

平成 17 年度

新治地区茂倉沢治山事業全体計画作成調査

調査報告書

平成 18 年 3 月

関東森林管理局

## はじめに

本報告書は、関東森林管理局から委託を受けた「新治地区茂倉沢治山事業全体計画調査作成調査」の成果を取りまとめたものである。

茂倉沢は、関東森林管理局、日本自然保護協会が協働により森林管理をおこなう「三国山地/赤谷川・生物多様性復元計画」（通称「赤谷プロジェクト」）の一部であり（エリア④）、環境保全に配慮した治山事業に取り組む区域である。

今回は、調査対象地の全体計画の基本構想を策定するために、現地調査等を行うとともに、学識経験者からなる委員会を設置して検討を行った。

本報告書が、茂倉沢の防災水準、環境保全水準を向上に寄与するとともに、溪流環境保全型治山事業を推進するための一助となれば幸いである。

平成 18 年 3 月 10 日

財) 林業土木コンサルタンツ

前橋支所長 伊藤 孝

(調査担当)

技術研究所	森林土木研究室長	櫻井正明
	主査研究員	内藤洋司
	研究員	前川峰志
前橋支所	治山課長	大矢寿雄
	副主幹技師	佐々木成夫
	主査技師	斉藤政幸

## 目次

I	調査の内容	
I-1	調査の考え方	1
I-2	調査地の概要	5
I-3	調査地の保全対象	8
II	調査の荒廃状況	
II-1	調査地周辺の災害	11
II-2	崩壊地の変遷	15
II-3	溪流荒廃の状況	18
II-4	既設治山ダムの状況	19
III	調査地の自然環境	
III-1	調査地の動植物	28
III-2	調査地の流況	33
III-3	調査地の溪畔林	35
IV	基本構想の策定	
IV-1	基本的な考え方	36
IV-2	ゾーニングと整備の考え方	40
IV-3	整備計画	51
IV-4	今後の調査計画	53
V	資料	
V-1	流域の現況図	57
V-2	本流部分の平面図・縦断面図・横断面図	65
V-3	実施工法案	88
V-4	溪畔林の現況調査結果	92
V-5	既設治山ダムの現況調査結果	138
V-6	委員会の概要	160

# I. 調査の内容

## I-1 調査の考え方

### 1. 調査の方針

調査の目的及び方針は次のとおりである。

①通称赤谷プロジェクトエリアの茂倉沢流域（エリア④）において、溪流部分及び溪畔を対象に、溪流環境に配慮した治山施設（溪間工）のあり方を検討するものとする。

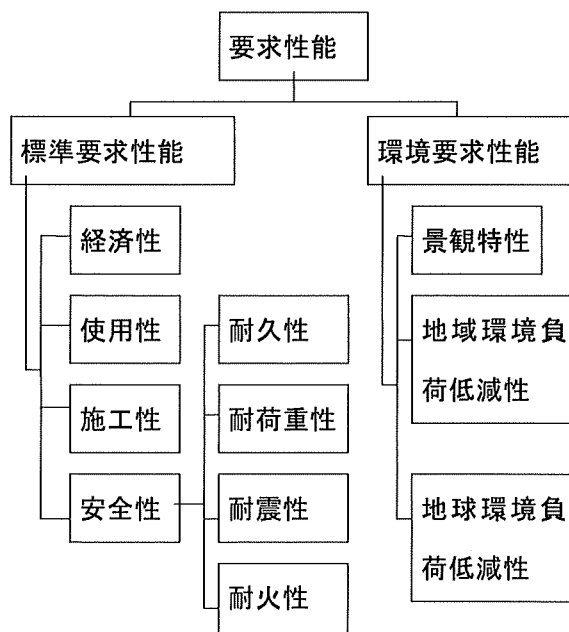
具体的には、国民が期待する治山施設の機能と地域環境の保全のバランスがとれた手法を検討するものとする。

②治山計画・治山施設設計に生かすために、土砂移動状況のモニタリング、溪流の動植物に対する環境調査（戦略的アセスメント）、工法の効果調査を十分におこなうものとする。

本年度は、概況調査とし、来年度以降に必要な調査を提案するものとする。

③対象地の立地条件に適合する治山計画・治山施設設計を提案するものとする。

本年度は、概況調査の結果を踏まえて、治山工法・環境保全対策の考え方を検討し、治山計画の基本構想を策定する。



図—1 構造物設計における要求性能  
(環境負荷低減型土木構造物設計ガイドライン)

## 2. 調査の方法

本年度は、次の調査を実施して、現況図（10000分の1図面）等に取りまとめた。

### ①事前調査

現地踏査（概査）、資料調査により調査地の概況、保全対象等を把握した。

### ②荒廃状況調査

現地踏査（精査）、溪流測量、空中写真判読、文献調査により、主として本流部分について、次の項目を調査した。

- a) 災害履歴……………文献調査
- b) 崩壊地の状況（現況・時系列的な変化） ……現地踏査・空中写真判読
- c) 荒廃溪流の状況……………現地踏査・溪流測量
- d) 既設ダムの状況……………現地踏査・溪流測量

### ③環境調査

現地踏査（精査）、資料調査、聞き取り調査により、本流部分について、次の項目を調査した。

- a) 主要な魚類等の生息状況……………資料調査・聞き取り調査
- b) 流況（常水の有る箇所、水質など）の概要…現地踏査
- c) 溪畔林の状況（位置、主要な樹種）……………現地踏査

### ④基本構想策定

概況調査の結果に基づいて、対象地のゾーニング、溪流環境配慮型の治山工法・環境保全対策のコンセプト、今後の調査の提案について取りまとめた。

## 3. 委員会の運営

太田委員長以下4名からなる委員会を組織し、本年度は、次のように2回の委員会を開催した。

区分	期日	場所	主たる内容
第1回委員会	平成17年10月14日	みなかみ町	現地検討
第2回委員会	平成17年2月20日	前橋市	基本構想（案）の検討

### 新治地区茂倉沢治山事業全体計画作成調査委員会名簿

区分	氏名	所属・役職	
委員長	太田猛彦	東京農業大学	教授
委員	石川芳治	東京農工大学	教授
委員	高橋剛一郎	富山県立大学短期大学部	助教授
委員	中井達郎	国士舘大学	非常勤講師

事務局：財）林業土木コンサルタンツ技術研究所（群馬県高崎市）

**(参考) 契約内容**

業務名：新治地区茂倉沢治山事業全体計画作成調査

箇所：群馬県利根郡新治村大字相俣字三国峰国有林 225 林班外

契約年月日：平成 17 年 8 月 10 日

履行年月日：平成 18 年 3 月 10 日 (当初 平成 18 年 2 月 15 日)

発注者：関東森林管理局

受注者：(財) 林業土木コンサルタンツ前橋支所

数量内訳：

現地踏査	1 地区
荒廃地等調査	1 地区
環境調査	1 地区
保全対象調査	1 地区
防災施設等調査	1 地区
施設等整備計画	1 地区
全体計画図の作成	1 地区
打ち合わせ協議	1 件
検討委員会	1 式 (2 回開催)
溪間工測量	1 式 (縦断 1000m)

その他：

仕様書あり

## (参考) 調査の仕様書

### 1. 調査の主旨

治山事業は、森林の維持造成を通じて山地に起因する災害から国民の生命、財産を保全する等、安全で安心できる豊かな暮らしの実現を図ってきている。

近年は、地球温暖化防止や生物多様性の保全等、森林に対する国民の要請が多様化してきており、治山事業の実施に当たっても、これらに配慮することが求められている。

このような状況を踏まえ、茂倉沢流域を対象に、これまでより生物多様性の保全等を考慮した治山事業の手法等を検討するものである。

### 2. 調査の目的

治山事業の目的を達成しつつ、生物多様性の保全にも資することのできる手法の検討を行い、調査対象流域の全体計画の基本構想策定を行う。

### 3. 提出成果品

調査目的を達成するため、調査報告書に以下の成果品を含めて提出する。

- ① 調査区域の現況図（平面図、縦断図、横断図（必要に応じ））
- ② 目的に合致すると考えられる治山施設工法案（使用材料を含む）。
- ③ ②の治山施設工法案を①の現況図に明示したもの
- ④ 成果品の提出部数は、5部とする。

### 4. 調査の項目及び内容

#### (1) 調査区域の現況図作成

- ① 現地踏査により、既設工作物及び荒廃地等の現況調査を行う。
- ② 現地踏査による調査の結果を基に現況図を作成する。

#### (2) 治山施設工法案の作成

- ① 調査区域の保全対象の調査、自然環境の概況調査を行う。
- ② (1)-①及び(2)-①の調査結果を基に治山施設工法案の検討を行う。
- ③ ②の治山施設工法案を(1)の現況図に明示する。

#### (3) その他

- ① 現況図作成に使用する図面は、国有林野実施計画図（必要に応じて森林基本図）とする。
- ② 発注者から地質図、植生図等の必要な資料については提供する。

### 5. 委員会の設置

調査目的を達成するため、学識経験者からなる委員会を設置し、現地調査及び検討委員会を開催する。

なお、委員については、発注者と調整を行うこととする。

## I-2. 調査地の概要

### 1. 調査地の位置

群馬県利根郡みなかみ町(旧新治村)に位置する三国峰国有林内の茂倉沢である。河川からみると、利根川水系赤谷川の右岸支流となる(図-2参照)。

### 2. 調査地の自然環境

調査地である茂倉沢は、流域面積が約630haであり、右岸沿いに茂倉林道が開設されている。

調査地は、新潟県と群馬県の境となる国境稜線を中心とした山地の一角で、一部に緩斜面を持つもののV字谷が特徴的な壮年期の地形を呈している。本流の延長は、3km程度で、平均勾配が2.5~8%程度(5度以下)であり、大半が掃流域となっている。地質は、本流の露頭から見ると、下流に侵食抵抗の弱い凝灰角礫岩が、上流に硬質な泥岩が分布している。そのため、下流で下方侵食が卓越し、本流沿いを中心に急崖地が見られる。

また、調査地の標高620mから1300mの間にあり、潜在植生はチシマザサ・ブナ郡団であるが、下流域がスギ・カラマツを主体とする人工林、上流域がブナ・ミズナラ林となっている。

### 3. 調査地の社会環境

調査地である茂倉沢は、入口付近の一部が民有林であるほかは、三国峰国有林(225~228林班)となっている。国有林は、本流沿いが土砂流出防備保安林に、それ以外は水源かん養保安林に指定されている。また、全域が、上信越高原国立公園内となっている。

調査地の保全対象は、赤谷川本流との合流点付近の茂倉集落(発電施設を含む)及び発電施設である赤三調整池ダムである。治山工事は、昭和20年代より行われており、本流に12基、支流に5基のダム工が設置されている。

近年の災害歴は、現時点で特記すべきものは見出されていないが、平成10年8月27日に台風4号の豪雨により、隣接した旧水上町(被災箇所200箇所以上)を中心として災害が発生していることから、調査地においても、土砂移動が発生した可能性が高い。また、平成14年7月10日には、台風6号の豪雨により、隣接した旧水上町大穴地区で土石流災害が発生している。



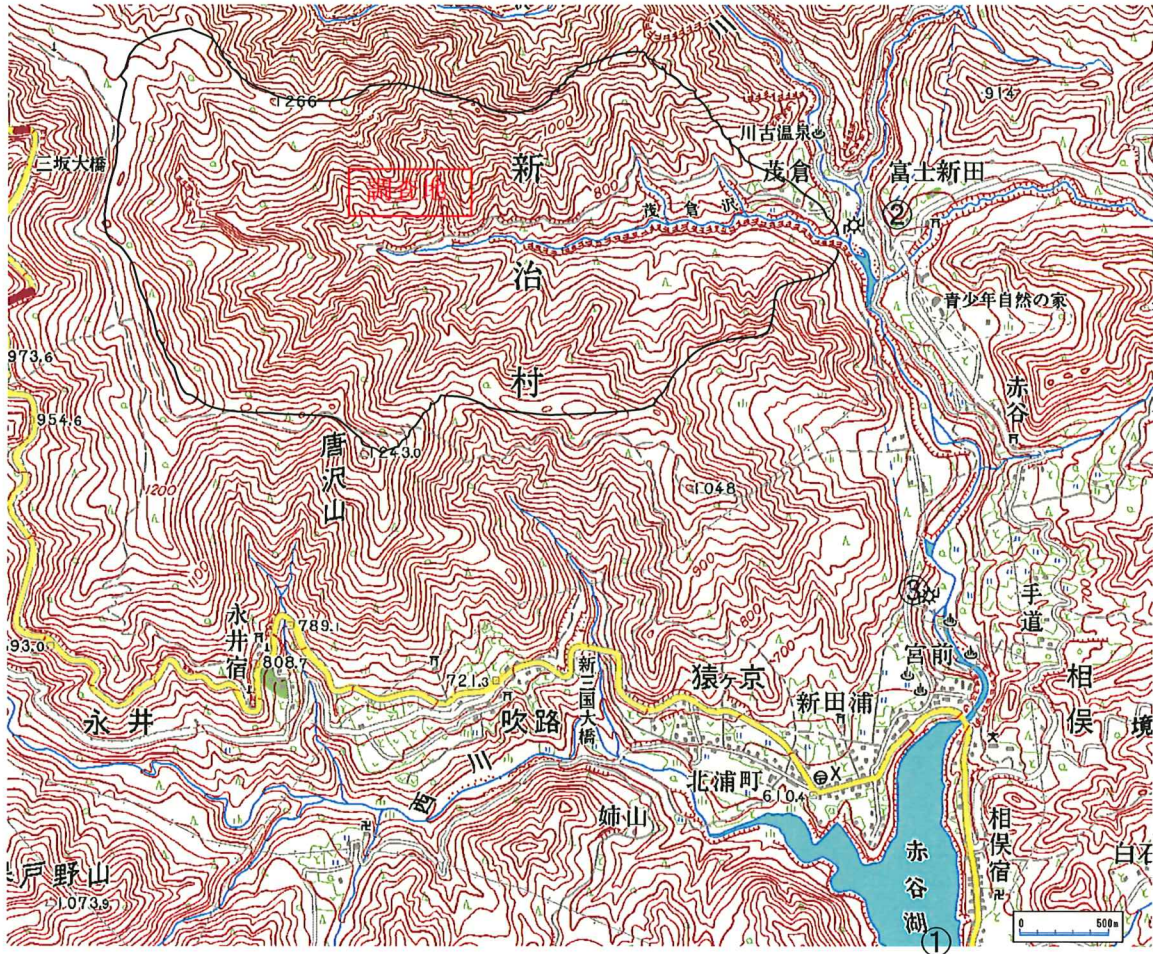
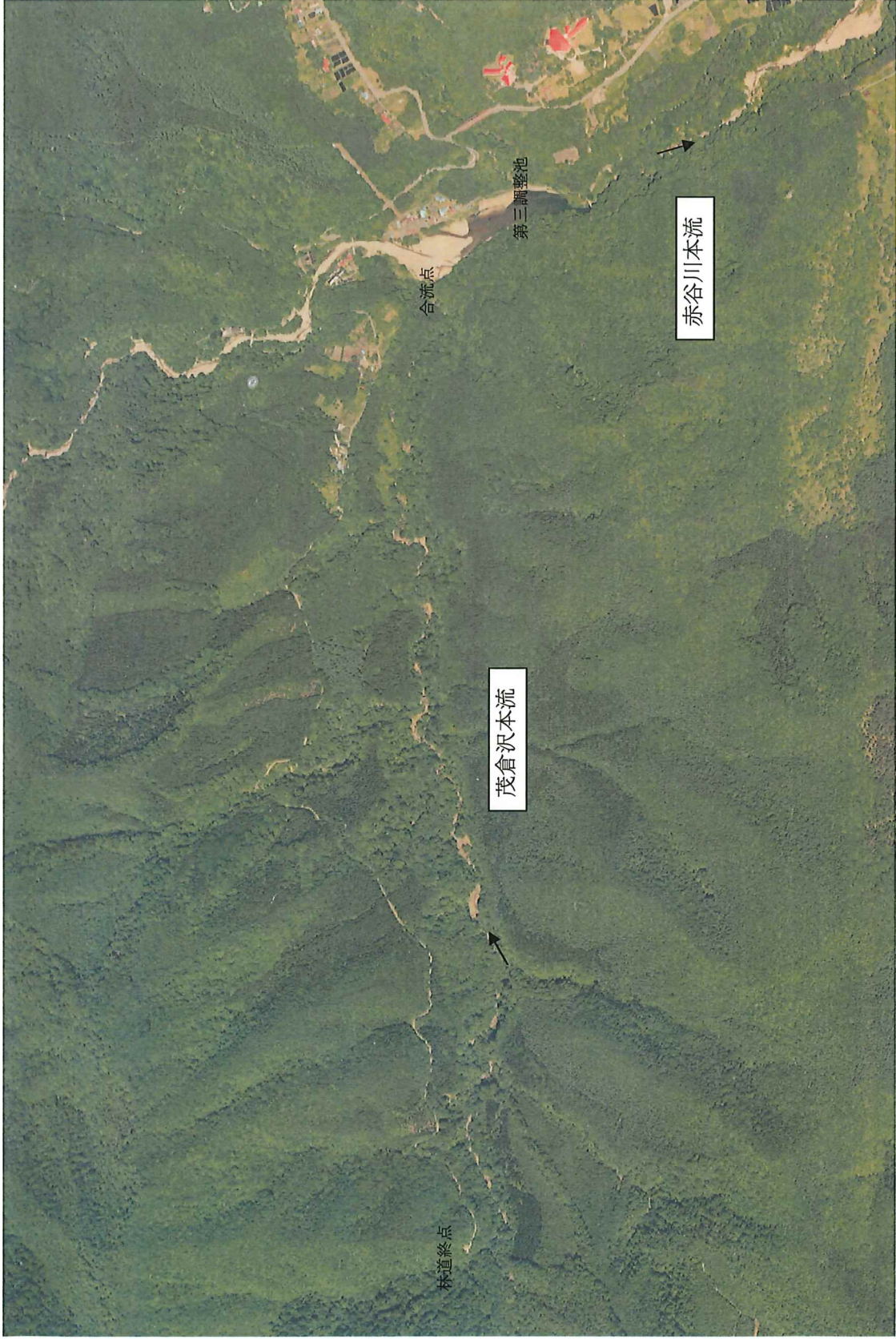


