

三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画（赤谷プロジェクト）

「茂倉沢における防災と溪流環境復元の両立を目指した治山事業」

総括報告書

令和5年3月

林野庁関東森林管理局

三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画（赤谷プロジェクト）  
「茂倉沢における防災と溪流環境復元の両立を目指した治山事業」  
総括報告書  
令和5（2023）年3月

発行：林野庁関東森林管理局 計画保全部 計画課  
〒371-8508 群馬県前橋市岩神町4-16-25

協力：公益財団法人日本自然保護協会、国土防災技術株式会社

# 目次

はじめに～赤谷プロジェクトにおける溪流環境復元の意義

## 第1章 赤谷の森の溪流環境と茂倉沢の特徴

1. 溪流環境調査 ..... 1-2
2. 溪流のダイナミズムと連続性 ..... 1-5

## 第2章 茂倉沢における溪流環境復元の取組

1. 茂倉沢の概況 ..... 2-1
2. 基本構想 ..... 2-7
3. 2013（平成25）年までの溪流環境復元の取組 ..... 2-11
4. 茂倉沢調査マニュアル（平成26年3月） ..... 2-21

## 第3章 2014（平成26）年から2022（令和4）年の調査結果

1. 水位・気象・定点撮影・自動撮影等 ..... 3-1
2. 土砂移動量 ..... 3-12
3. 瀬淵・倒流木 ..... 3-23
4. 溪畔林分布 ..... 3-41
5. 水生生物（カワネズミ、底生動物） ..... 3-54

## 第4章 総合的な評価

1. 茂倉沢全体及び区間毎の整理と評価 ..... 4-1
2. 総合評価 ..... 4-6

## 第5章 今後の課題

1. 課題の整理 ..... 5-1
2. 今後の対応 ..... 5-2

## はじめに ～赤谷プロジェクトにおける溪流環境復元の意義～

「三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画（AKAYA（赤谷）プロジェクト）」は、三国山地・赤谷地域の国有林での生物多様性復元を目的としている。その主たる対象は森林であるが、溪流もこの地域の中で生物多様性を高める重要な構成要素となっている。それは、溪流が、陸上生物からなる森林生態系とは異なる水界生態系であること、また水界生態系と陸上生態系間の水辺というエコトーン（移行帯）を用意していることによる。さらには河川の源流部である溪流は、森林生態系の一部といっても良い。

溪流環境は、流水がもたらすダイナミックな物理環境変化によって特徴づけられる。これは河川、浅海域など水界生態系の基礎となる環境変化である（浅海域の場合は波の作用も働く）。森林など陸上生態系での環境変化と比較すると、短時間で生じる現象で、より動的な環境変化である。その一方で、ある程度以上の長さの時間スケールで見ると安定した状況が維持される。動的平衡とでも言うべきものである。このようなダイナミズムは、時として大水を発生させ、土砂の生産（侵食）と運搬・堆積を引き起こす。これは溪流本来の姿であり、このダイナミズムにより溪流の高い生物多様性が維持されている。

しかし、そのような土砂移動が崩壊・土石流となり、下流域の人間社会に災害をもたらすことがある。人の生命・財産を守るためにこのようなダイナミックな土砂移動をコントロールするために、治山事業が必要とされる。問題は、ダイナミックな土砂移動の二面性にある。溪流環境とそれに関わる本来の生物多様性保全のためには必要なことであるが、一方で、人的・社会的被害をもたらす災害の要因としては、避けたい現象である。

これまでは、前者の生物多様性保全からの視点はほとんど評価されてこず、後者の自然災害対策の視点のみからの事業が展開されてきた。しかし、近年、国有林の公益的機能が認識される中で、森林の生物多様性保全も評価され、様々な事業・活動に反映されるようになってきている。赤谷プロジェクトは正にそのひとつである。このプロジェクトの中で、溪流が持つダイナミズムを二面性の両立が「溪流環境復元」が意図するところである。そのためにプロジェクトエリア内の溪流環境の現状と変化の把握と、特に茂倉沢での生物多様性保全と治山対策を両立させる方法・治山施設の工法の検討が進められている。このような試みは、極めて先進的なものであると考える。そして、この成果はより広く共有すべきものだと考える。

山－川－海をつなぐ流域管理の重要性が指摘されるようになって久しい。例えば、山で生産される土砂は、川によって運搬され、海に至り、海岸の浜が形成・維持される。しかし、近年、各地で浜の侵食・消失が進行している。土地の消失も起こっている。その主原因のひとつは、様々な目的でつくられたダムによる土砂の堆積であり、それが下流、海岸への土砂供給を阻害している。さらには気候変動による海面上昇がそのリスクを高めることも懸念される。山からの適切な土砂供給の維持も「生態系を活用した防災・減災（Eco-DRR）」と言えるのではないだろうか。利根川水系の最上流部としての「赤谷プロジェクト」からの視点も重要だと考える。

（赤谷プロジェクト・溪流環境復元ワーキンググループ 座長 中井達郎）

# 第1章 赤谷の森の溪流環境と茂倉沢の特性

## 1. 溪流環境調査

2012（平成24）年度から2013（平成25）年度にかけて、赤谷の森の溪流において、地形や堆積物などの溪流環境の基本となる物理的特性の把握を主体とする「溪流環境調査」を実施した。その結果から、各溪流の特性に基づいて、赤谷の森における溪流生態系回復のための方向性を示した。

その中で、「茂倉沢」が溪流の本来の特性である「溪流のダイナミズム」と「連続性」が大きく損なわれていることが再確認された。

### 1.1. 調査方法

溪流環境調査の実施にあたっては、「溪流調査マニュアル（資料1.1.）」と「溪流環境調査票（資料1.2.）」を使用して、赤谷プロジェクト3団体とサポーターの協力を得て実施した。調査地点は赤谷の森全域で118地点とし、赤谷川と西川の主な支流に概ね500m間隔で均等に配置した。

