所において、水制工による魚類への影響について紹介する。事前調査の段階では、流速の変化が見られた。その結果、ヤマメ、ニジマスといった早い流速を好む魚類が生息しているほか、ウグイ、スナヤツメ、ハナカジカ、遅い流速を好むイバラトミヨ等が生息していた。施工後、2年間の調査結果では、ウグイ、イバラトミヨ、ハナカジカ、フクドジョウの4種が確認されている。ウグイについても、稚魚が群をなす状況であった。これは、特に水制間の流速が遅くなった要因と考えられる。水制工自体の目的を達成しているため、流速の低減が図られたため、結果として、早い流速を好むヤマメなどが見られなくなった。このことから、当初よりヤマメなどを保全対象とするか、もう少し広域的な調査を行った上で目標設定し評価が必要であったと考えられる。

本事例より、流速・水深の変化により生息魚類が変化することが明らかになった。このため、選定する工種を踏まえ、生息魚類の変化をある程度予測することが可能である。その際、魚類の生物環境といった視点からの区間を評価し、当該箇所の重要性を確認し、施工にあたって配慮する必要がある。

表-12 モニタリング結果

調査時期	着工前	竣工時	竣工時	1年後	1年後	2年後	2年後
	平成9年	平成9年	平成9年	平成10年	平成10年	平成11年	平成11年
調査年	3月20日	11月14日	11月14日	11月17日	11月17日	10月27日	10月27日
調査箇所	低水路細流・湧水路	低水路湧水	低水路湧水	低水路湧水	低水路湧水	低水路湧水	低水路湧水
種名/測点	800-1000	A900	B350	A900	B350	A900	B350
サケ	ニジマス	○					
ヤマメ	○						
オショロコマ							
ユイ	ウグイ	○	○	○	○	○	○
トゲウオ	イバラトミヨ	○		○	○	○	○
カジカ	ハナカジカ	○	○	○		○	
ドジョウ	フクドジョウ	○					○
ヤマトウナギ	ヤマトウナギ科の一種	○					

キーワード：多自然川づくり、維持管理手法、モニタリング、チェックリスト

5. まとめ

今年度は、多自然川づくり実施後、樹木の繁茂が問題となっている月寒川において、今後の維持管理のあり方について検討を行った。月寒川においては、昨年度の伐採方法に問題があり明確な目標の達成度が確認できないといった課題は残るものの、今後の維持管理として、伐採時期、定期的な巡視の時期や項目、流下能力評価実施時期の目安など、実施すべき内容について具体的に示すことができた。また、魚類に着目した場合のモニタリングとして、中戸蔦水制工事を例に、工事後の流速や水深の変化からある程度生息魚類の変化を予測できることがわかり、魚類を対象とする場合に必要なモニタリング項目であることがわかった。また、多自然川づくりの取り組みについて、課題となっている計画から管理までの一貫した取り組み方法として、「多自然川づくり全体計画（仮称）」作成の必要性、全体計画作成時におけるチェックリストの改良及び具体的な作業の確認を行うためのフロー図の作成、フローに対応したチェックリストの作成を行い、その作業場面において、担当者が「多自然川づくり」について何を考慮すべきかについて整理を行った。全体計画及びフロー図、並びにチェックリストについては、河川毎、工種毎に作成が必要であり、また何より、よりよい川づくりのため現場の担当者が使いやすいよう、さらなる改良が必要ではあるが、事業計画、設計・施工、維持管理の各段階において多自然川づくりを意識し実施していく上ではチェックリストは必要なものとする。今後はこれに準じた形での実施に向けて、次年度以降モデル河川を設定し、試行的に現場への導入を考えている。

参考文献

- 1) 伊木千絵美・矢部浩木規・中津川誠：樹皮剥離による河道内樹木管理方法の提案, 北海道開発土木研究所月報 No. 622, pp39~44, 2005
- 2) 吉井厚志・渡邊康玄・山下彰司・杉山裕：豊平川河畔林伐採と管理について, 寒地土木研究所水環境保全チーム, 現場のためのシリーズ, 2007
- 3) 山本晃一・戸谷英雄・阿佐美敏和：河道維持管理システムに関する検討, 河川環境総合研究所報告第12号, pp133~169, 2006
- 4) 北海道立林業試験所：河畔林のはたらきとつくり方, 2005
- 5) 長坂有：河畔林造成に適する広葉樹, 光珠内季報, No. 101, 2000
- 6) 平成19年3月石狩川下流自然再生計画書：北海道開発局石狩川開発建設部
- 7) 平成18年度北海道開発局技術研究発表会論文集：多自然川づくりの取り組みに関する研究
- 8) 平成19年北海道開発局技術研究発表会論文集：多自然川づくりの取り組みに関する研究