図-2 調査地の位置

(国土地理院 5 万分の 1 地形図「四万」を利用)

群馬県利根郡みなかみ町(旧新治村)相俣三国峰国有林内  
利根川水系赤谷川・右岸支流 茂倉沢 (しげくらさわ)

- ① 相俣ダム (あいまただむ) + 赤谷湖 (あかたにこ)  
昭和 33 年完成 事業者：国土交通省関東地方建設局  
重力式コンクリートダム (長さ 80m, 高さ 67m, 堤体積 63,000m<sup>3</sup>)  
総貯水量 25,000,000m<sup>3</sup> 流域面積 110.8km<sup>2</sup>
- ② 赤谷川第二発電所  
事業者：東京発電株式会社群馬事業所  
有効落差 111.50m 最大使用水量 3.40m<sup>3</sup>/s
- ③ 赤谷川第三発電所  
事業者：東京発電株式会社群馬事業所  
有効落差 57.00m 最大使用水量 5.00m<sup>3</sup>/s



写真一1 調査地の空中写真（平成16年6月パースコ撮影）

### I-3. 調査地の保全対象

#### 1. 防災上の保全対象

調査地の保全対象は、土砂流出により直接的に被災を受ける危険性のある茂倉沢及び赤谷川合流点付近の人家・公共施設等、調査地を含めた赤谷川上流の土砂流出により影響を受ける赤谷川下流域に存在する人家、公共施設等がある。

##### ① 茂倉沢内

茂倉沢下流（入口の民有林内）には、赤谷川右岸支流・矢木沢で取水した農業用水を赤谷川下流に導水する赤谷川土地改良区用水が、サイフォン方式で横断している。これは昭和 35～38 年に、県営事業として実施されたもので、耕地の灌漑に大きな役割を持っている。

##### ② 赤谷川本流との合流点付近

合流点付近の対岸には、人家 3 戸、赤谷川第二発電所が河岸段丘上にある。また、直下流には、第 3 調整池及び取入口があるが、毎年土砂堆積が進んでおり、平成元～15 年度の 15 年間に、5 回 25, 152m<sup>3</sup> の土砂を排土している。

##### ③ 赤谷川下流

赤谷湖までの間に、赤谷川広場（猿ヶ京カップ公園）、オートキャンプ場がある。赤谷川公園周辺では、通常の利用者のほかに、カップ祭（参加者約 700 人）、カヌーポロ大会（参加者約 200 人）が開催されている。オートキャンプ場も、利用者数は、平成 12 年が 900 人であったが、毎年増加して、平成 16 年には約 3000 人になっている。また、赤谷川第三発電所、相俣ダム・赤谷湖があるが、平成 5 年には、赤谷湖への土砂流入防止を図るために、湖中ダムが建設された。

#### 2. 環境上の保全対象

茂倉沢は、本流に治山ダム群が整備されているが上流部は自然溪流の形態を呈しており、溪畔林が良く発達し魚影もみえることから、溪流環境に配慮した治山事業を実施する必要がある。

#### 3. その他

茂倉沢を含む赤谷川流域は、つり客の入り込みも多く、土砂流出が内水面漁業被害に結びつきやすい。平成 11 年 8 月、既設治山ダムの底抜けにより土砂が流失した際には、茂倉沢からの濁水が赤谷川を下り利根川本流まで到達し、アユ漁に大きな打撃を与えたとされる。利根漁業協同組合から利根沼田森林管理署に、「茂倉沢が他の沢と比べて濁っているために、その影響で下流の赤谷川、利根川で魚がつかない状況であり、原因を調べてほしい」との要望が出されている。



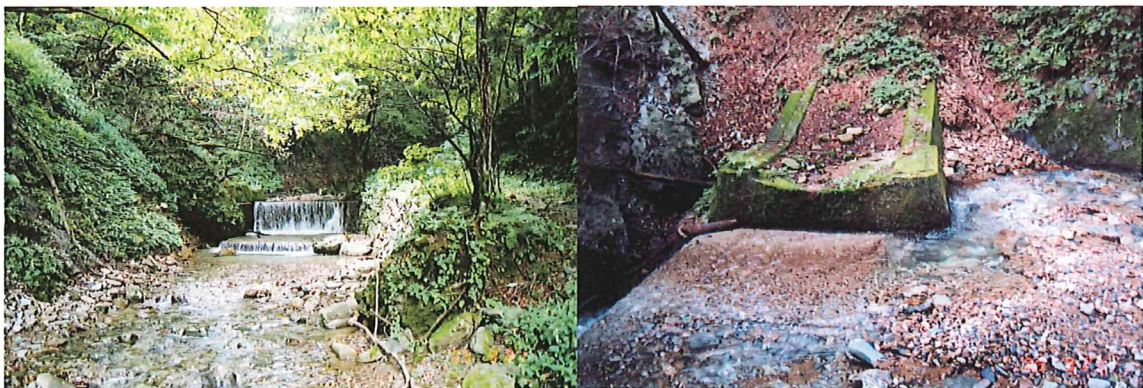
写真一 赤谷川広場で開催されるカップパ祭  
(みなかみ町提供)



写真二 オートキャンプ場  
(みなかみ町提供)

表一 保全対象のリスト

位置	保全対象	備考
①茂倉沢内	○ 農業用水施設 (赤谷川土地改良区用水) ○ 歩道橋	灌漑面積 188ha (田 46ha, 畑 139ha, その他 3ha)
②合流点付近	○ 人家 3 戸 (富士新田) ○ 東京発電 (株)・赤谷川第二発電所・寮 (無人) ○ 東京発電 (株)・第三調整池・取入口	対岸 対岸 下流
③赤谷川下流	○ 赤谷川広場 (猿ヶ京カップパ公園) ○ オートキャンプ場 ○ 東京発電 (株)・赤谷川第三発電所 ○ 相俣ダム・赤谷湖	7 月 30 日カップパ祭 700 名 キャンプ場利用者 3000 名/年  平成 5 年、土砂流入防止の湖中ダム建設



写真三 茂倉沢下流の農業用水施設



写真一5 茂倉沢下流の歩道橋（平成14年7月に流失し現在は仮橋）

## Ⅱ 調査地の荒廃状況

### Ⅱ－１．調査地周辺の災害

文献調査、聞き取り調査による調査地周辺の災害履歴を調査した。

#### 1. 古い災害（昭和 20 年代まで）

県立図書館等に所蔵されている文献から、旧新治村の災害履歴を調べた結果は、表一 2 のとおりである。旧新治村は、集落・道路が河床より高い位置にあるものが多いことから、洪水等による被害は比較的少なかった。茂倉沢自体に災害が発生した記録はなかったが、昭和 20～30 年代に治山ダムが複数設置されていることを考えると、昭和 22 年のカスリン台風など、利根川流域に大きな災害をもたらした災害の折には、荒廃は進んだと考えられる。

#### 2. 最近の災害（平成）

調査地に近い観測所（水上，アメダス）の降雨データを表一 3 に、相俣ダム（赤谷湖）に流出した流木量を表一 4 に、茂倉沢合流点直下の第三調整池の堆砂量・排土量を表一 5 に示した。近年の状況を見ると、大きな豪雨のたびに、茂倉沢に大きな土砂移動が発生すると判断される。

##### ①平成 10 年及び 11 年

近年では、平成 10 年 8 月 27 日に、台風 4 号による豪雨により（表一 3 参照）、旧水上町の各所で豪雨災害が発生している。赤谷川流域でも、台風 4 号の豪雨により大きな出水が記録されており、赤谷湖の流木量が平成 10 年から 11 年にかけて急増している（表一 4 参照）。調査地では、平成 11 年 8 月に、No3 治山ダムの副ダム破壊、本堤底抜け（または中抜け）、溪岸崩壊地の発生に起因した濁水の流出により、赤谷川・利根川の漁業被害が報告されている。このことから、平成 10 年 8 月及びその後の豪雨により、調査地では、大きな土砂移動が起こったと考えられる。

##### ②平成 14 年

平成 14 年 7 月 10 日に、台風 6 号による豪雨により（表一 3 参照）、旧水上町大穴地区に土石流災害が発生している。聞き取り調査によると、この豪雨により、茂倉沢下流（民有林内）に架かっていた歩道橋が流失したようである（現在は仮橋）。この時、第三調整池では、427t/s の流量が記録されている（表一 5 参照）。このことから、調査地の No2 治山ダム副ダム倒壊、本堤底抜け、No4 ダム倒壊を引起したのは、この洪水と土砂移動によると考えられる。

表一 2 旧新治村周辺の主要な災害

明治元年(1868)9月9日	水害 連日の豪雨のため山崩地すべり起り大峯沢大洪水となる。道路橋梁破壊、死傷者十数名、家屋流失13戸、耕地流失(新治村誌) 文献1
	大峯沢(小樽沢)崩壊出水浅地部落大半流失、死者10名、負傷者5名、居宅流失13戸 文献2
明治39年(1906)7月14~16日	水害、前線、降水量(12~16日)水上335.1mm,四万431.5mm 新治村浅地部落連日の降雨、山崩地すべり、山津波おこる。住家の流失埋没6、耕地の埋没5反、住家の半潰土砂浸水10、耕地の流失1町、橋梁の流失8ヶ所、その他山林の流失道路堤防の破壊等あり(新治村誌) 文献1
	七月、県下大洪水 八月、大峯沢出水にて浅地部落埋没流失、居宅6戸流失、半壊10戸、耕地4丁歩流失、その他水路、橋梁等流失 文献2
大正5年(1916)7月29~30日	水害、房総より北西に進み相模半島から富山に抜けた台風、降水量(29~30日)四万259.9mm 入須川部落の入須川、水源地川牛山の伐採により、雨天が続くと必ず増水、この日にも2、3日来の雨天続きで、河川の氾濫甚だしく、流失家屋34棟。また、大峯沢の山崩れにより赤谷川増水萱原部落の田畑大方が流失(新治村誌) 文献1
	7月30日、須川川氾濫して、入須川、塩原、布施にて居宅26戸流失する。 役場庁舎浸水により現在の位置に移転する。 文献2
昭和10年(1935)9月24~26日	風水害、四国、中国を経て日本海に出た台風と雷雨によるもので赤城南部に強雨あり。 全県、死者218名、負傷者190名、行方不明39名ほか(気象年報、気象要覧433号) 文献1
	9月25日、県下大洪水 文献2
昭和12年(1937)7月14~15日	水害、前線、四万川、赤谷川流域、渡良瀬川上流に雨量多し、降水量(14~17日)四万404.9mm、水上320.9mm 全県、死者4名、負傷者7名、行方不明2名、家屋全壊9、半壊1、流失19ほか(気象年報、気象要覧455号) 文献1
	7月15日、須川川氾濫、布施、岩淵、古宿にて計5戸流失 文献2
昭和22年(1947)9月14~15日	水害、カスリン台風、紀伊半島南方海上より北東進し、房総をかすめた台風で、降水量多く既往の大水害である明治43年の被害を上回った。降水量水上373.6mm 全県、死者592名、負傷者1231名、行方不明107名ほか(カスリン台風調査報告) 文献1
	関東地方大被害 文献2

文献1) 群馬県林務部治山造林課：群馬県の治山史、p33-64 群馬県治山治水協会、昭和45年  
文献2) 三浦浅一郎：新治村百年史、p8-58、昭和41年

表－3 水上（標高 531m）の降水量

区分		年降水量	最大日降水量	起日	最大1時間降水量	起日	最深積雪	起日
		mm	mm	月/日	mm	月/日	cm	月/日
1976年	昭和51年	1350]	82]	7月19日	43]	8月23日	///	///
1977年	昭和52年	1069]	82]	8月4日	35]	8月4日	///	///
1978年	昭和53年	1644	65	6月27日	39	7月25日	///	///
1979年	昭和54年	1698	75	5月25日	35	5月25日	///	///
1980年	昭和55年	1787	43	8月26日	19	6月9日	///	///
1981年	昭和56年	2155	77	7月13日	50	7月11日	///	///
1982年	昭和57年	1714	151	9月12日	24	9月12日	///	///
1983年	昭和58年	1906	111	9月28日	21	7月25日	///	///
1984年	昭和59年	1400	74	5月2日	13	9月4日	///	///
1985年	昭和60年	1683	76	7月1日	33	7月19日	///	///
1986年	昭和61年	1494	78	9月3日	22	8月4日	///	///
1987年	昭和62年	1352	74	9月10日	37	9月10日	///	///
1988年	昭和63年	1837	84	9月8日	42	8月8日	///	///
1989年	平成元年	1823	77	8月27日	18	9月5日	///	///
1990年	平成2年	1643	86	8月10日	43	6月12日	61	1月28日
1991年	平成3年	1786	102	8月31日	30	8月31日	177	2月25日
1992年	平成4年	1340	38	4月30日	19	8月1日	145	2月26日
1993年	平成5年	1605	55	11月13日	30	7月26日	168	2月25日
1994年	平成6年	1277	49	9月7日	33	9月7日	179	2月24日
1995年	平成7年	1806	62	9月17日	16	7月10日	157	2月22日
1996年	平成8年	1469	49	9月22日	26	7月28日	203	2月11日
1997年	平成9年	1535	71	8月25日	41	8月25日	155	2月22日
1998年	平成10年	2205	179	8月27日	49	8月25日	84	2月1日
1999年	平成11年	1634	108	9月15日	32	9月15日	143	1月14日
2000年	平成12年	2113	99	9月8日	51	9月8日	175	2月22日
2001年	平成13年	1888	138	8月22日	48]	8月4日	142	1月19日
2002年	平成14年	1887	116	7月10日	37	8月12日	153	1月6日
2003年	平成15年	1700	60	12月20日	24	8月5日	156	2月1日