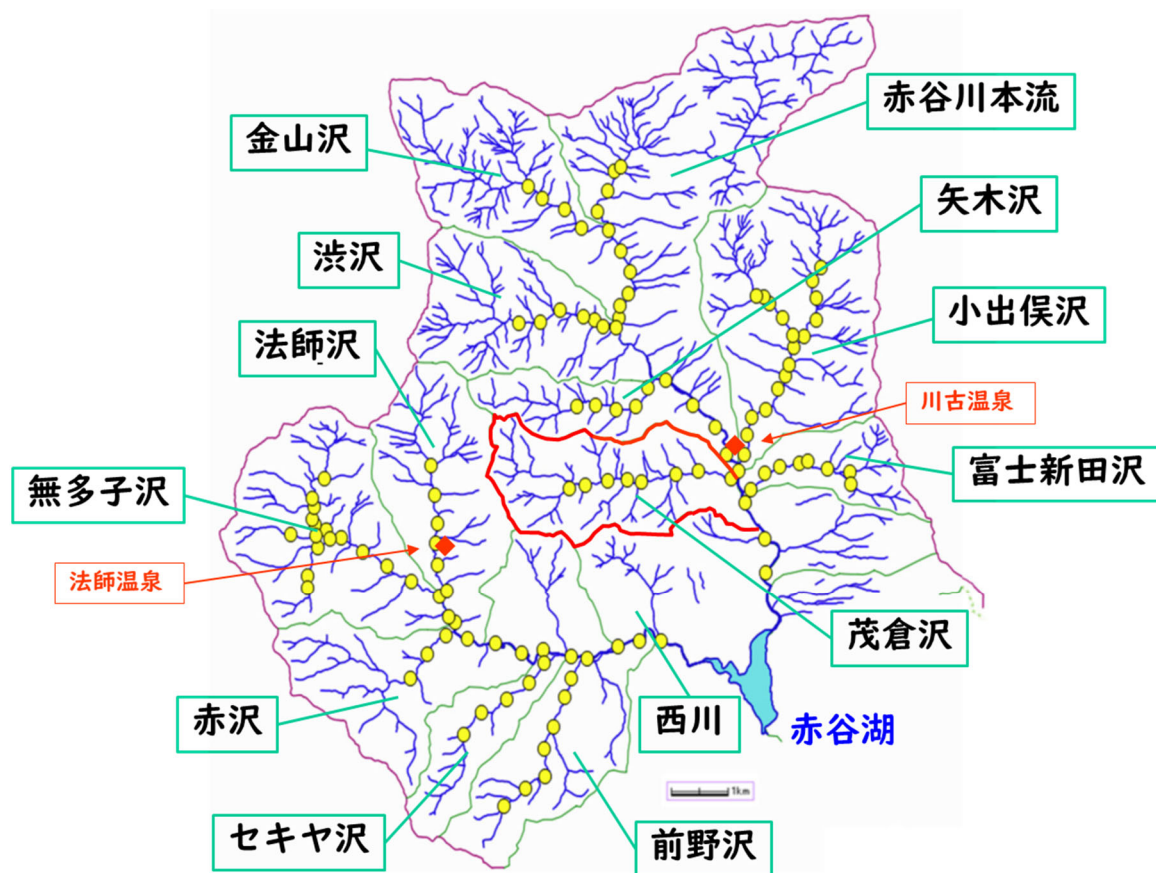


図1. 1-1 溪流環境調査地点（黄色）

### 1.2. 調査結果

調査結果から、最上流域の溪流が示す特徴と、比較的下流域が示す特徴、それ以外の三つに区分して、各支流の特徴を整理して区分を行った（表1. 1-1、図1. 1-2）。

また、人工構築物（治山ダム、その他の堰やダム、取水地点）について地図にプロットした（図1. 1-3）。

その結果、赤谷川橋より上流の「赤谷川本流」、「金山沢」、「赤沢」は人工構築物がなく、調査によって示された地形・堆積物の状況から、ダイナミックな変動と連続性が保たれた本来の最上流域の溪流環境であると考えられる。「渋沢」と「矢木沢」もそれに準ずるものであり、「赤谷本流」との合流点近くにある堰を除去することによって、さらに本来の姿に近いものとなることが予想される。

「小出俣沢」は、複数の堰が存在するが、自然の滝などの遷急点が存在するために、本来、勾配の大きい最上流部的な区間と勾配の小さい中下流的区間が交互に出現する多様な環境を持つ溪流であると考えられる。

また、「赤谷川本流の赤谷橋付近」と「小出俣沢の東京発電ダム」では発電のための取水がされており、それより下流で、本来の流量を減少させ、溪流のダイナミズムを損なっている。

「茂倉沢」は、多数の治山ダムと堰の存在によって、溪流のダイナミズムと連続性が大きく損なわれており、最上流部本来の溪流環境が失われている。

表1. 1-1 溪流環境調査の結果

ver.20170515

各溪流の現状一覧表（整理表A-1）

青文字: 最上流域の溪流が示す特徴 赤文字: 比較的下流域の特徴

		地形的特徴				堆積物		調査地点数	集水面積 km2	勾配 %
		横断形状(出現状況)		「瀬と淵」	ステップ型	2m以上の巨石が出現する地点の割合	石しき+礫岩が出現する地点の割合			
		渓谷*4	広い河原*5	出現率	出現率					
赤谷川本流系	赤谷川本流・上*1	渓谷		75.0	50.0	100.0	100.0	4	18.93	10.09
	金山沢	渓谷		100.0	100.0	100.0	100.0	4	7.08	15.90
	渋沢	最上流のみ		83.3	100.0	67.0	67.0	6	5.64	17.55
	矢木沢	最上流のみ		80.0	80.0	100.0	100.0	5	2.93	17.52
	小出俣沢	中流部に渓谷	あり	66.7	38.9	44.4	55.6	18	11.48	11.69
	小出俣沢・支流									( 23.35 )
	茂倉沢	最上流のみ	あり	37.5	0.0	25.0	25.0	8	6.32	12.61
富士新田沢	中下流部に渓谷	あり	50.0	12.5	12.5	12.5	8	2.95	9.98	
西川本流系	法師沢	最上流のみ		50.0	16.7	16.7	33.3	6	6.73	11.01
	無多子沢	最上流のみ	あり	52.9	11.8	41.2	47.1	17	9.20	10.53
	無多子沢支流1									( 17.29 )
	無多子沢支流2									( 23.21 )
	赤沢	渓谷		66.7	66.7	66.7	66.7	3	5.54	15.58
	セキヤ沢	最上流のみ		80.0	40.0	20.0	40.0	5	3.15	12.94
前野沢	渓谷		71.4	71.4	42.9	42.9	7	4.51	10.86	
判定基準				青:75%≤	青:60%≤	青:60%≤	青:60%≤			青:15≤
				赤:50%>	赤:25%≥	赤:25%≥	赤:25%≥			赤:10≥