表－4 相俣ダムの流木量（利根川ダム統合管理事務所による流木回収量）

年度	流木回収量			洪水調節実績
	空 m3	m3	m3/km2	
H 4	200	100	0.90	なし
H 5	670	335	3.02	なし
H 6	440	220	1.99	9/30 台風 26 号
H 7	400	200	1.81	なし
H 8	717	359	3.24	なし
H 9	468	234	2.11	なし
H 1 0	741	371	3.34	8/29～30 台風 4 号 9/15～16 台風 5 号
H 1 1	1600	800	7.22	なし
H 1 2	470	235	2.12	なし
H 1 3	34	17	0.15	なし
H 1 4	795	398	3.59	7/10 台風 6 号
平均			2.68	
最大			7.22	H11
最小			0.15	H13



表一五 赤谷川第三調整池における堆砂量と排土量

年度	堆砂量 ( 1 0 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )				排土量		堆砂量+排土量 ( 1 0 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )		
	期間	累加堆砂量	期間堆砂量	流域面積 (km <sup>2</sup> ) 当り	期間内高水流量 m <sup>3</sup> /s	年間採取量 m <sup>3</sup>	累計採取量 m <sup>3</sup>	堆砂量+排土量	流域面積 (km <sup>2</sup> ) 当り
S. 51	50. 9~51. 9(12)	11. 7	-1. 5	-0. 027	69. 7	3, 500	31, 250	2. 0	0. 036
S. 52	51. 9~52. 9(12)	0. 0	-11. 7	-0. 210	82. 6	13, 680	44, 930	2. 0	0. 036
S. 53	52. 9~53. 9(12)	-14. 3	-14. 3	-0. 257	49. 3	15, 483	60, 413	1. 2	0. 021
S. 54	53. 9~54. 9(12)	-19. 5	-5. 2	-0. 094	140. 0	7, 610	68, 023	2. 4	0. 043
S. 55	54. 9~55. 7(10)	-11. 1	8. 4	0. 151	58. 0	100	68, 123	8. 5	0. 154
S. 56	55. 7~56. 9(14)	-9. 7	1. 4	0. 025	172. 4	0	68, 123	1. 4	0. 025
S. 57	56. 9~57. 8(11)	-0. 6	9. 1	0. 164	225. 0	2, 500	70, 623	11. 6	0. 210
S. 58	57. 8~58. 11(15)	1. 2	1. 8	0. 032	140. 0	10, 000	80, 623	11. 8	0. 214
S. 59	58. 11~59. 12(13)	-14. 3	-15. 5	-0. 279	82. 6	6, 911	87, 534	-8. 6	-0. 156
S. 60	59. 12~60. 12(12)	-7. 5	6. 8	0. 122	136. 1	0	87, 534	6. 8	0. 123
S. 61	60. 12~61. 12(12)	-7. 7	-0. 2	-0. 004	82. 6	0	87, 534	-0. 2	-0. 003
S. 62	61. 12~62. 12(12)	-5. 5	2. 2	0. 040	95. 1	0	87, 534	2. 2	0. 040
S. 63	62. 12~63. 12(12)	-5. 3	0. 2	0. 004	128. 2	0	87, 534	0. 2	0. 003
H. 1	63. 12~1. 11(11)	-9. 4	-4. 1	-0. 074	132. 1	5, 360	92, 894	1. 3	0. 023
H. 2	1. 11~2. 11(12)	-13. 4	-4. 0	-0. 072	92. 7	3, 531	96, 425	-0. 5	-0. 009
H. 3	2. 11~3. 11(12)	-4. 6	8. 8	0. 158	361. 0	0	96, 425	8. 8	0. 160
H. 4	3. 11~4. 11(12)	-4. 0	0. 6	0. 011	49. 3	0	96, 425	0. 6	0. 010
H. 5	4. 11~5. 11(12)	-0. 6	3. 4	0. 061	203. 0	0	96, 425	3. 4	0. 061
H. 6	5. 11~6. 12(13)	1. 2	1. 8	0. 032	137. 0	0	96, 425	1. 8	0. 032
H. 7	6. 12~7. 12(12)	2. 1	0. 9	0. 016	40. 6	0	96, 425	0. 9	0. 016
H. 8	7. 12~8. 12(12)	3. 9	1. 8	0. 032	53. 6	0	96, 425	1. 8	0. 032
H. 9	8. 12~9. 12(12)	7. 6	3. 7	0. 067	124. 2	0	96, 425	3. 7	0. 067
H. 10	9. 12~10. 12(12)	34. 6	27. 0	0. 486	314. 0	0	96, 425	27. 0	0. 490
H. 11	10. 12~11. 11(11)	31. 1	-3. 5	-0. 063	124. 1	0	96, 425	-3. 5	-0. 063
H. 12	11. 11~12. 11(12)	33. 1	2. 0	0. 036	172. 4	0	96, 425	2. 0	0. 036
H. 13	12. 11~13. 11(12)	29. 2	-3. 9	-0. 070	155. 8	1, 414	97, 839	-2. 5	-0. 045
H. 14	13. 11~14. 11(12)	30. 8	1. 6	0. 029	427. 0	3, 304	101, 143	4. 9	0. 089
H. 15	14. 11~15. 12(13)	20. 7	-10. 1	-0. 182	57. 5	11, 543	112, 686	1. 4	0. 025
H. 16	15. 12~16. 12(12)	20. 9	0. 2	0. 004	123. 9	3, 212	115, 898	3. 4	0. 061
H. 17	16. 12~17. 11(11)	21. 1	0. 2	0. 004	152. 9	3, 231	119, 129	3. 4	0. 061

## Ⅱ－２ 崩壊地の変遷

### １．時系列的な空中写真判読

時系列的な空中写真を判読して、崩壊地の発生状況を調査した。利用した空中写真は、戦後に主として林野庁が撮影したもの（表-6）を利用した。崩壊地を判読した結果は、表-7のとおりである。次に空中写真判読から読み取れる崩壊地の変遷を述べるものとする。

現時点の現地調査によると、本流沿いに比較的崩壊地が多いが、下流部の伐採時にも保護樹帯として溪畔林を残したために、本流沿いに溪畔林が発達しており、初期の頃を除いて、本流沿いの崩壊地及び溪流荒廃の状況については明確でない。

#### ① 戦後から昭和 33 年まで（1）

カスリン台風の影響と思われる規模の大きな深層崩壊地が溪流周辺に多発して、溪流に多量の土砂を供給したと見られる。これに対応するために、昭和 20 年代後半に施工された治山ダム工、山腹工が実施されたと判断される。

#### ② 昭和 30 年代後半から昭和 50 年代（2～5）

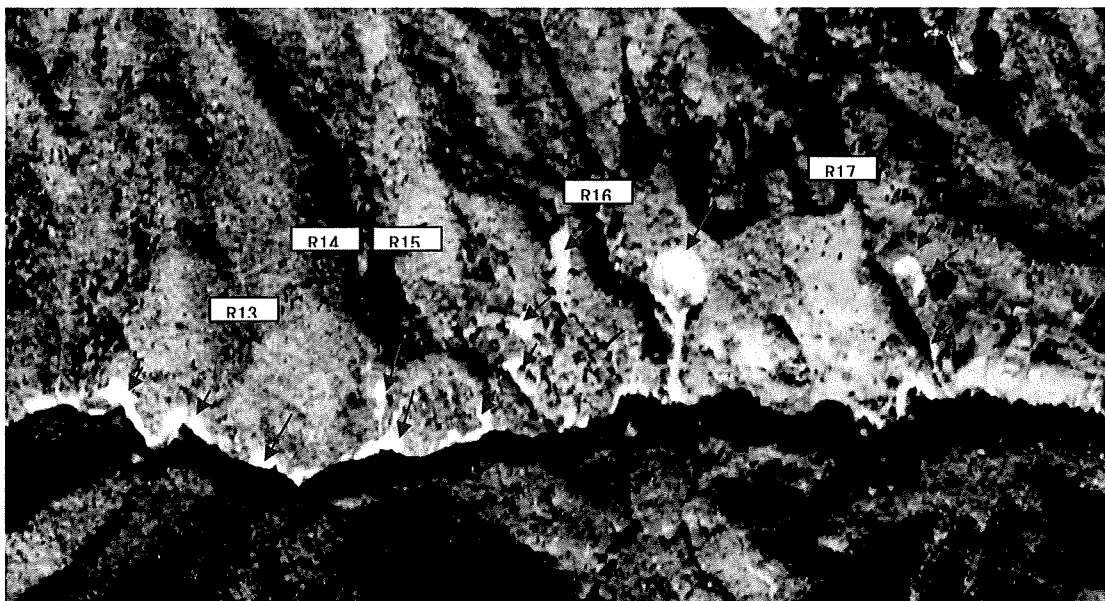
下流部の伐採が進んだ時期であり、伐採地を中心として崩壊地が発生している。ただし、多くの崩壊は、表層崩壊であり、10 年程度で自然復旧している。

#### ③ 昭和 60 年代～平成（6，7）

崩壊地がほとんど見られず、安定した様相を呈している。

#### ④ 平成 10 年代（8～10）

平成 10 年、平成 14 年と豪雨があり、崩壊地も発生している。この溪流周辺でも、崩壊・土砂移動があったと考えられる。



写真一六 米軍撮影の空中写真（昭和 33 年以前）茂倉沢本流と左岸沿いの崩壊地

表一六 判読に利用した空中写真

区分	撮影年月	撮影地区 指定番号	コース番号	撮影計 画機関	撮影作業機関
1	昭和 33 年以前			米軍撮 影	
2	昭和 41 年 11 月	山-448	C-8	林野庁	東日本航空株式会社
3	昭和 43 年 6 月	山-534	C-37	林野庁	アジア航測株式会社
4	昭和 48 年	山-673	C-12	林野庁	国際航業株式会社
5	昭和 57 年 9 月	82-41	C-13A	林野庁	アジア航測株式会社
6	昭和 62 年 9 月	87-38	C-13	林野庁	株式会社 パスコ
7	平成 5 年 10 月	C93-37	C-4、C-5	林野庁	株式会社 共同測量社
8	平成 10 年 9 月	C98-37	C-5A、C-6A	林野庁	玉野総合コンサルタント株式会 社
9	平成 16 年 5 月	C04-32	C-14	林野庁	株式会社 中庭測量コンサルタン ト
10	平成 16 年 6 月	C04-7	C-9、C-10	群馬県	株式会社 パスコ

表一七 判読の結果

区 分	撮影年月	崩壊地の判読
1	昭和 33 年以前	下流の本流左岸、左岸支溪 (R14-R17) に崩壊地発生。上流 (R&, 7) にも崩壊地発生。崩壊地の規模は比較的大きい。
2	昭和 41 年 11 月	中流左岸支溪 (R11~13), 右岸支溪 (R2) など、伐跡地に崩壊地多発
3	昭和 43 年 6 月	伐跡地の右岸支溪 (R2) に崩壊地発生 (2)
4	昭和 48 年	右岸支溪 (R3) に崩壊地発生 (1)、林道開設始まる
5	昭和 57 年 9 月	伐跡地の右岸支溪 (R4) に崩壊地発生 (5)、林道上部に崩壊地発生 (2)。林道開設完了
6	昭和 62 年 9 月	崩壊地はあまり目立たない。林道上部に崩壊地発生 (1)
7	平成 5 年 10 月	崩壊地はほとんど見当たらない。
8	平成 10 年 9 月	崩壊地はほとんど見当たらない。本流右岸に溪岸崩壊地発生 (1)。本流沿いの溪畔林内は、判読不能。
9	平成 16 年 5 月	右岸支溪 (R4) に崩壊地発生 (2)。本流左岸に溪岸崩壊地発生 (3)。
10	平成 16 年 6 月	

## 2. 崩壊地の現状

現時点における崩壊地の状況は、表-8、9のとおりである。ほとんどが、本流沿いの溪岸に発生した急斜な崩壊地であり、現在は植生が侵入しているものが多い。

溪岸沿いの崩壊地は、風化が早く侵食抵抗の弱い凝灰角礫岩の分布地に発生したものである。このうち、崩土が残留している崩壊地は、雨水によるガリー侵食の進行や溪流による山脚の洗掘により、土砂を生産する可能性がある。

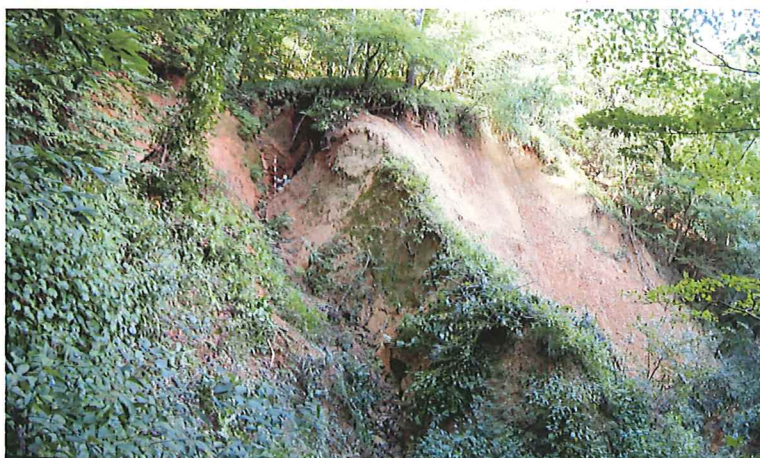
また、左岸支溪（R15）下流には、地質的な特性から細粒土砂を生産している崩壊地（ホ-23）がある。

表一8 崩壊地の概要

調査面積	崩壊地		崩壊面積率	崩壊地密度
	箇所数	面積		
630	27	1.48	0.2	4.3
ha	個	ha	%	個/ha



写真一7 溪岸の表層崩壊地（左：ホ-7，右：ホ-10）  
植生が侵入しているが、溪流の侵食により一部が崩落している。



写真一8  
細粒土砂を生産している支流（R15）の崩壊地（ホ-23）



写真一9

上流右岸の崩壊地（ホー16）

No6 ダム上流にある崩壊地で、崩土は残留しているが、ダムにより山脚が固定され、樹木も侵入している。一部に雨水による侵食が見られる。

表一9 調査地における崩壊地

番号	崩壊面積			崩壊深	崩壊位置	傾斜	形状	方位	植生			湧地表水
	平均長	平均巾	面積						種類	占有率	周辺林相	
	①	②	③×④									
	m	m	ha	m								
ホー1	20	8	0.02	0.5	下	急(35°)	板決壊	N	草	少	広葉樹	無
ホー2	15	5	0.01	0.5	下	急(40°)	線決壊	N	草	中	広葉樹	無
ホー3	35	10	0.04	0.5	下	中(30°)	線決壊	N	草	多	広葉樹	無
ホー4	35	25	0.09	0.8	下	中(40°)	板決壊	N	草	少	広葉樹	無
ホー5	45	30	0.14	0.8	下	急(35°)	線決壊	N	草	少	広葉樹	有
ホー6	10	15	0.02	0.5	下	急(55°)	溪岸決壊	N	草	少	広葉樹	有
ホー7	20	50	0.10	0.5	下	急(50°)	溪岸決壊	N	草	多	広葉樹	有
ホー8	15	20	0.03	0.5	下	急(45°)	溪岸決壊	N	草・木	多	広葉樹	無
ホー9	25	40	0.10	0.8	下	急(50°)	溪岸決壊	N	草・木	多	広葉樹	無
ホー10	25	45	0.11	1.0	下	急(50°)	溪岸決壊	N	草	多	広葉樹	無
ホー11	25	10	0.03	0.5	下	急(35°)	板決壊	N	草	少	広葉樹	無
ホー12	30	8	0.02	0.5	下	急(35°)	線決壊	N	草	多	広葉樹	無
ホー13	15	35	0.05	0.5	下	急(60°)	溪岸決壊	N	草	少	広葉樹	有
ホー14	15	30	0.05	0.5	下	急(55°)	溪岸決壊	N	草	中	広葉樹	無
ホー15	20	35	0.07	0.8	下	急(55°)	溪岸決壊	NE	草	多	広葉樹	有
ホー16	20	30	0.06	0.8	下	急(35°)	溪岸決壊	N	草	多	広葉樹	無
ホー17	10	15	0.02	1.0	下	急(45°)	板決壊	S	草・木	少	広葉樹	無
ホー18	30	40	0.12	0.5	下	急(35°)	板決壊	S	草・木	小・多	広葉樹	無
ホー19	30	15	0.05	1.0	下	急(35°)	板決壊	S	草	中	広葉樹	無
ホー20	10	35	0.04	1.0	下	急(35°)	板決壊	S	草	無	スギ	無
ホー21	40	15	0.06	1.0	下	急(35°)	線決壊	SW	草	中	広葉樹	無
ホー22	20	15	0.03	0.8	下	急(35°)	貝決壊	S	草	多	広葉樹	無
ホー23	30	40	0.12	1.5	下	急(35°)	板決壊	SE	草	無	広葉樹	有
ホー24	15	5	0.01	0.5	下	急(35°)	線決壊	S	草	無	広葉樹	無
ホー25	20	20	0.04	0.5	下	急(45°)	溪岸決壊	S	草	中	スギ	無
ホー26	20	10	0.02	0.5	下	急(35°)	板決壊	S	草	少	スギ	無
ホー27	20	15	0.03	1.0	下	急(35°)	貝決壊	S	草	少	スギ	無
計			1.48									

## Ⅱ－3 溪流荒廃の状況

### 1. 土砂収支

現地踏査、溪流測量の結果から、土砂収支を計算して、表-10に示した。平成10年以前の時点では、ダム群により120千 $m^3$ の土砂が抑止されていたが、平成10年、平成14年の災害によって、ダムが底抜け等を起こしたこともあり、本流区間で19千 $m^3$ の土砂が流出し、8千 $m^3$ の土砂が堆積した。

表一10 茂倉沢本流の土砂収支

区 間		H10 年 以 前			現 況			差		溪流荒廃地
		抑止量	不安定土砂量	計	抑止量	不安定土砂量	計	侵食量	堆積量	
No1ダム上流	№27～44	33,930		33,930	32,070	6,080	38,150	1,860	6,080	No27～40
No2ダム上流	№44～64	31,130		31,130		20,130	20,130	11,000		№44～64
No3ダム上流	№65～71	10,980		10,980		5,260	5,260	5,720		№65～71
No5ダム上流	№72～83	15,830		15,830	15,830		15,830			
No6ダム上流	№83～89	7,910		7,910	7,910		7,910			
No7ダム上流	№89～96	7,310		7,310	7,310		7,310			
No8ダム上流	№97～107	11,110		11,110	12,850		12,850		1,740	
上流	№109～114		1,040	1,040		1,040	1,040			№109～114
上流	№117～125		7,690	7,690		7,690	7,690			№117～125
計		118,200	8,730	126,930	75,970	40,200	116,170	18,580	7,820	

### 2. 溪流荒廃の現状

溪流荒廃地は、表-11のとおりである。底抜けを起こしたNo2ダム20千 $m^3$ 、No3ダム5千 $m^3$ の不安定土砂が上流に堆積しており、今後も25千 $m^3$ は移動する危険性がある。

表一11 溪流荒廃地の概要

調査面積	溪流荒廃地		
	箇所数	延長	不安定土砂量
630	5	1,480	40,200
ha	箇所	m	$m^3$

## II-4 既設治山ダムの状況

現時点における既設治山ダムの状況は次表のとおりである。

昭和20年代には、戦後荒廃した調査地に対して、要所に治山ダム工が設置された。その後、下流部の伐採が進むに従って、豪雨時に表層崩壊が多発したために、治山ダム工が断続的に追加されていったとみられる。特に、調査地は、比較的小径の石礫で溪床が構成されているために、局所洗掘が発生しやすく、前堤の追加、根固めなどの設置が行われている。近年、ダム群の老朽化が進み、一部のダムが機能を失って、多量な土砂が移動する状態となっている。

表一8 治山ダム工の機能評価

○：機能が維持されている。△：機能が低下しているか低下する危険性がある。×：機能を失っている。

区分	前堤	施工年度	種別	機能評価	状況	
本流	No1	前堤	昭和51年	コンクリート	○	岩着(凝灰角礫岩)?
	No1	本堤	昭和34年	玉石コンクリート	△	満砂。右岸部漏水。老朽化が進んでおり、機能を維持するためには補修が必要な状態。右岸袖部背面に土砂堆積(草本侵入)。堆砂敷上流に多量な土砂堆積し、溪畔林が埋没。
	No2	前堤	昭和37年	玉石コンクリート	×	破壊して跡形もない(溪床にコンクリート片がみられる)。平成13年には写真に写っているのに、その後、破壊した。
		本堤	昭和37年	玉石コンクリート	×	左岸侵食により底抜け(高さ2m)。上流側に流木堆積。上流の堆砂敷が侵食をうけて多量な土砂を排出している(数度にわたり流出)。倒壊の危険性あり。平成13年には満砂しているのに、その後底抜けした。
	No3	前堤	昭和34年	玉石コンクリート	×	破壊。左岸袖から中央付近が残っている。平成11年8月時点で破壊を確認。
		本堤	昭和27年	練石積	×	中央部中抜けまたは底抜け(高さ1m)。上流の堆砂敷が侵食をうけて多量な土砂を排出した痕跡がある。上流側に流木堆積。倒壊の危険性あり。平成11年8月時点において、破壊を確認、下流が濁ったとの報告がある。平成13年時点で、上流の堆砂敷が侵食された写真があり、その後も、流出が続いたと見ら
	No4	補修(前堤)	昭和35年	玉石コンクリート	×	破壊(底抜によるものと推定される)。中央部が完全倒壊している。平成13年時点で、洗掘(幅3m、高さ1m)が報告されている。背後のダムを補修するために設置されたと考えられる。
	No5	単独ダム(本堤)	昭和28年	玉石コンクリート	△	満砂。根固めの跡あり。下流面に亀裂が見られ老朽化。補修のために設置された直下流のダムが破壊したために、危険な状態にある。堆砂敷の右岸に山腹工施工地がある。
	No6	前堤	昭和35年	玉石コンクリート	△	下流面が老朽化。本堤とあわせて補修が必要な状態
		本堤	昭和28年	玉石コンクリート	△	満砂。天端付近が欠損。下流面が老朽化。機能を維持するためには補修が必要な状態。平成13年時点で欠損している。
No7	単独ダム	昭和36年	玉石コンクリート	○	ほぼ満砂。最近土砂(流木)が堆積したと見られる。堆砂敷きは常水なし。	
No8	単独ダム	昭和52年	コンクリート	○	満砂。堆砂敷きは常水なし。	
支流(R17)	No9	単独ダム		○	満砂。	
	No10	未確認				
支流(R16)	No11	単独ダム		玉石コンクリート	△	満砂。老朽化が進んでおり、機能を維持するためには補修が必要な状態。
	No12	未確認				
	No13	未確認				



写真一10  
No1 ダム（前提・本堤）



写真一11 No1 ダム（本堤）  
右岸袖部の漏水、老朽化



写真一12 No1 ダム（本堤）  
右岸袖部上流側に堆積した土砂





写真一13  
被災した No2 ダム



写真一14  
No2 ダム（本堤）  
左岸側が底抜け部分



写真一15  
No2 ダム（本堤）上流側



写真一16  
No2 ダムの堆砂敷  
堆砂敷が侵食を受けた。



写真一17  
No2 ダムの上流  
侵食が進んでいる。



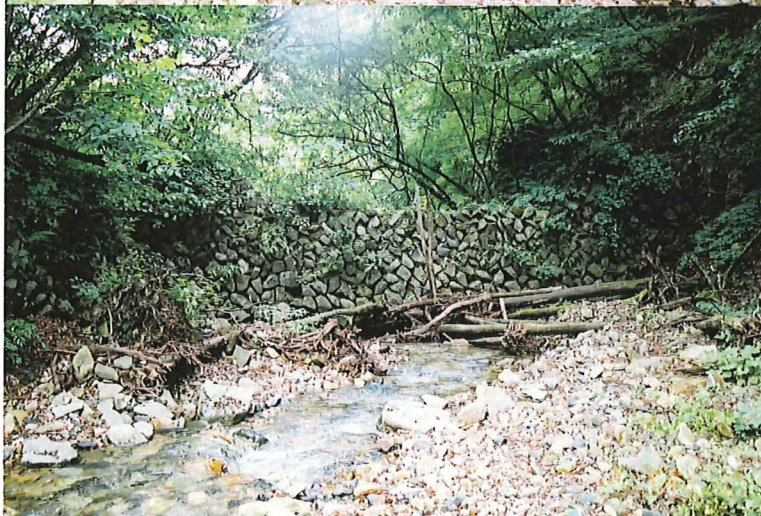
写真一18  
No2 ダム上流  
侵食が進み、流木が発生。



写真一19  
支流の No11 ダム  
老朽化が著しい。



写真一20  
No3 ダム（本堤・前提）  
本堤は底抜け、前提は破壊



写真一21  
No3 ダムの上流側



写真—22 No4・No5 ダム  
No5 ダムの補修で設置され  
たNo4ダムは倒壊している。



写真—23  
被災したNo4ダム  
倒壊したNo4ダムを上流  
側から見る



写真—24  
老朽化したNo5ダム  
洗掘を受けたため根固めを  
施工している。補修のため  
に設置されたNo4ダムが倒  
壊していたために、今後、  
倒壊する危険性が高い。



写真一25  
No6 ダム（前堤）  
老朽化している。



写真一26  
Mo6 ダム（本堤）  
天端が欠損した No6 ダム  
本堤



写真一27  
Mo6 ダム（本堤）の天  
端の破損状況



写真—28 No7 ダム



写真—29  
No7 ダムの土砂堆積  
比較的新しい堆積と見られる。常水はない。



写真—30 No8 ダム

平成 13 年度撮影の写真



写真—31  
倒壊、底抜け前の No2 ダム（前堤、本堤）



写真—32  
底抜けした No3 ダムの上流側の状況



写真—33  
倒壊前の No4 ダムと No5 ダム

### Ⅲ 調査地の自然環境

#### Ⅲ-1 調査地の動植物

調査地における自然環境を把握するために、文献調査、聞き取り調査により、主として調査地に生息する動植物（特に魚類）について調査した。

今後、具体的な計画を立案するためには、詳細な環境調査が必要である。

##### 1. 自然環境保全基礎調査に基づく動植物の概要

自然環境保全基礎調査は、環境庁（現在、環境省）によりおおむね5年ごとに地形、植生、野生動物等自然環境の保全等のために実施されているものである。

##### (1) 第2回自然環境保全基礎調査（昭和56年発行）

###### ①群馬県動植物分布図

第2回調査は、昭和53、54年度の2カ年にわたり実施されたものである。群馬県動植物分布図には、つぎの調査項目の結果が掲載されている。

この結果によれば、当地区におけるこれらの調査項目に関する記載事項は特に見当たらなかった。

- ・特定植物群落調査・・・原生林、湿原等重要な植物群落の分布（1978年調査）
- ・動物分布調査・・・
  - 哺乳類・・・大型獣8種の分布（〃）
  - 両生類・は虫類・・・学術上重要な種等の分布（〃）
  - 淡水魚類・・・同上（〃）
  - 昆虫類・・・同上（〃）
- ・河川調査・・・原生流域（1,000ヘクタール以上）の分布（1979年調査）
- ・干潟・藻場・ササゴ礁分布調査・・・干潟・藻場・サソゴ礁の分布（1979年調査）

###### ②哺乳類分布メッシュ図

哺乳類分布メッシュ図は、ニホンザル、ニホンジカ、ツキノワグマ、イノシシ、キツネ、タヌキ、アナグマを対象としての聞き取りにより生息絶滅情報を収集した結果を分布メッシュ図に示したものである。これによれば、当地区には対象種になっている哺乳類は表-12のように分布している。

##### (2) 第3回自然環境保全基礎調査（平成元年発行）

###### ○群馬県自然環境情報図

第3回調査は、昭和58年～62年の5カ年にわたり実施されたものである。第3回調査の自然環境情報図には、つぎの調査項目の結果が掲載されている。

この結果によれば、当地区におけるこれらの調査項目に関する記載事項は特に見当たらなかった。

- ・特定植物群落調査・・・原生林、湿原等重要な植物群落の分布（1984～1986年調査）



表一 1 2 第 2 回自然環境保全基礎調査(昭和 53, 54 年度)における哺乳類の分布

区分	該当欄	1	2	3	4	5
ニホンザル	2	群れの生息する地域	生息するが群れとは判断できない地域	生息すると推定される地域	生息するという情報の得られなかった地域	絶滅した地域
ニホンジカ	4	群れの生息する地域	生息するが群れとは判断できない地域	生息すると推定される地域	生息するという情報の得られなかった地域	絶滅した地域
ツキノワグマ	1	繁殖地域	出没地域	生息すると推定される地域	生息するという情報の得られなかった地域	絶滅した地域
イノシシ	2	生息するという情報の得られた地域	生息するという情報の得られなかった地域	絶滅した地域		
キツネ	上流域: 2 下流域: 1	生息するという情報の得られた地域	生息すると推定される地域	生息するという情報の得られなかった地域	絶滅した地域	
タヌキ	上流域: 3 下流域: 1	生息するという情報の得られた地域	生息すると推定される地域	生息するという情報の得られなかった地域	絶滅した地域	
アナグマ	上流域: 2 下流域: 1	生息するという情報の得られた地域	生息するという情報の得られなかった地域	絶滅した地域		

- ・自然景観資源調査・・・地形、地質、自然現象に係る自然景観資源の分布(1986～1987年調査)
- ・河川調査・・・原生流域の分布、遡上不可能地点、魚類調査地点、魚類相(1985年調査)
- ・湖沼調査・・・非改変湖沼、特定湖沼の魚類相(1985年調査)
- ・海岸調査・・・浜、磯別の自然海岸の区間(1984年調査)

(3) 第4回自然環境保全基礎調査(平成7年発行)