注 \*1: 赤谷橋より上流 \*2: 赤谷橋より下流 \*3: 法師沢・無多子沢合流点より下流 \*4: 「やや溪流」を含む \*5: 「やや広い河原」を含む

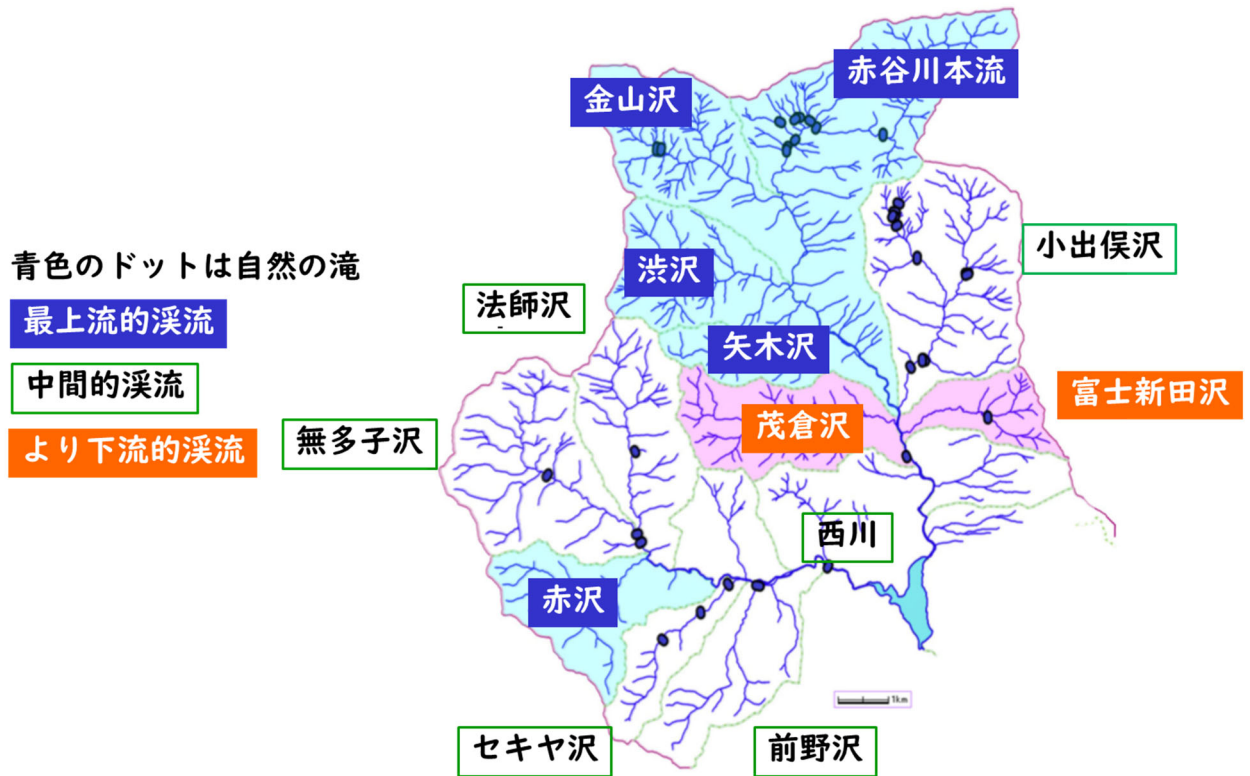


図1. 1-2 溪流の特徴からみた3区分



図1. 1-3 人工構築物の配置状況

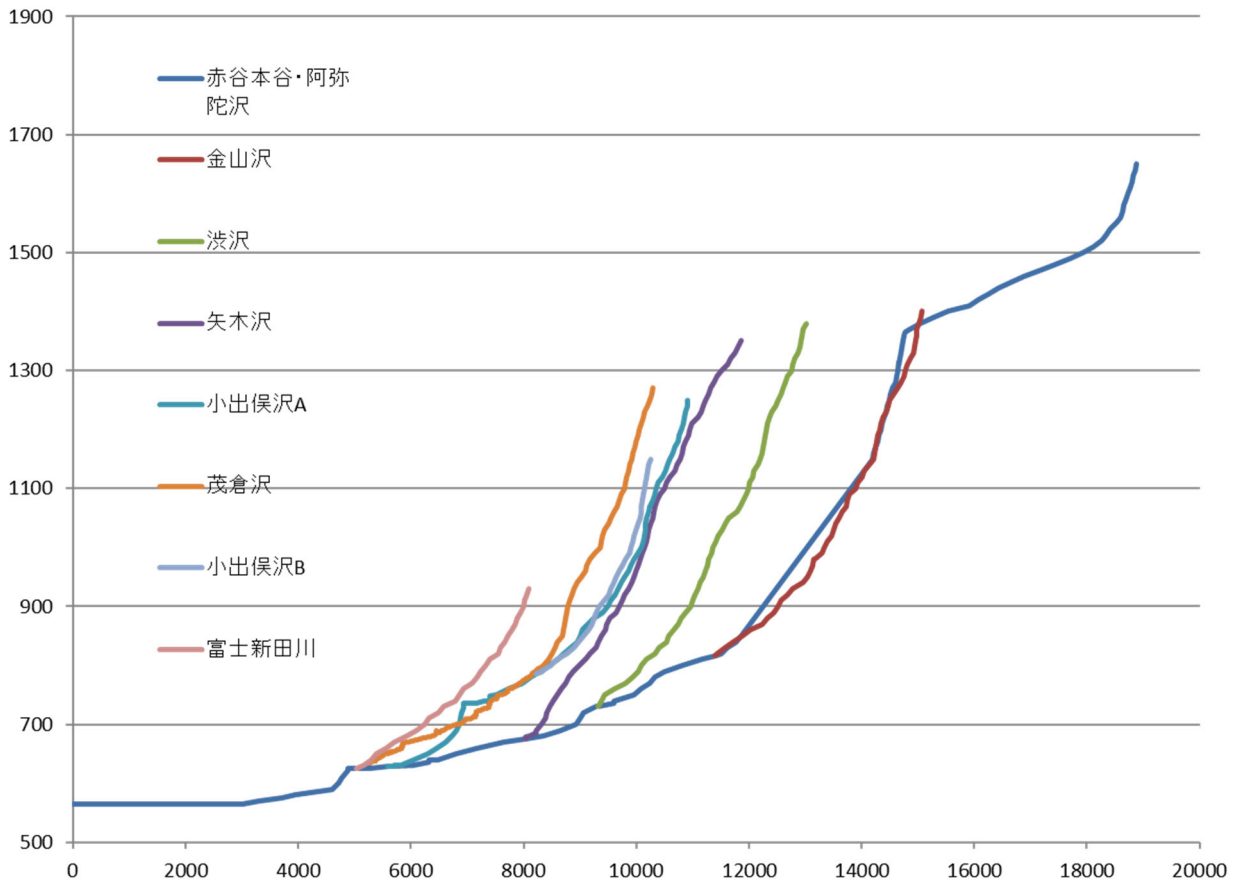


図1. 1-4 赤谷川本流系の河床縦断面図

## 2. 溪流のダイナミズムと連続性

### 2.1. ダイナミズム（動的構造）とは

ダイナミズム（動的構造）とは土砂移動によって溪床微地形が変化し、これにより溪流環境が動的に変化していることをいう。土砂移動が起こることにより洗掘・堆積が生じる。これに応じて瀬や淵が形成されたり、消失したり、変化する。堆積は新たな裸地を形成したり既存の堆積地を覆ったり破壊したりする。一方、洗掘は既存の堆積地を破壊する。このような変化は既存植生の破壊や、新たな植生の侵入を促す。このように、洗掘・堆積は地形のみならず溪流の植生や倒流木の生成にも大きく関わる。植物生態学的に言えば、出水・土砂移動などによる「攪乱」が、比較的短いタイムスケールで「退行遷移」が繰り返し引き起こされている。その結果として溪流生態系では多様な場（生育・生息環境）が維持されている。すなわち高い生物多様性が維持されているのである。