① 群馬県自然環境情報図

第4回調査の自然環境情報図には、つぎの調査項目の結果が掲載されている。この結果によれば、当地区におけるこれらの調査項目に関する記載事項は特に見当たらなかった。

- ・巨樹・巨木調査・・・巨樹・巨木林(1998年度調査)
- ・河川調査・・・原生流域の分布、遡上不可能地点、魚類調査地点、魚類相(1992年度調査)
- ・湖沼調査・・・非改変湖沼、特定湖沼の魚類層(1991年度調査)

② 動物分布図

動物分布図にはニホンザル、ツキノワグマ、タヌキ、キツネ、アナグマ、ニホンイノシシ、ニホンジカ、カモシカを対象として、「1985年以降に分布が確認」、「1984年以前に分布が確認または確認年代が不明」、がメッシュ図に示されている。

調査地における分布状況は次に示すとおりである。

表一 1 3 第 4 回自然環境保全基礎調査（平成 7 年）における哺乳類の分布

ニホンザル	「1985 年以降に分布が確認」
ツキノワグマ	「1985 年以降に分布が確認」
タヌキ	「1985 年以降に分布が確認」
キツネ	下流域：「1985 年以降に分布が確認」
アナグマ	分布しない
ニホンイノシシ	分布しない
ニホンジカ	分布しない
カモシカ	「1985 年以降に分布が確認」

## 2. 魚類の概要

国土交通省と群馬県が全県を対象に調査した結果(文献 3)によると、利根川水系赤谷川（流域面積 189km<sup>2</sup>，溪流延長 29.5km）は、「比較的な河川で水がきれいな河川」（2 群）に分類され、魚類の出現種は 20 種程度で、本流源流部にはイワナ・ヤマメ・カジカ・ニジマス・ウグイが見られる。また、イワナは、ダム湖から上流のみに出現するのに対して、ヤマメ・カジカはほぼ全区間に出現している。

群馬県水産試験場、農業局蚕糸園芸課ぐんまの魚振興室における聞き取り調査によると、赤谷川の支流では、イワナ・ヤマメが主として生息しており、イワナ、ヤマメは放流したものが多く、地域固有種は少ないとのことである。

また、調査地周辺は、利根漁業協同組合が漁業権を取得しており、水産資源育成のために、放流を行っている。利根漁業協同組合への聞き取り調査によると、平成 17 年度は、赤谷川でヤマメ、イワナ（以上稚魚・成魚）、ニジマス、アユ、ウナギ（以上成魚）、ワカサギ（卵）を放流している。赤谷湖より上流は、ヤマメ、イワナが主体であるが、主として本流にヤマメ、支流にイワナを放流しているとのことである（表一 1 4 参照）。各沢の放流実績は記録がないが、少なくとも茂倉沢の下流は放流されていると考えられる。

なお、みなかみ町役場新治支所企画観光課によると、溪流釣りシーズン（3 月 1 日～9 月 20 日）中には調査地にも、イワナ・ヤマメを対象とした釣り人が入山しているとのことである。

表一 1 4 赤谷川における平成 17 年度の放流実績（単位：尾）

区分	ヤマメ		イワナ	
	稚魚	成魚	稚魚	成魚
放流 月	4	25,000		
	5	10,000		
	6	10,000	15,000	
	7			
	8		500	500
	9			
	10			
	11			
	12			
	1			
	2		800	800
	3			800
不明	30,000	1,300		2,100
計	75,000	2,600	15,000	4,200

利根漁業協同組合調べ

表一 1 5 溪流魚の特性（文献 3 ほか）

区分	内容
イワナ	河川の上流域に生息。流れてくる水生昆虫・落下昆虫などを食べる（動物食）。産卵期は秋で、日中の水温が 10 度で始まり、6~7 度以下で終わる。産卵場所は、流れの幅が 1-2m 程度の小さな支流・分流を好んで利用する。卵は、直径 5-6mm で、粘着性の強い沈性卵である。 天然イワナの数は少なく、大半が放流したものといわれている。群馬県では、溝又川（川場村）で採取したものを主として放流している。
ヤマメ	本州ではイワナより下流に生息していることが多い。落ち込みのすぐ下、瀬頭の底層・瀬際で、流れてくる水生昆虫・落下昆虫などを食べる（動物食）。産卵期は、10 月中旬~11 月上旬、水温が 16~13 度の時期で、イワナより少し早い。産卵場所は瀬底の砂礫床で、流速は 10~35cm/s、卵は直径 5-6mm である。ほとんどが放流したものといわれている。群馬県では、吾妻川支流で採取したものを主として放流に用いている。
カジカ （大卵型）	河川陸封型の溪流魚で、河川の上流に分布している。瀬の石礫床に多い。流下昆虫、底生動物、小魚を食べる（動物食）。産卵は 3 月下旬から 6 月上旬で、瀬の石礫床にある大型の石の下の空所に卵を産む。きれいな水質の指標となっている。

参考文献

- 1) 群馬県土木部河川課：河川水辺の国勢調査等のまとめ—群馬の川と魚—報告書，平成 10 年 3 月
- 2) 群馬県（群馬県高等学校教育研究会生物部会）：群馬県動物誌，昭和 60 年
- 3) 新井正尚・薩美賢策・高柳芳夫：漁場環境基礎調査—X I，群馬農業研究 E 水産第 3 号，p13-32，昭和 62 年

### Ⅲ－２ 調査地の流況

茂倉沢本流の流況を調査するために、現地踏査により、流水の状況、水質を調べた。今後は、さらに詳細な調査が必要である。

#### １．表流水の状況

平成 17 年夏は、新しい治山ダムの背面をのぞいて、本流沿いはほとんど表流水が見られたが、秋には流量が少なくなり、伏流したところが目立っている。

平成 17 年 10 月及び 11 月に現地踏査を実施して、4 箇所の伏流箇所を確認した。このうち、3 箇所は、上流の治山ダム堆砂敷（No 6～8）であり、比較的新しい堆積物によるものと見られる。また、1 箇所は、底抜けした No2 ダムの堆砂敷が侵食を受けている箇所であり、侵食・堆積が活発化していることから、伏流したものと見られる。

表一 16 茂倉沢本流の伏流区間（平成 17 年 11 月調査）

区間	測点	溪流延長	備考
No2 ダム上流	No51～56	120m	底抜けによる堆砂敷の侵食箇所、夏は表流水が確認されている。
No6 ダム堆砂敷	No83～86	90m	堆積土砂
No7 ダム堆砂敷	No89～93	100m	堆積土砂
No8 ダム堆砂敷	No97～103	160m	堆積土砂

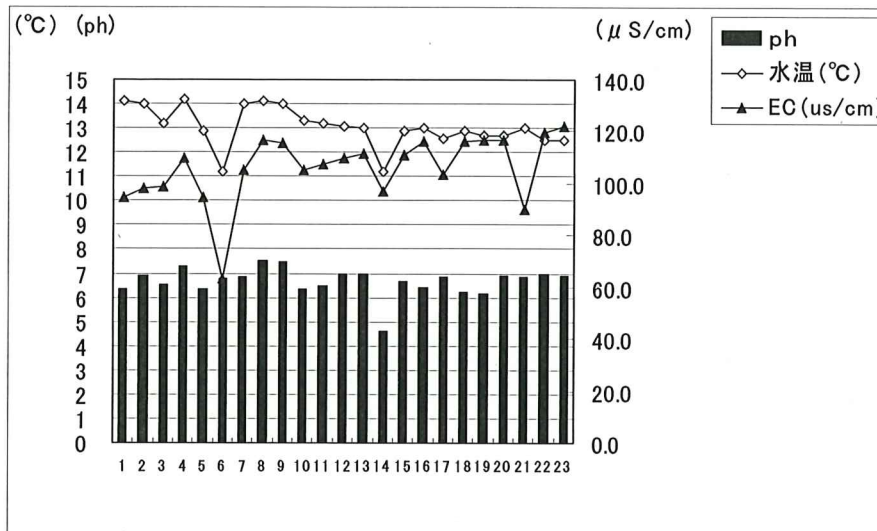


写真一34  
No 8 ダムの堆砂敷  
常水はみられない。

## 2. 水質調査

大まかな水質を調べるために、要所で PH 計、導電率計を用いて、PH・導電率・水温について現地計測を行った(平成 17 年 10 月 14 日調査)。

溪流部分は、溪畔林が成立しているために、水温の大きな変動は見られない。また、一部の支渓(R1,R3)で PH・導電率が異なる傾向を示しているが、地質的な違いによる影響と推定している。



図—3 茂倉沢本流の水質  
表—17 茂倉沢本流の水質調査の結果

調査日 平成17年10月14日(午後)  
天気 晴れ

位置	水温(°C)	ph	EC(us/cm)	備考
1	14.1	6.36	94.8	27
2	14.0	6.90	98.3	31
3	13.2	6.56	98.5	44 ダムの直上流
4	14.2	7.29	109.7	R16(アクラ沢)
5	12.9	6.36	94.7	45
6	11.2	6.78	63.5	R1(カナヤマ沢)
7	14.0	6.82	105.2	47
8	14.1	7.54	116.7	54
9	14.0	7.48	115.7	R15(マナノタ沢)
10	13.3	6.37	105.0	57
11	13.2	6.50	107.2	66
12	13.1	6.95	109.9	68
13	13.0	6.96	111.3	73
14	11.2	4.61	96.9	R3
15	12.9	6.68	110.9	76
16	13.0	6.38	116.0	86
17	12.6	6.84	103.3	R4(サクラ沢)
18	12.9	6.20	116.4	88
19	12.7	6.16	116.7	97 ダム直下
20	12.7	6.88	116.6	107
21	13.0	6.83	90.1	R12
22	12.5	6.94	119.9	108
23	12.5	6.90	122.2	121

### Ⅲ-3 調査地の溪畔林

全般的に見て、本流沿いは、伐採時に保護樹帯とされていたこともあって、良好な溪畔林が成立している。高木層の樹高は、16～26mであって、トチノキ、カツラ、イタヤカエデ、サワグルミ、ミズキなど湿生の樹木により構成されている。しかし、近年の土砂移動により、一部が侵食または埋没した溪畔林も出てきており、注意が必要である。

なお、溪畔林の概況を把握するために、6箇所について、ベルトトランセクト法により、木本を主体とした植生調査を実施した。調査の詳細については、V-4章を参照されたい。



写真一35 埋没した溪畔林  
(N o 1 ダム堆砂敷上流)



写真一36 樹木の埋没状況  
(N o 1 ダム堆砂敷上流)

## IV 基本構想の策定

### IV-1. 基本的な考え方

#### 1. 溪流環境の現状

茂倉沢本流は、昭和 20 年代後半より、荒廃防止のためにダム群が設置されており、30 年以上にもわたって、溪流の分断など、人為的な干渉が行われていたが、昭和 60 年代以降は、溪畔林の発達などにより平衡状態を保っていた。

平成 10 年、平成 14 年には、豪雨によりダムが倒壊するほどの激しい土砂移動にさらされ、ダムの底抜けなどにより堆砂敷が侵食をうけて、土砂移動が活発化している。そのため、下流では、溪流の瀬・淵構造や溪畔林の埋没が生じている。

本調査地における治山ダム・溪畔林・土砂移動が、溪流環境—主として魚類環境へ与える影響をとりまとめると次の通りである。

##### (1) 治山ダムの影響

本調査地の状況から考えられる治山ダム（遮水型）の溪流環境への影響は次のとおりである。治山ダムは、治山上は大きな効果をもたらしているが、溪流環境保全を考慮するについては、こうした阻害要因を取り除いていくことが必要である。

表一 18 治山ダム（遮水型）と魚類環境

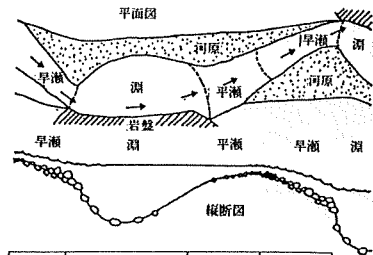
阻害要因	内容
移動の阻害	構造物の落差、新しい堆砂敷による伏流により、溪流の連続性が分断され、魚類等の移動を阻害している。なお、自然にも滝などの障害物があることから、必要な魚類等の生息空間の規模を想定する必要がある。
多様性の阻害	新しく出現した堆砂敷は、自然溪流に存在する瀬・淵構造がなく単純であり、溪畔林も存在しないことから、魚類等の生息環境として適さない。なお、溪畔林については、時間がたつにつれて改善される。

##### (2) 溪畔林の影響

溪流周辺の溪畔林は、保護樹帯として管理されていたこともあって良好な状態にあり、日陰等の提供、水温上昇防止、落葉・落下昆虫の供給など、溪流内の生物にとって良好な環境を提供しており、溪流環境の保全に大きな役割を果たしている。また、溪畔林は、水辺という多様性を提供する点から、森林生態系全体にも、大きな影響を与えている。したがって、溪流環境保全においては、溪畔林の保全を図ることは重要である。

##### (3) 土砂移動の影響

多量の土砂移動は、瀬・淵構造・溪畔林の埋没により、適度な攪乱の程度を超えて溪流環境を大きく変化させることにより、魚類等の生息環境の悪化が懸念される。したがって、溪流環境保全の観点からも、大量の土砂移動のコントロールは必要である。



水深	深い	浅い	浅い
水面	波立たない	しわのよみ	白波が立つ
流速	緩い	速い	もつとも速い
底質	砂	洗み石	浮き石
河床型	淵	平瀬	早瀬

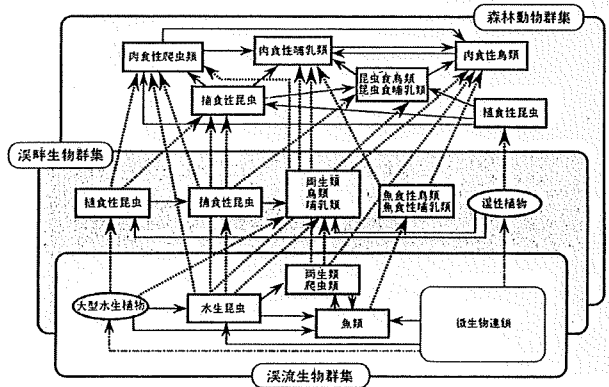


図-4 瀬一淵構造 (文献 2, p175)

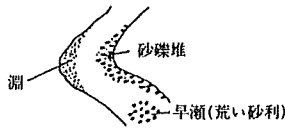
図-5 溪流と森林の食物連鎖 (文献 1, p39)



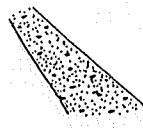
- 適切な水温
- 適度の日陰や隠れ場所
  - わずかな水温変化
  - 豊富な落葉や落下昆虫



- 上昇しやすい水温
- 日陰や隠れ場所がない
  - 急激で大きな水変化
  - 落葉や落下昆虫がない

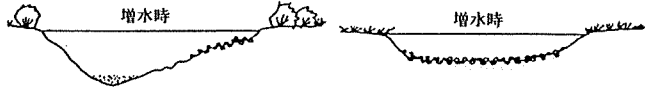


- 瀬と淵
- 多様な粒径の河床礫
  - 多種多様な水生生物



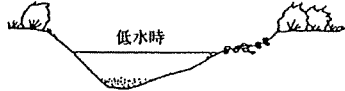
- 平坦河床
- ほとんど一様な粒径の砂礫
  - きわめて少ない水生生物

淵の状況



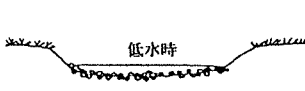
- 多様な流速
- プールで速く対岸の砂礫堆で遅い
  - オーバーハング部や巨礫の陰、あるいは水裏部の避難場所