このような動的な構造が溪流環境の本質であるが、治山施設の設置により土砂移動の規模や頻度が減少し、ダイナミズムは不活発化する。その結果、例えば治山ダム上流の堆砂域では洗掘が起こりにくくなり平坦で凹凸の少ない形状が広がる。淵が減少し平坦な形状の地形と浅く流速の変化の少ない一様な流れの状態（平瀬）が優占的に分布する。このような状態が継続し、ダイナミズムによって形成される多様な環境とは異なった単調な環境となることがしばしばである（治山施設による動的構造の劣化）。



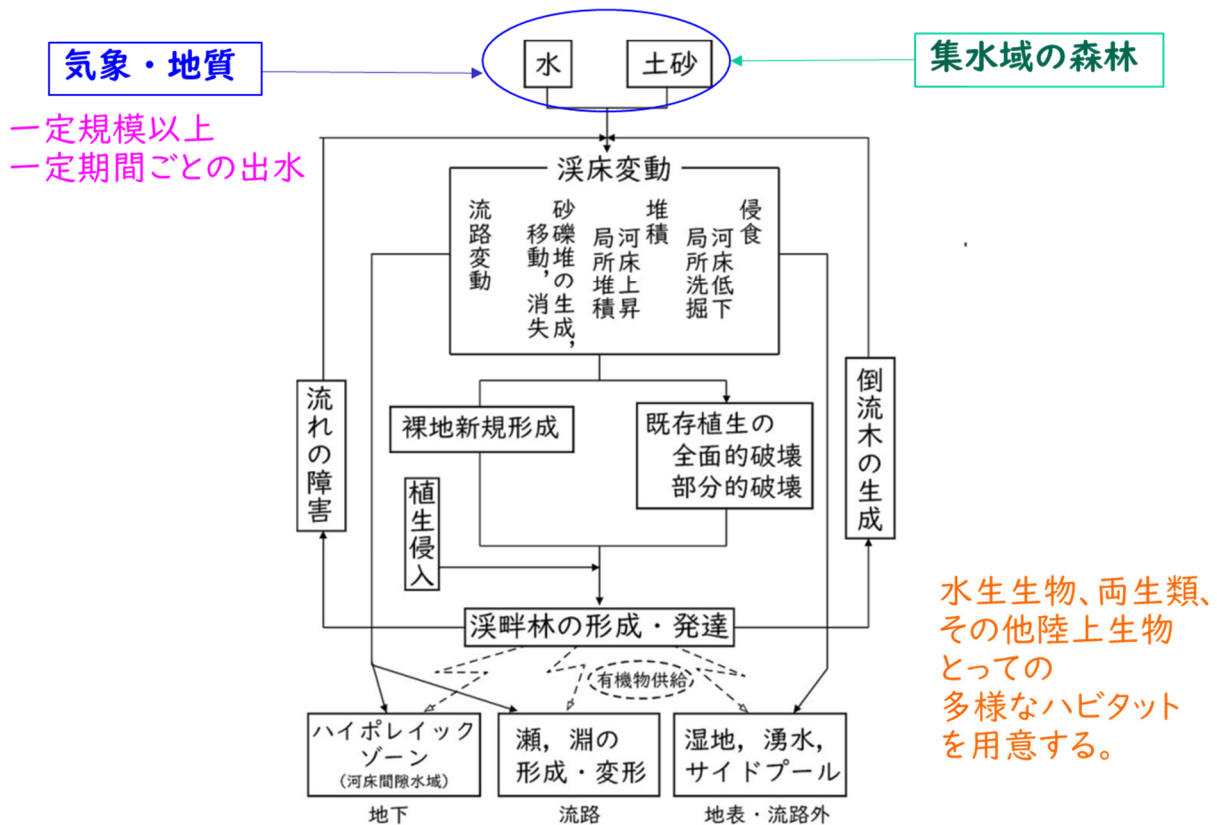


図1. 2-1 溪流生態系のダイナミズム (動的構造) (高橋(2000) に加筆)  
 高橋剛一郎 (2000) 流域保全と溪流環境保全 フォレストコンサル 22 pp. 23-27

## 2.2. 連続性とは

連続性とは、第一に地形的な連続性のことをいう。渓床縦断図を描いたとき、滝があればその地点で縦断曲線は不連続となる。治山ダムは滝と同様、落差を持った構造物であり、地形的な不連続性をもたらす。そして、落差は水流も不連続にする。このような不連続性は魚の遡上を不可能にさせ、水生昆虫の産卵飛行にも影響を及ぼす可能性があり、その結果として動物の分布にも不連続性（人工物による連続性の破壊）をもたらすことをさす。なお、連続性には上下流方向のほかに横断方向の連続性も存在する。

## 第2章 茂倉沢における溪流環境復元の取組

茂倉沢における溪流環境復元の取組は、赤谷プロジェクト開始直後の2005（平成17）年度から、2013（平成25）年度までは、関東森林管理局治山課により委員会が設置されて進められ、2014（平成26年度）以降は赤谷プロジェクトの溪流環境復元WGによって進められてきた。

2013（平成25）年度までの検討の経緯と状況、モニタリングの成果については、「平成25年度 新治地区茂倉沢治山事業施設整備計画調査 報告書」及び「茂倉沢における治山事業の概要（公表用資料）：第三回検討委員会資料」（以下、「H25 茂倉沢事業概要」と言う）にまとめられている。本章では、これらの過去の資料から抜粋し、主に2013（平成25）年度までの取組についての概要を示す。

### 1. 茂倉沢の概況

茂倉沢は、群馬県利根郡みなかみ町の旧新治村地域に位置する相模国有林（赤谷の森）の利根川水系赤谷川の右岸支流であり、本流の延長は約3km、流域面積は約630haである。赤谷プロジェクトエリア区分4に位置し、標高620～1300mの間にあり、潜在自然植生はチシマザサ・ブナ群団であるが、現在は、下流域はスギ・カラマツを主体とする人工林、上流域と尾根部がブナ・ミズナラ林となっている。

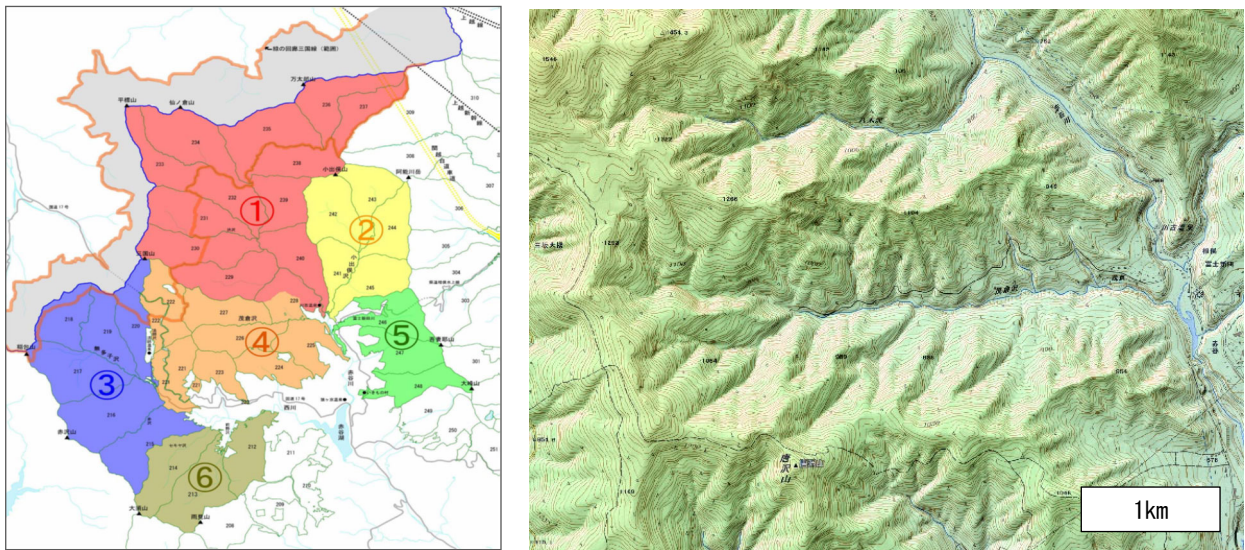


図2. 1-1 赤谷プロジェクトエリア区分と茂倉沢の地形図

#### 1.1. 溪床勾配

「土石流危険溪流および土石流危険区域調査要領（案）」（建設省河川局砂防部砂防課、1999年）によると、溪床勾配が1/30より急峻であれば土石流区間に相当し、流出土砂は土石流の形態をとって河川を流下する。また、溪床勾配が1/30より緩ければ掃流区間に相当し、流出土砂は流水により分散して流下する（図2. 1-3参照）。

茂倉沢の溪床勾配は図2. 1-2の通り。茂倉沢の溪床勾配は、ほぼ全域が土石流堆積区間となっている。また、No.1ダムの堆砂数は掃流区間となっている。このため、茂倉沢流域で土石流が発生した場合でも、下流側の赤谷川に土石流が到達する可能性は比較的低いと言える。