- 一様に速い流速
- 避難場所がほとんどない



増水時でも確保される適度の水深

(a) 自然河川



増水時には多様な魚種や水生生物の生息不可能

(b) 改修河川

図-6 自然河川と人工河川の違い (文献 2, p157)



## 2. 基本方針

基本構想の基本方針は次のとおりである。また、当面実施すべき計画を整備計画として立案した。

1. 大規模な土砂移動を抑止して防災上の安全水準を向上させるとともに、溪流の連続性、多様性を確保することを最終目標とする。また、常にモニタリングを行いながら、その結果に合わせて対応を変えていくものとする。

調査地は、過去においても崩壊地の多発などによる土砂移動が発生しており、整備された治山ダム群により安定が保たれていたが、近年の災害による被災、劣化による老朽化でダムの機能が低下し、土砂生産、土砂移動が活発化しており、すみやかな対応が望まれる。一方、溪流環境の面から見ると、これまで実施された治山ダム群により、魚類等の移動、溪流の多様性が阻害されてきた。

したがって、治山対策の実施により大規模な土砂移動を防止するとともに、従来タイプの治山ダムにより妨げられていた溪流の連続性、多様性を回復することを最終目標とする

また、工法開発、整備計画の実施にあたっては、不確実性を伴う溪流生態系を取り扱うことから、常に、状況の変化の把握、工法の評価を行って、適切に計画を修正して行くものとする（順応的管理）。

2. 溪流環境保全・改善のための構造物及び施工システムをモデル的に実施する。

一般の治山ダム（遮蔽型）は、移動阻害と溪流の単純化が進むことから、これらの点を改善できる工法を検討し、モデル的に構造物を実施する。また、設置される構造物だけではなく、資材運搬を含めた適正な施工システムを考える必要がある。

3. 溪流環境保全・改善のための治山工法を、段階的に実施して、その効果を実証的に検証し、工法の洗練を図る。

溪流環境保全を考慮した治山施設整備の手法は確立しておらず、調査地を試験地として溪流環境保全・改善のための治山施設を段階的に整備することによって、工法の妥当性を検討して、工法の改善を行うものとする。対象とする工法は、従来の治山ダム（遮蔽型）が持つ魚類等の移動阻害、溪流環境の多様性阻害を解消・改善できる工法とし、比較的流量が少なく、土砂流出がある溪流に対応できる工法を採用する。

4. 被災したダムの堆砂敷の侵食状況を観察・記録することにより、溪流環境復元の手法の一つとして考えられるダム撤去の基礎資料を得る。

底抜けにより被災したダムは機能を失っており、従来であれば補修を行うべきではあるが、試験地としての意味合いから、下流に土砂流出抑止を図る施設を設けることを前提として、ダムを撤去した場合を想定して堆砂敷の侵食状況の観察を行うものとする。

5. 継続的な調査を実施して、溪流環境と土砂移動状況を把握し、適切な計画・設計に生かすとともに、構造物評価の基礎資料とする。

溪流環境保全を考慮した治山施設整備を行うためには、十分に溪流環境と土砂移動について調査した上で、計画・設計を行う必要がある（戦略的アセスメント）。また、適切な指標をもとめて、継続的に調査することにより、整備手法の妥当性を確認できる。

## IV-2 ゾーニングと整備の考え方

### 1. ゾーニング

基本方針に従って、茂倉沢本流を下記のとおり区分した。

表-19 調査地のゾーニング

区分		状況	対策
治山ダム 設置区間	区間1 (No27-44) 600m	No1ダム～No2ダムの区間 ダムの堆砂敷と溪流区間であるが、No2ダムの底抜けにより、大量の土砂移動が移動してきている。瀬一淵構造、溪畔林が埋没している。No1ダムは劣化しており、No2ダムは機能を失っている。	土砂流出抑止エリア 大規模な土砂移動を防止するために、新しい施設をモデル的に実施するとともに環境改善を考える。 No1ダム嵩上げ・No2ダム撤去を行う。
	区間2 (No44-65) 520m	No2ダム～No3ダムの区間 No3ダムの底抜けにより流出土砂が発生している(35%の土砂流出)。一部に伏流箇所が見られる。	被災ダム観察エリア ダムを人工的に撤去した場合と同等の状況であるので、状況変化のモニタリングを実施する。
	区間3 (No65-72) 180m	No3ダム～No5ダムの区間：ダムの底抜けにより大半の土砂が流出した(52%の土砂流出、残存している土砂は両岸に堆積)。No3,4ダムは機能を失っている。	多様性保全エリア No3ダムの撤去を行い、環境改善を検討する。両岸の土砂侵食を防止する。
	区間4 (No72-83) 240m	No5ダム～No6ダムの区間：堆砂敷に溪畔林が発達して安定した様相を呈している。ただし、溪流の多様性は問題がある。No5ダムについては、早急な補修を行わないと、倒壊して、多量の土砂流出が続く危険性がある。	多様性保全エリア No5ダムの改修をおこなない現状を維持するとともに、環境改善を検討する。
	区間5 (No83-107) 590m	No6ダム～No8ダム上流までの区間：ダムが配置されているが、上流から土砂が移動している。伏流箇所が見られ、ダム群により溪流の連続性、多様性が失われている。	監視エリア 土砂移動を観察し、当面は対応を考えない。工法が洗練された段階で対応を考える。
自然溪流区間 (区間6)		No8ダム堆砂敷より上流の区間	未施工エリア 現時点において治山事業の実施を計画しないエリア

## 2. 工法の考え方

自然の溪流の場合は、原則として、表流水が存在し、大小の土石による瀬・淵構造がみられ、流れ・水深等に変化がある。また、周辺には、溪畔林が形成される。

これに対して、遮蔽型の治山ダムを設置すると、溪流環境の多様性が失われ、魚類等の移動を阻害する可能性がある。

こうした問題点を解消・改善するためには、一般的には、次表のような保全対策が考えられる。

表一 20 治山ダム（遮蔽型）における保全対策

コンセプト		具体的な事例
I. 溪流環境保全型治山施設	① 構造物の数を増やして高さを低くする。	低ダム群など
	② 人工的な狭さく部、川幅の変化により、土砂調節を行う。	スリットダム、水制など
	③ 構造物に移動を可能な機能を付加する。	魚道付きダムなど
II. 環境改善のための補助工法	① 溪流の多様性の改善を図る	
	② 溪畔林の改善を図る	溪畔林整備
III. 0工法	あえてやらないか、他の施設に代替させる。	

なお、これまでに、治山事業では、魚道等が提案されて実施されているが、調査地のような比較的流量が少なく土砂流出がある溪流においては、かならずしも適応性が高いとはいえない。

### ① 低ダム群

北海道大学の東が提案した工法であり、土砂が氾濫堆積する川幅が広く勾配がゆるい箇所に、低ダムを連続的に配置して、貯留の場とするものである。火山地帯の山麓部や河川中下流で実績がある(図一7参照)。低ダムの放水路に切り込みを入れることによって魚道機能を付与することにより、魚類の移動を可能にすることが出来るとされる。

### ② スリットダム

堤体に、切り口（スリット）を付けたり、格子状のスリット部を設けることにより、洪水時、土石流時に土砂・流木を堆積させ、通常時には土砂を通過させる構造とするものである。治山事業では、鋼製スリットダムが土石流・流木対策として用いられている。

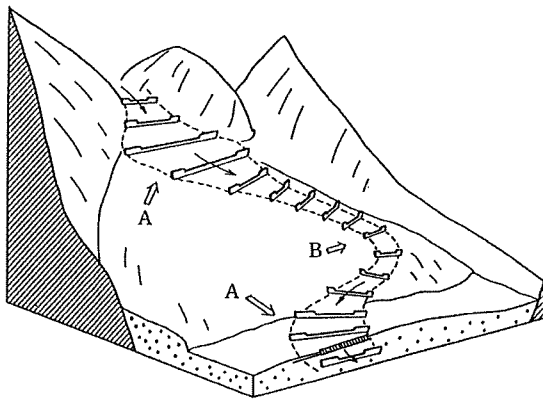
### ③ 水制

流速を低下し、流心を溪岸から遠ざけて流路を固定することにより、溪岸の侵食

を防止する河川工法である。近年は、流れの変化、侵食・堆積が生じることにより多様な場を提供すること、洪水時に魚に待避空間を与えること等から、生態系の保全、復元の効果が期待されるようになってきた（図—8，9参照）。

④魚道

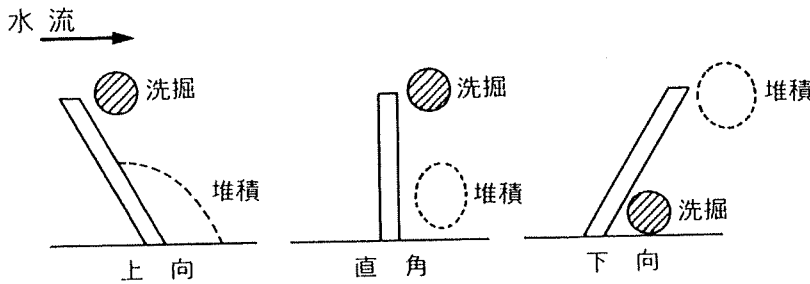
遡上する魚類がいる河川において、内水面漁業の振興などを目的として人工的な魚道が設置されてきた。近年、環境保全の観点から、砂防、治山サイドでも、魚道が設置されているが、比較的流量が少なく、土砂が流出している溪流では、魚道の機能の維持が困難な箇所が多い。日本では、階段式魚道が主流であるが、海外では、多自然型魚道といわれるものも実施されている。



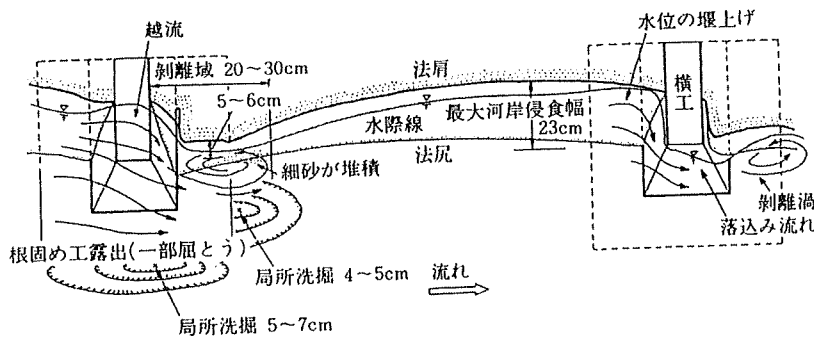
図—7  
低ダム群工法の模式図  
(文献1, p159)

図4.3.1 低ダム群工法の基本型 (東, 1982)

図中、Aは直線部での土砂流分散用、Bは曲流部での誘導用。



図—8  
水制の形式と  
洗掘・堆積



図—9  
水理模型実験による横工の流況  
(文献6, p212)

表一21 多自然型魚道と人工的魚道(文献5 p33, 文献4 p299)

<p>a) 早瀬状床止め斜面と緩勾配床止め斜面</p> <p>河床の段差を埋めるためにできるだけ川を緩やかな勾配にして、川の全幅に凹凸つけた落差工である。さらに、これらと同様に本体が緩やかな勾配を持ち、目の粗い工法でつくられている場合は、固定堰もこれに含む。</p>	<p>b) 近自然迂回水路</p> <p>堰をバイパスして、自然に近い姿につくられた小川である。堰は何の変更もなく維持されるので、堰の水利的役割には影響を及ぼさない。堰に影響を受ける川の全範囲をこの迂回水路によって迂回させることができる。</p>	<p>c) フィッシュ・スロープ(粗石付き斜路)</p> <p>魚の遡上を確保するために、できるかぎり緩やかな勾配で堰に直接一体化された工作物である。これは川幅の一部のみを占める。勾配とは無関係にスロープと呼ばれ、通常は流速を弱めるための阻流石や石固めが必要である。</p>

	緩勾配バイパス水路	デニール式	階段式	潜孔式	バーチカルスロット式
外観					
側面図および横断面	<p><math>R = A/P</math></p>				
代表流速	断面平均流速 $\frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$	25%水深流速 $f(\frac{d}{b}) \sqrt{g b S}$ (注参照)	越流流速 $\sqrt{2gh/3}$	潜孔流速 $\sqrt{2gdh}$	スロット流速 $\sqrt{2gdh}$
係数	$n$	$C_D$	$C_W$	$C_o$	$C_v$
概略値	0.05	0.94	0.61	0.75	0.75
流量	$\frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$	$C_D (\frac{d}{b})^2 \sqrt{g S b^3}$	$C_W b \sqrt{gh^3}$	$C_o a \sqrt{2gdh}$	$C_v b v \sqrt{2gdh}$

注:  $f(\frac{d}{b}) = -0.184(\frac{d}{b})^2 + 1.862(\frac{d}{b}) - 0.955$

### 3. 提案工法

ここでは、調査地の立地条件から、①ある程度流出土砂量があること、②流量が比較的少ないこと、③溪畔林は良好な状態にあること、④試験地であることを考慮して、次表のとおり工法の提案を行うものとした。いずれも施工例は少なく、実証的な工法の評価、改善が必要である。

表一22 調査地で提案する工法等

提案工法等		コンセプト	備考
溪流環境保全型治山施設	横断構造物群	I-①②	
	斜路付ダム	I-③	既設治山ダムの補修をかねて実施する。
溪流環境改善のための木製構造物		II-①	欧米での事例を参考として、簡易横断工、護岸、水制を実施する。
溪畔林の管理		II-②	現時点では、森林の状況は良好であるために、モニタリングを実施することとし、積極的な整備は実施しない。 なお、細粒土砂を生産している崩壊地の復旧を実施する。
被災ダムの管理		III	代替施設を設けることを前提として、堆砂敷侵食のモニタリングを実施する。 なお、被災ダムは原則的に撤去するが、一部を水制型の横断構造物として利用する。

#### (1) 溪流環境保全型治山施設

##### ①水制型の横断構造物群

人工的に川幅を規制する水制型の横断工を複数設置することにより、流水を中央によせて、土砂の堆積促進と溪岸侵食を防止する。また、中央部を不連続とすることにより、移動の確保、淵の形成などに寄与することができる。なお、将来、流出土砂量が減少し溪床の侵食が始まった場合は、中央部を連結して低ダム（スリット付）として活用する。

また、被災ダムの撤去とあわせて、一部を横断工と改良するものとする。



写真一37 横断構造物により形成された淵

被災したコンクリート横断構造物に不連続部分が生じたことにより、形成された淵



写真一38 撤去を計画した被災ダム (No2 ダム)

撤去の際に、一部を横断工として残して、侵食防止、堆積促進の効果を期待するものとする。

## ②斜路付ダム

ダム下流側を緩傾斜として、粗石張の流路を設けることにより、移動の確保を考慮するもので、No5 ダムの補修と同時に実施することとした。また、これにより破損、撤去したコンクリート塊などを処理することが可能である。