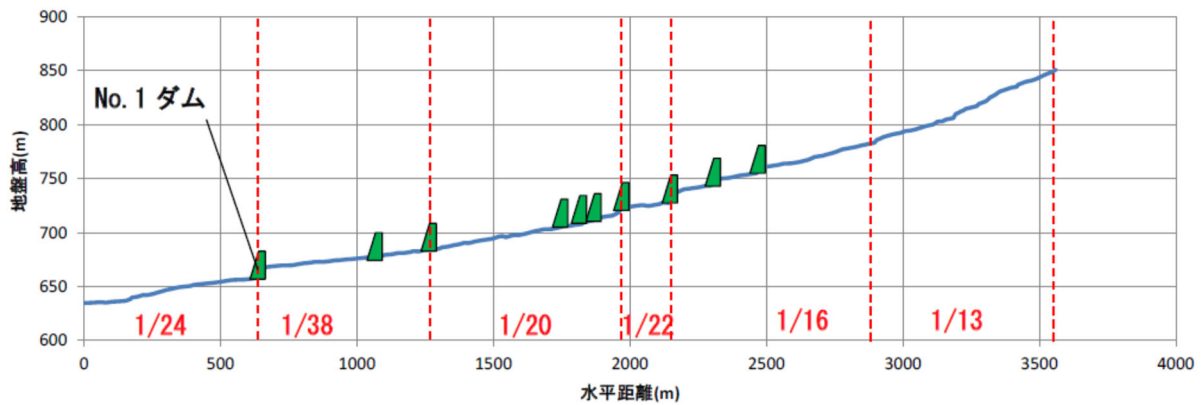


図2. 1-2 茂倉沢の溪床勾配

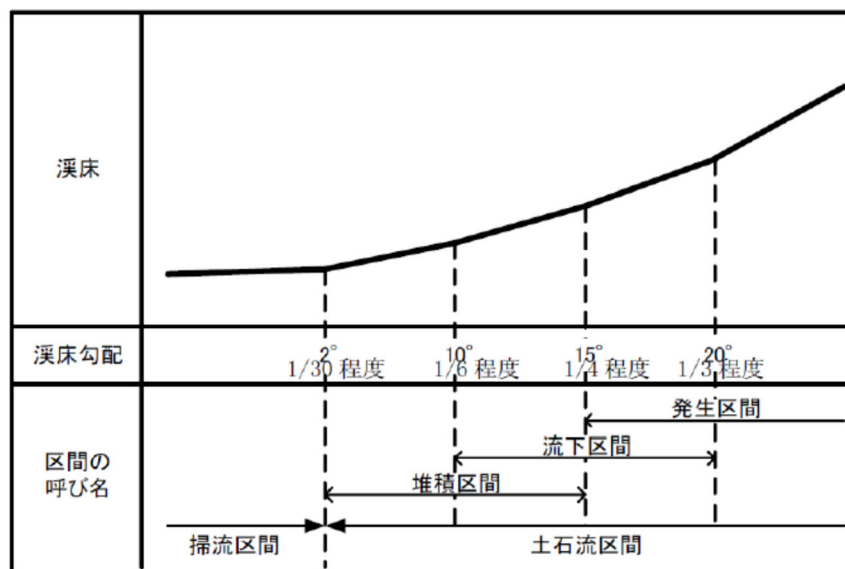


図2. 1-3 土砂移動の形態の河床勾配による目安

## 1.2. 荒廃状況

- ・1947（昭和22）年のカスリーン台風による荒廃をはじめとして、かつての茂倉沢は荒廃していた。
- ・しかし、近年は荒廃地が復旧し、著しい荒廃は認められていない。

茂倉沢の流域は、1947（昭和22）年にカスリーン台風の襲来により流域の荒廃が進行した。カスリーン台風襲来後の茂倉沢の荒廃状況は、図2. 1-4に示すように、1948（昭和23）年に撮影された空中写真にその状況が示されている。茂倉沢の左岸に比較的規模の大きい崩壊地が確認されているほか、溪床に不安定土砂が堆積していることが分かる。なお、溪床不安定土砂の堆積箇所は、そのほとんどが攻撃斜面に位置している。従って、攻撃斜面の溪岸侵食や溪岸崩壊により発生した不安定土砂が、溪床に堆積している可能性が高いと考えられる。

加えて、図2. 1-5、図2. 1-6に示すように、空中写真の判読により作成した荒廃地分布図と林相図の重ね合わせ結果では、若齢林やその近傍に崩壊地が多く分布している状況が見られる。なお、1982（昭和57）年の空中写真判読結果については、同年9月の台風18号の通過に伴い水上観測所で日雨量151mmの降雨が確認されており、この台風により荒廃が進行したことも考えられる。

1980（昭和 55）年以降は造林地の人工林が成熟したこと、また、治山施設の設置事業が 1981（昭和 56）年に概成し、その効果が発揮されたことから、崩壊地が復旧したものと考えられる。図 2. 1-7 に 荒廃地面積の変遷を示す。かつては茂倉沢の流域には崩壊地が比較的多く分布していたが、現在では荒 廢地の面積が減少したことが分かる。

表 2. 1-1 茂倉沢の崩壊地の変遷（平成 17 年度時点）

戦後から 1958（昭 和 33）年まで	カスリーン台風の影響と思われる規模の大きな深層崩壊が溪流周辺に多発 しており、溪流に多量の土砂を供給したとみられる。これに対応するため に、昭和 20 年代後半に治山ダム工、山腹工が施工されたと判断される。
昭和 30 年代後半か ら昭和 50 年代	下流部斜面の伐採が進んだ時期であり、伐採地を中心にして崩壊地が発生 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。
昭和 60 年代（1985 年以降）から平成	崩壊地がほとんどみられず、安定した様相を呈している。1998（平成 10）年、2002（平成 14）年と豪雨があり、崩壊地も発生している。この 茂倉沢周辺でも、崩壊・土砂移動があった。

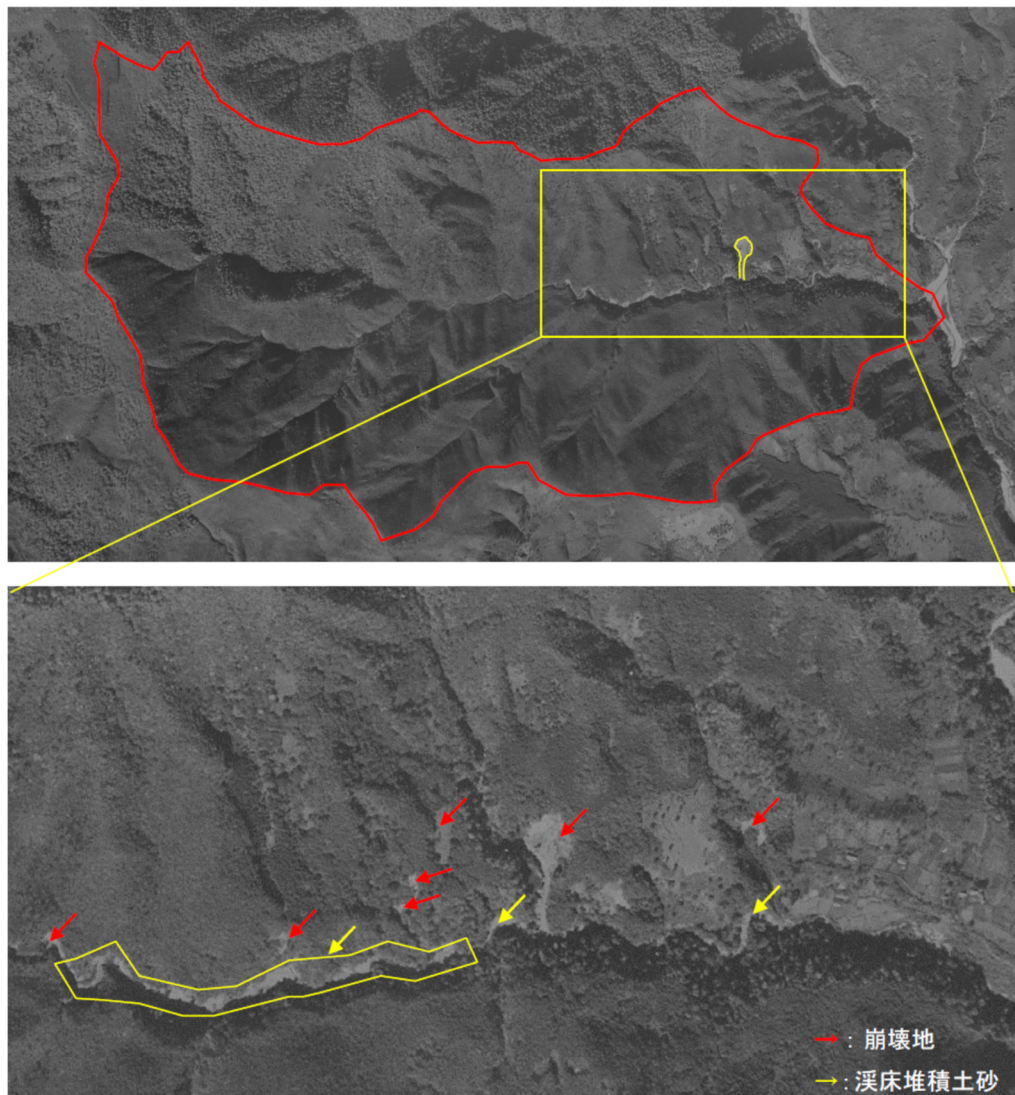


図2. 1-4 昭和23年撮影の茂倉沢空中写真判読結果

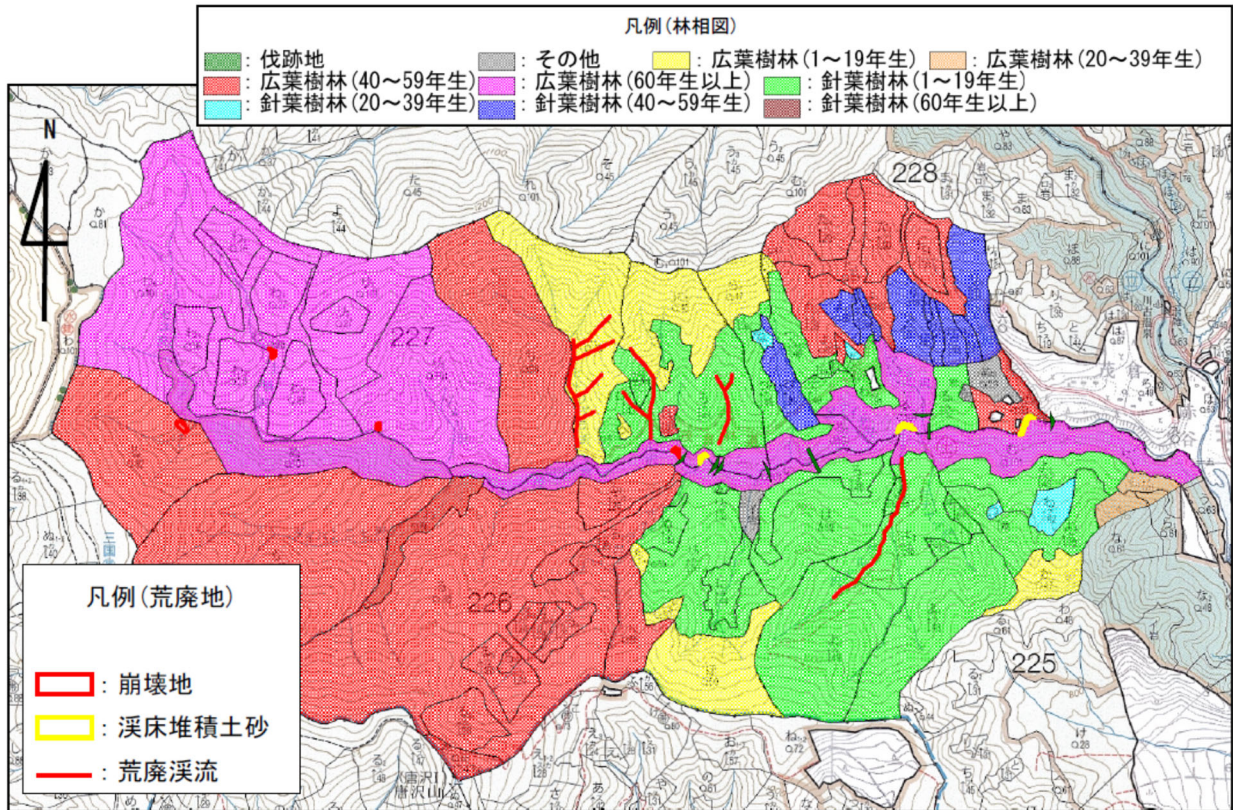


図2. 1-5 昭和45年の林相図と昭和47年の空中写真判読結果重ね合わせ図

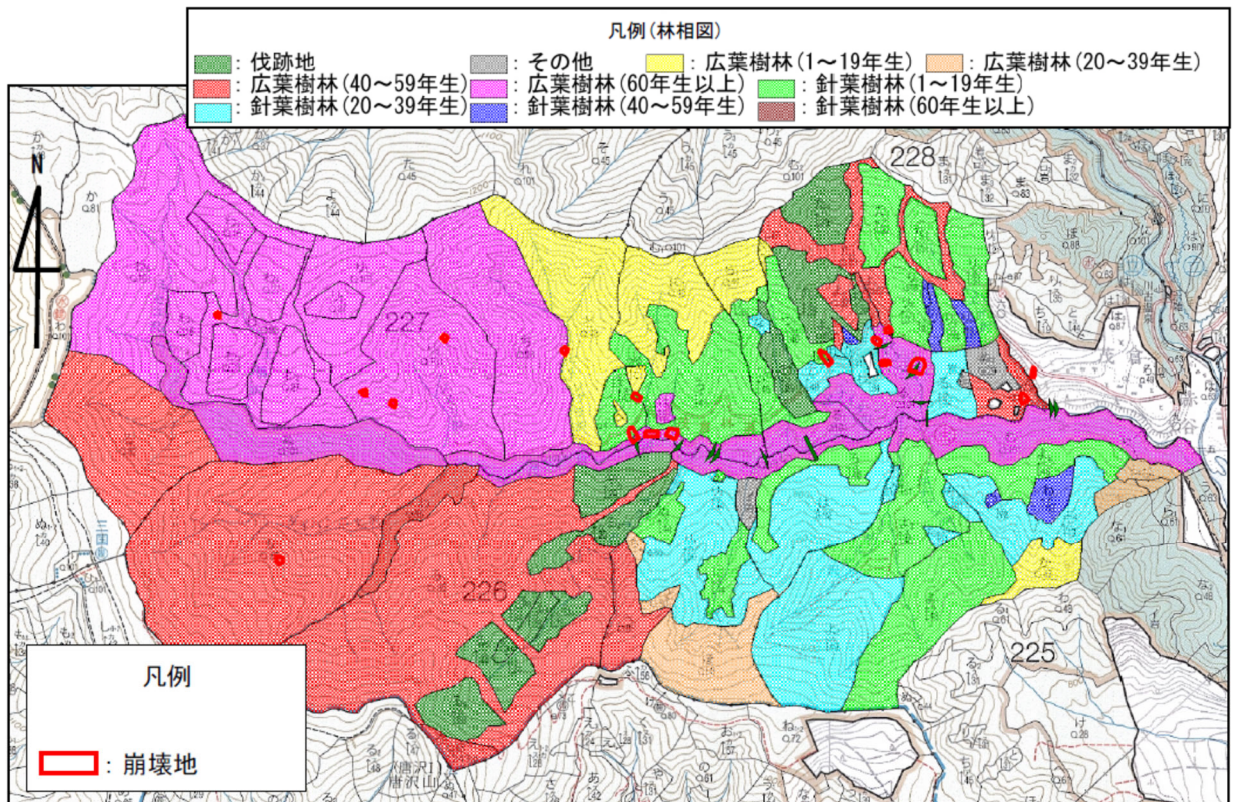


図2. 1-6 昭和55年の林相図と昭和57年の空中写真判読結果重ね合わせ図

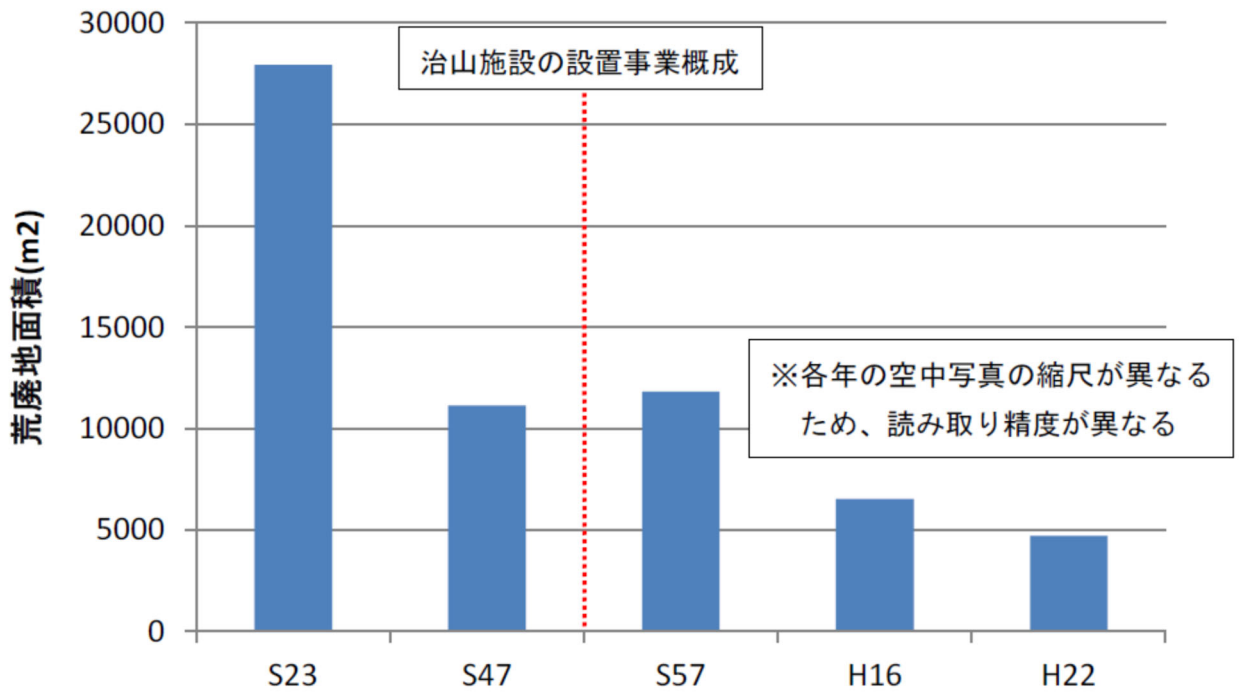


図2. 1-7 荒廃地面積の変遷

### 1.3. 茂倉沢の治山施設

赤谷プロジェクトのエリア区分毎の治山ダムの基数を集計した。エリア4は他のエリアと比較して基数が多く、エリア4の中でも茂倉沢流域内の治山ダムが多いことがわかる。