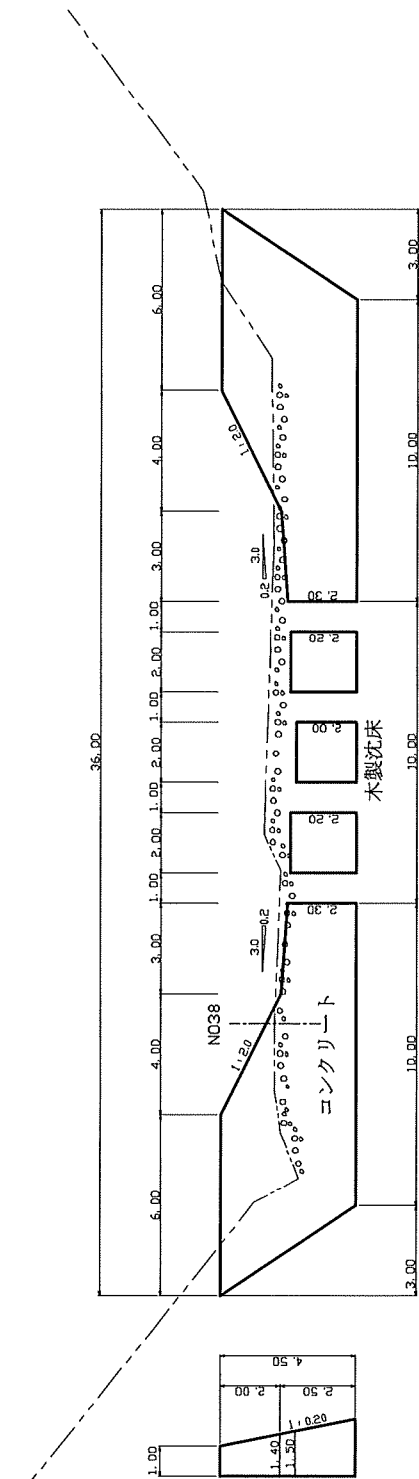
なお、No5 ダムは、倒壊の危険性は高く、倒壊した場合は、多量の土砂流出、上流山腹工の被災が想定されるので、早急な対応が望まれる。

### (2) 土砂流出防止対策

今回の整備計画では、底抜けを起こしたNo2ダムは、堆砂敷の侵食が進んでいる段階なので、その推移を観察して今後の対策の基礎資料とすることとしているが、大規模な土砂移動を引起すと下流への影響が大きいことから、No1ダムの補修をかねた嵩上げを計画した。

現在も、土砂の流出はつづいており早急な対応がのぞまれる。なお、諸般の事情で、No1ダムの着手が遅れる場合は、No1ダムの背面を掘削してポケットを作るなど、流出防止対策を確実にこなうものとする。



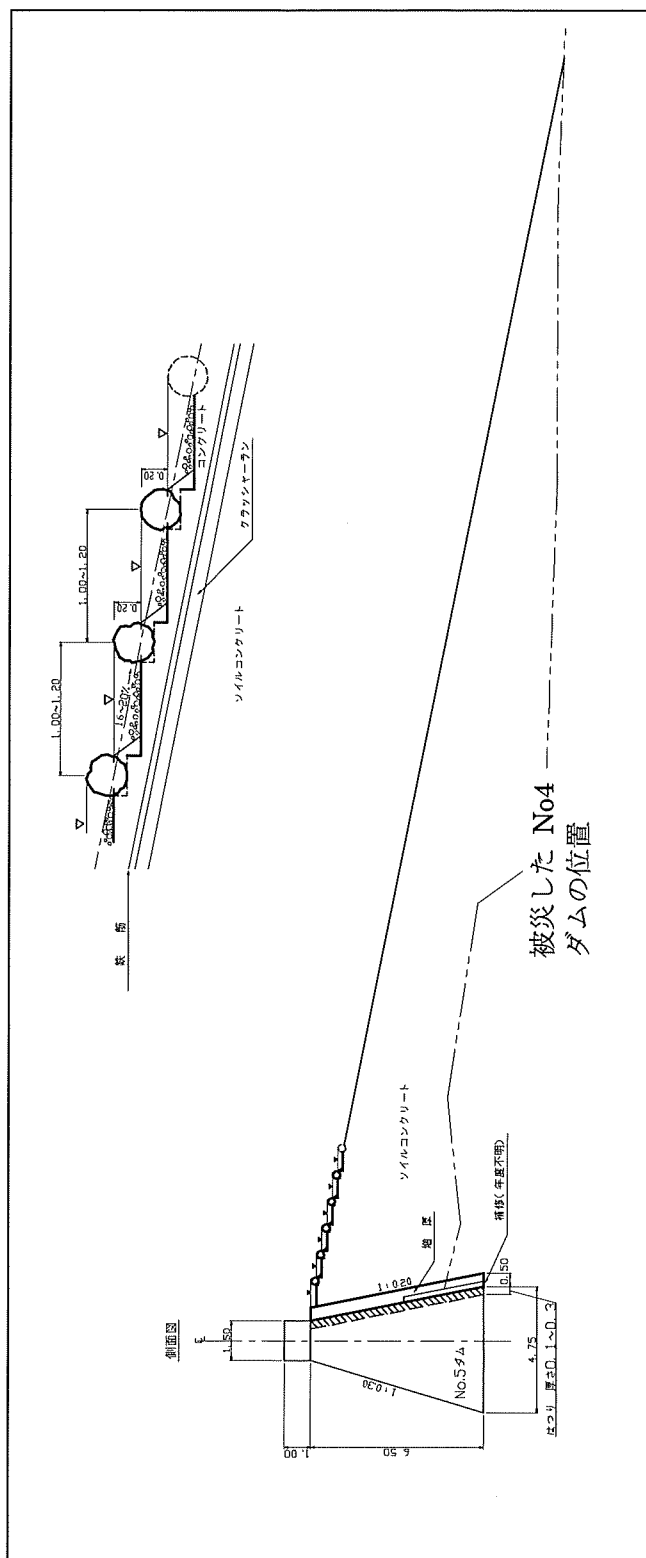


図一10 横断工の標準構造図 (案)

No1ダムの上流では、当面、被災ダムの影響で土砂流出が続くと考えられることから、渓岸侵食防止と流出土砂の堆積促進のために、横断工（コンクリート）を3基連続して設置する。また、溪流環境保全を考慮して、流水が中央にあつまるとともに傾斜を付け、中央部は不連続として木製沈床を設置し、流水、溪床構造の多様性の回復を期待するものとする。また、両岸については、必要に応じて、護岸、水制の役割を持つ簡易な木製構造物を設置する。

なお、将来、土砂流出が少なくなるとなり溪床侵食が進行した場合、中央部を連続させて低ダムとして機能させるものとする。

計画・設計にあたっては、低水流量、土砂移動量、魚類の生息状況など、周辺の溪流環境について十分調査した上で、詳細検討を行う必要がある。



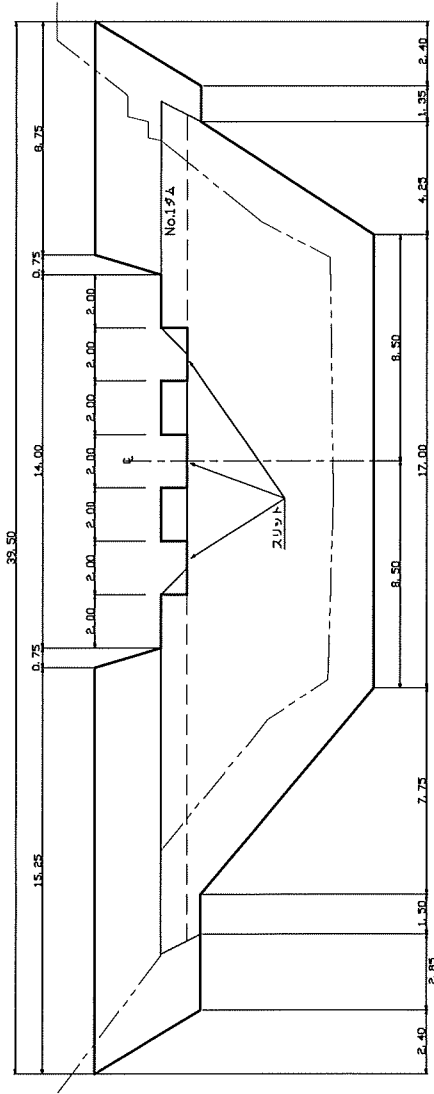
図一11 斜路付ダム (No5ダム) の標準構造図 (案)

No5ダムの補修に合わせて、下流側に斜路を付けるものである。No5ダムは、背後に良好な溪畔林画成立した大きな堆砂敷をもち、山腹工の山脚固定も果たしており、倒壊すると影響が大きい。一方、その劣化及び洗掘は著しく、本来であれば、被災したNo4ダムが補修として建設されたように、新たなダムで置き換えることになる。

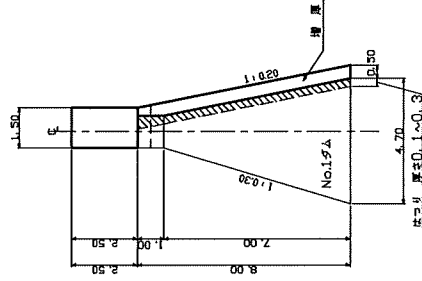
一方、斜路はある程度の緩い勾配でないとい意味をなさないので、どうしても経費がかかるが、斜路の設置と補修を一体的に行うことにより、経済性にも配慮した計画となっている。提案している構造は、下流側にソイルコンクリートで盛土部を作り、その上に自然石張りの階段状のコンクリート流路を設置するものである。なお、盛土部を利用して、撤去及び放置されているコンクリート塊の取り片付けも平行して行うものとする。

なお、計画・設計にあたっては、低水流量、土砂移動量、魚類の生息状況、淵一瀬構造など、周辺の溪流環境について十分調査した上で、詳細検討を行う必要がある。

正面図



側面図



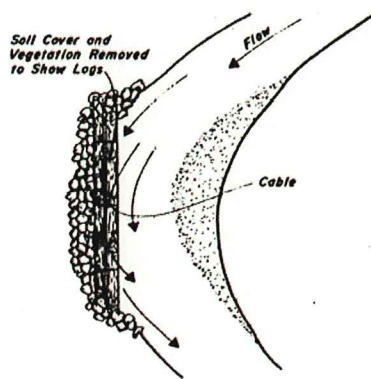
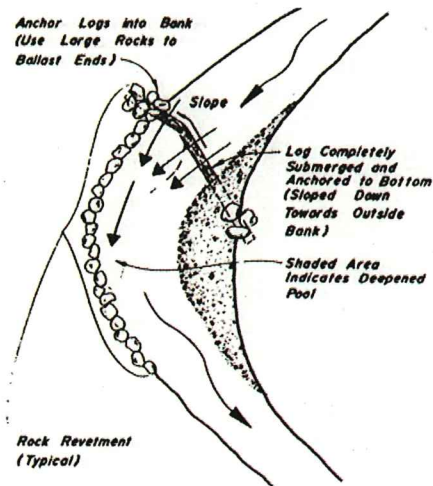
図一12 No1ダム嵩上の標準構造図 (案)

大規模な土砂流出防止を図るために、補修を兼ねてNo1ダムを嵩上げるものとする。嵩上部には、上流側の溪床勾配を上げると溪畔林等の埋没が進むことから、スリットを付けるものとした。また、放水路の大きさが不足していることから、放水路の改良も同時に行うものとする。

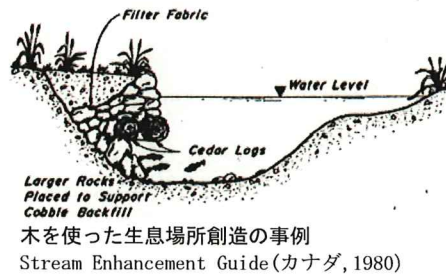
将来は、溪流の連続性を確保するために、改良を行うが、現在整備を計画している構造物等の成果を見て、①下流側に斜路を設ける、②スリット部を深く切り込む等、適切な工法の検討を行う必要がある。  
なお、土砂流出状況等を調査した上で、嵩上高、スリット幅等の詳細検討が必要である。

(3) 溪流環境改善のための補助的な木製施設

魚類等の生息環境の改善を目的として、流れを変えて多様性のある溪流を作る小型木製構造物が、北米等で用いられている。こうした木製構造物は、人の手で容易に製作できるほか、中小洪水における河床変動等のかく乱を容認することから、壊れても腐朽して自然に戻り地域環境に負荷を与えない。よって、多様性保全のために、常水のある河道部において、小規模な木製横断工を連続的に設けるものとする。

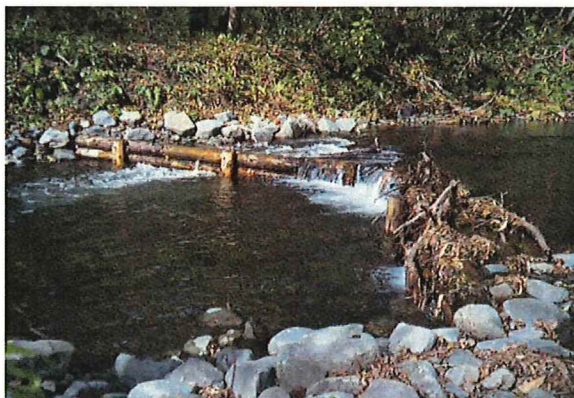


木製の傾斜型潜堰の事例  
Stream Enhancement Guide(カナダ, 1980)



木を使った生息場所創造の事例  
Stream Enhancement Guide(カナダ, 1980)

図—13 魚類等の生息環境改善のために設置された木製構造物 (カナダ)



写真—39 魚類等の生息環境改善のために試験的に設置された木製構造物

提供：北海道林業試験場森林環境部

なお、実施にあたっては、ほとんど試験施工がないので、設計に先立って、試験的に幾つかの施設を実施して適応性をみる必要がある。

また、崩土が残留している溪岸崩壊地、不安土砂が堆積している溪岸については、護岸、水制の役割を持つ木製構造物を設置して、ヤナギ挿し木などの緑化を行い、安定化を図るものとする。

#### (4) 溪畔林の管理

溪畔林は、溪流魚等の生息環境を形成し、陸生昆虫などえさの供給等に重要な役割をおっているので、溪畔林の維持は重要な課題である。

現時点において、調査地の溪畔林は、土砂流出による埋没箇所を除いて、比較的良好な状態にあるとみられるが、今後ともモニタリングを実施して、必要があれば整備を行うものとする。なお、土砂流出により埋没した箇所については、溪流環境改善のための木製構造物の設置に際して、流れを変えるなどの対策をとりたい。

また、溪岸部の崩壊地のうち、細粒土砂を生産している崩壊地（ホー23）については、山腹工を実施する。

#### (5) 被災ダム管理

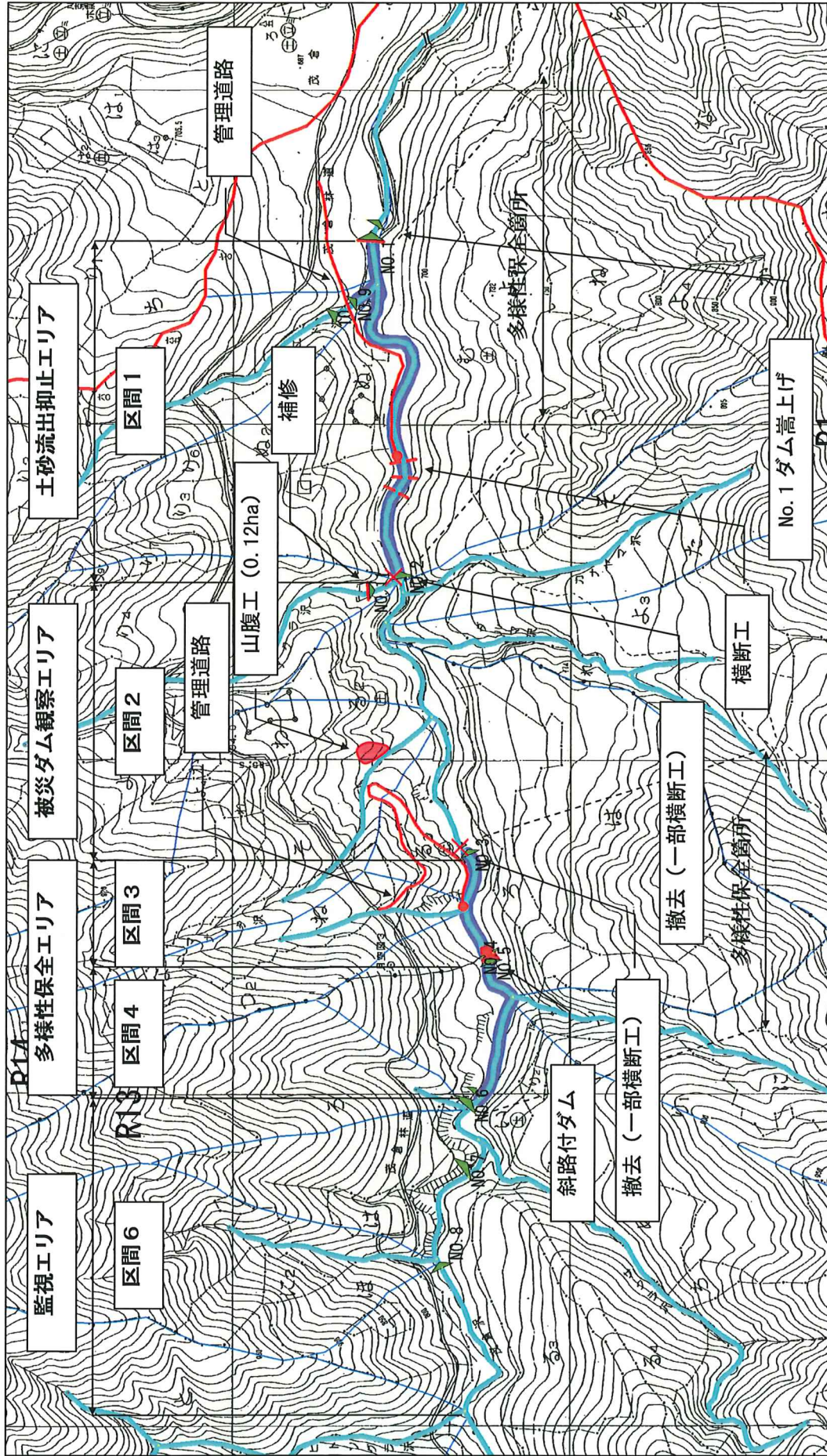
被災ダム（No2ダム等）は、溪流環境復元の手法の一つとして考えられるダム撤去と同様の状態にあることから、ダムを撤去した場合を想定して、堆砂敷の侵食状況、流況の変化等を観察して基礎資料をうることに重要である。そのため、下流に土砂流出抑止を図る施設を設けることを前提として、継続調査を実施するものとする。

### IV-3 整備計画

当面の整備計画は次のとおりである。また、1～3のランクで、施工の優先度を付けた。

表-23 整備計画案

区分	優先度	当面の整備計画	現況
土砂流出抑止エリア	No1ダム	1 No1ダム嵩上げ 増厚嵩上げを行い、嵩上げ部分をスリットとする。将来、下流側の斜路設置、スリットの切下げを検討する(図-10参照)。	○老朽化しており補修が必要。 ○最下流のダムであることから、大規模な土砂移動防止を図る必要がある。
	No1ダム上流	1-3 多様性保全箇所(木製構造物群) 木製構造物により多様性の確保する。	○上流からの流出土砂が堆積し、本流・支流の多様性が乏しい。
	No1ダム上流	1 横断工3基 横断工を連続して設置し、侵食防止とともに土砂堆積を期待する。将来は、低ダム化を検討する(図-11参照)。	○上流からの流出土砂が堆積。 ○溪岸崩壊地の侵食防止が必要。
	No2ダム	2 撤去(一部横断工) 被災したNo2ダムを撤去し、一部を横断工として利用する。	○被災しており処理が必要。 ○大規模な土砂移動防止を図る必要がある。
	運搬/管理	1 管理道路 450m 環境保全に留意した道路構造、路線を提案する。	
R16	No11ダム	3 補修 増厚による補修を実施する。	○老朽化しており補修が必要。
多様性保全エリア	No3ダム	1 撤去(一部横断工) 被災したNo3ダムを撤去し、一部を横断工として利用する。	○被災しており処理が必要。
	No3ダム上流	1-3 多様性保全箇所(木製構造物群) 木製構造物により多様性の確保、両岸の侵食防止を図る。	○堆砂敷が侵食を受けており、本流の多様性が乏しい。 ○溪岸に堆積物が残存しており、侵食防止が必要である。
	No5ダム	1 斜路付ダム No5ダムの補修を兼ねて、斜路(ソイルコンクリート利用・粗石練張)を付ける。取り壊したコンクリート塊を処理する(図-12参照)。	○老朽化しており補修が必要。 ○倒壊した場合、堆積土砂の流出・溪岸崩壊地からの土砂流失・山腹工被災の危険性がある。
	No5ダム上流	2 多様性保全箇所(木製構造物群) 木製構造物により多様性の確保	○堆砂敷であるために、本流の多様性が乏しい。
	運搬/管理	1 管理道路 500m 環境保全に留意した道路構造、路線を提案する。	
R15	ホ-23	2 山腹工 0.12ha 導入植生に留意した緑化工法を提案する。	○溪流まで細粒土砂が流出している。



図一14 整備計画図

#### IV-4 今後の調査計画

##### 1. 調査計画の総括

基本構想を具体化するためには、溪流環境、土砂移動の両面から、詳細な調査を実施した上で、段階的な計画・設計を行う必要がある。また、構造物の評価、今後の技術的な基礎資料作成を行うために、目安となる指標を設定した上で、長期的なモニタリングを行うことが重要である。必要な調査項目を次表に示した。

表一24 調査項目 (◎は重要度が高い調査)

調査項目	内容	計画・設計のための調査	長期的なモニタリング
①気象調査	調査地における基本的な降水量、気温のデータを取得するために、雨量計・気温計を設置して継続観測を実施する。		○ (継続観測)
②水位調査	茂倉沢の水位・流量の変動を調査するために、No1 ダムに水位計を設置して、継続観測を実施する。		○ (継続観測)
③流況調査	代表箇所を表流水について、水位、流速、流量、水質を、定期的に計測する(年4回程度)。また、踏査により、本流において、表流水のある区間を、定期的に把握する。	◎	○ (数年に1回)
④溪床構造調査	本流の代表箇所(自然溪流区間も含む)について、溪流特有の瀬・淵構造を調査する。	◎	○ (同上)
⑤動物調査	溪流に生息する魚類・底生動物、両生類の生態等を現地調査で把握する。特に、主たる魚類についての調査は重要である。 両生類は、融雪期、魚類は漁期が過ぎた10～11月頃が適当であり、時期を逃さないように調査を行う必要がある。	◎ (特に魚類)	◎ (数年に1回)
⑥植物調査	本流の溪畔林の構造、変遷を、標準地を設けて調査する。		○ (同上)
⑦土砂移動量調査	代表箇所の横断測量を定期的実施して、土砂移動量を把握する。 特に、被災ダム観察エリアでは、堆砂敷の侵食状況を把握する上で密な横断測量を実施する必要がある。	(被災ダム観察エリアについては、早急な実施が必要)	◎ (1年に数回)
⑧定点撮影	代表箇所について、定期的に写真を撮影する。		○
⑩試験施工	木製構造物の試験施工を実施し適応性を見る。	◎	
⑪治山全体計画策定・構造物設計	流況調査、動物調査等の結果をもとに、当面実施するエリアの全体計画を作成するとともに、対象構造物の設計を実施する。	○	
⑫基礎資料作成	段階的に調査結果を総合的に解析して、調査地の計画にフィードバックするとともに、今後の治山対策に必要な基礎資料を作成する。		○



## 2. 主要な調査の内容

当面実施すべき主要な調査は、次のとおりである。

### (1) 魚類の生態 (⑤の一部)

溪流環境の生態系を考える際には、保全対策の対象となる魚類の種類、個体群の分布、生態を把握しておく必要がある。対象魚により、移動の必要性、水理的環境は異なるものであり(表-25)、魚類の捕獲、観察による現地調査が必要である。現地踏査でも、茂倉沢本流には魚影がみえるが、こうした溪流魚が対象地付近で産卵まで行っているのか、上下流から移動してきたものを把握しておくことは、保全対策を考える上で重要である。

また、茂倉沢本流は、聞き取り調査によると放流魚である可能性が高いが、天然のものか、放流されたものか、遺伝的な位置づけも調べておく必要がある。

### (2) 流況・溪床構造の把握 (③、④)

溪流の多様性は、主として流況、溪床構造によって表すことができる。流況は、流れの流量・水位・流速の違いであり、溪床構造は、溪床を構成する石礫の分布等により規制される溪流特有の瀬・淵構造である。したがって、保全対策を実施するにあたっては、対象地の流況・溪床構造、自然溪流区間と治山ダム設置区間の違い等を把握する必要がある。

### (3) 被災ダム堆砂敷の継続調査 (⑦の一部)

底抜けにより被災した No2,3 ダムの状況は、ダム撤去の状態と類似している。特に、No2 は、堆砂敷の侵食が進んでいる段階であり、この推移を観察することは、ダム撤去時の状況変化、下流への影響、人為的な操作の必要性の有無を考える上で重要である。したがって、定期的な横断測量、定点撮影等により土砂移動状況を調査するとともに気象調査、水位調査から移動を起こす降雨・洪水流の状況を把握するものとする。

### (4) 木製構造物の試験施工 (⑩)

溪流環境改善のための木製構造物は、欧米では実績があるものの、国内ではほとんど実施例がないので、試験的に横断工などを実施して、目的に合致した適切な構造、施工効果、施工方法、歩掛などを調査しておく必要がある。

表一24 魚類の生息場所の水利条件(水深、流速) 文献2

表 2.4.1 魚に関わる水利的生息条件(清水裕, 1991: 土木技術資料, 33(4), 35-46 より)

	水深(cm)				流速(cm/s)			
	ふ化	仔魚・稚魚	成魚	産卵	ふ化	仔魚・稚魚	成魚	産卵
イワナ	(冬~春)	~5 <sup>1)</sup> (春~夏)	(通年)	4~24 <sup>1)</sup> (秋)	(冬~春)	(春~夏)	20 <sup>1)</sup> (通年)	~20 <sup>1)</sup> (秋)
アメマス	(冬~春)	~5 <sup>1)</sup> (春~夏)	(通年)	4~24 <sup>1)</sup> (夏~秋)	(冬~春)	(春~夏)	20 <sup>1)</sup> (通年)	~20 <sup>1)</sup> (夏~秋)
ヤマメ	(冬~春)	(春~夏)	(通年)	~40 <sup>2)</sup> (夏~秋)	(冬~春)	(春~夏)	(通年)	~50 <sup>1)</sup> 10~35 <sup>2)</sup> (夏~秋)
アマゴ	(冬~春)	(春~夏)	(通年)	10~30 <sup>1)</sup> (夏~秋)	(冬~春)	(春~夏)	(通年)	30 <sup>1)</sup> (夏~秋)
サケ	(冬~春)	(春~夏)	(海)	30 <sup>1,7)</sup> (秋~冬)	10~14 <sup>9)</sup> (冬~春)	20 <sup>9)</sup> (春~夏)	(海)	20 <sup>1)</sup> 0~40 <sup>9)</sup> (秋~冬)
アユ	(秋~冬)	(春)	20 <sup>10,11)</sup> (夏~秋)	30~60 <sup>9)</sup> (夏~秋)	3 <sup>8)</sup> (秋~冬)	40~60 <sup>8)</sup> (春)	(夏~秋)	30~70 <sup>9)</sup> 60~120 <sup>9)</sup> (夏~秋)
ウグイ	(秋)	(冬~春)	(通年)	20~70 <sup>1)</sup> (春~夏)	(秋)	(冬~春)	(通年)	30~70 <sup>9)</sup> (春~夏)
オイカワ	(秋)	~10 <sup>1)</sup> (冬~春)	(通年)	5~20 <sup>9)</sup> 5~10 <sup>1)</sup> (夏)	(秋)	~10 <sup>1)</sup> (冬~春)	(通年)	5~30 <sup>9)</sup> (夏)
カワムツ	(秋)	~10 <sup>1)</sup> (冬~春)	(通年)	5~20 <sup>9)</sup> 5~10 <sup>1)</sup> (夏)	(秋)	~10 <sup>1)</sup> (冬~春)	(通年)	5~30 <sup>9)</sup> (夏)
カジカ	(夏)	(夏~秋)	20~90 <sup>9)</sup> (通年)	30 <sup>1,8)</sup> (冬~春)	(夏)	(夏~秋)	(通年)	10~100 <sup>1)</sup> (冬~春)
ハナカジカ	(夏)	(秋~春)	20~90 <sup>9)</sup> (通年)	30 <sup>1,8)</sup> (夏)	(夏)	(秋~春)	(通年)	10~100 <sup>1)</sup> (夏)
ボウズハゼ	(夏)	(秋~春)	(通年)	20~100 <sup>1)</sup> (夏)	(夏)	(秋~春)	(通年)	(夏)

中部地方での季節区分はおおむね次のように考えられる; 春: 3~5月, 夏: 6~8月, 秋: 9~11月, 冬: 12~2月.

アメマスはイワナ, カワムツはオイカワ, ハナカジカはカジカとそれぞれ生態的に似ているので, それらと同じ値を用いる.

文献 1) 宮地ほか, 1980; 原色日本淡水魚類図鑑, 保育社, 2) 木村, 1972; ヤマメの産卵習性について, 魚雑, Vol. 19, No. 2, 3) 丸山, 1981; ヤマメとイワナの比較生態学的研究 I, 日生態学誌31, (3), 4) 木村ほか, 1981; 淡水魚「イワナ特集」, (財) 淡水魚保護協会, 5) (社) 日本水産資源保護協会, 1981; 水生生物生態資料, 6) 木曾三川河口資源調査団, 1967; 木曾三川河口資源調査報告要録, アユ第1号, 7) 三原・佐野・江口, 1964; サケマス人工孵化事業, (社) 日本水産資源保護協会, 8) 渡部, 1958; 日本産カジカ科魚類の研究, 9) 全国内水面漁業協同組合連合会, 1987; 内水面漁場環境・利用実態調査報告書一魚のすみよい川への設計指針(案), 10) (社) 日本水産資源保護協会, 1978; びわ湖アユ資源維持対策検討委員会報告書, 11) 全国内水面漁業協同組合連合会, 1991; 河川形態変化影響調査報告書.

#### 参考文献

- 1) 太田猛彦・高橋剛一郎編：溪流生態砂防学，東京大学出版会，1999
- 2) 玉井信行・水野信彦・中村俊六編：河川生態環境工学 魚類生態と河川計画，東京大学出版会、1993
- 3) 玉井信行・水野信彦・中村俊六編：河川生態環境工学 潜在自然概念を軸として，東京大学出版会、2000
- 4) 広瀬利雄・中村中六編：魚道の設計，山海堂，1991
- 5) 財団法人リバーフロント整備センター翻訳，ドイツ水資源・農業土木協会原著：多自然型魚道マニュアル，1998
- 6) 山本晃一編：護岸・水制の計画・設計，山海堂，2003

## V 資料

### V-1 現況図

調査結果および提供された資料をもとに、次のように現況図(1:10,000)を作成した。なお、背景の地形図は、森林基本図(1:5000)である。

- ① 水系図
- ② 流況図
- ③ 地質図
- ④ 植生図 (提供された資料による)
- ⑤ 土壌図 (手供された資料による)
- ⑥ 荒廃現況図
- ⑦ 計画図