その要因は、昭和22年のカスリーン台風の襲来により流域の荒廃が進行したほか、荒廃地への植林や拡大造林が行われ、その結果として、若齢林主体の造林地からの土砂の流出量が比較的多かったことが考えられる。

昭和20年代には、戦後荒廃した茂倉沢の流域に対して、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、茂倉沢は、比較的小径の石礫で渓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た。

図2. 1-10に、茂倉沢において実施された治山事業と主要なイベントについて年表を整理した。

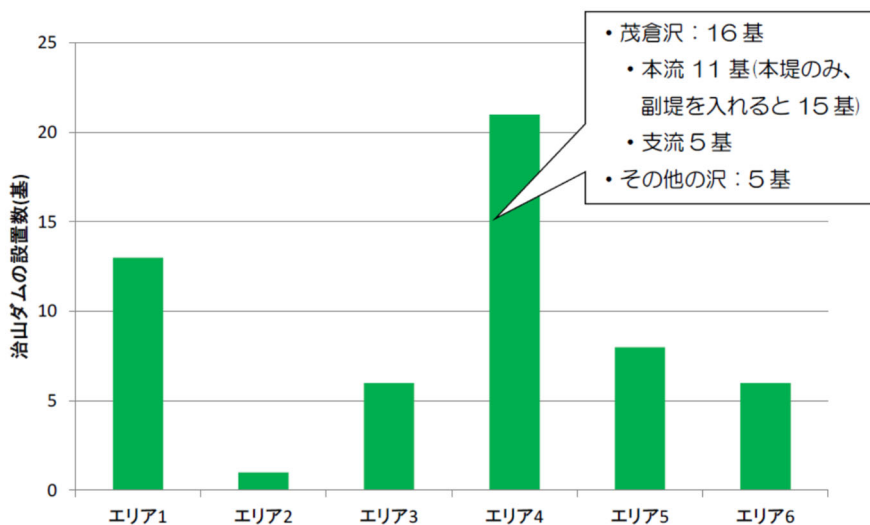


図2. 1-8 赤谷の森のエリア毎の治山ダム基数 (平成25年時点)

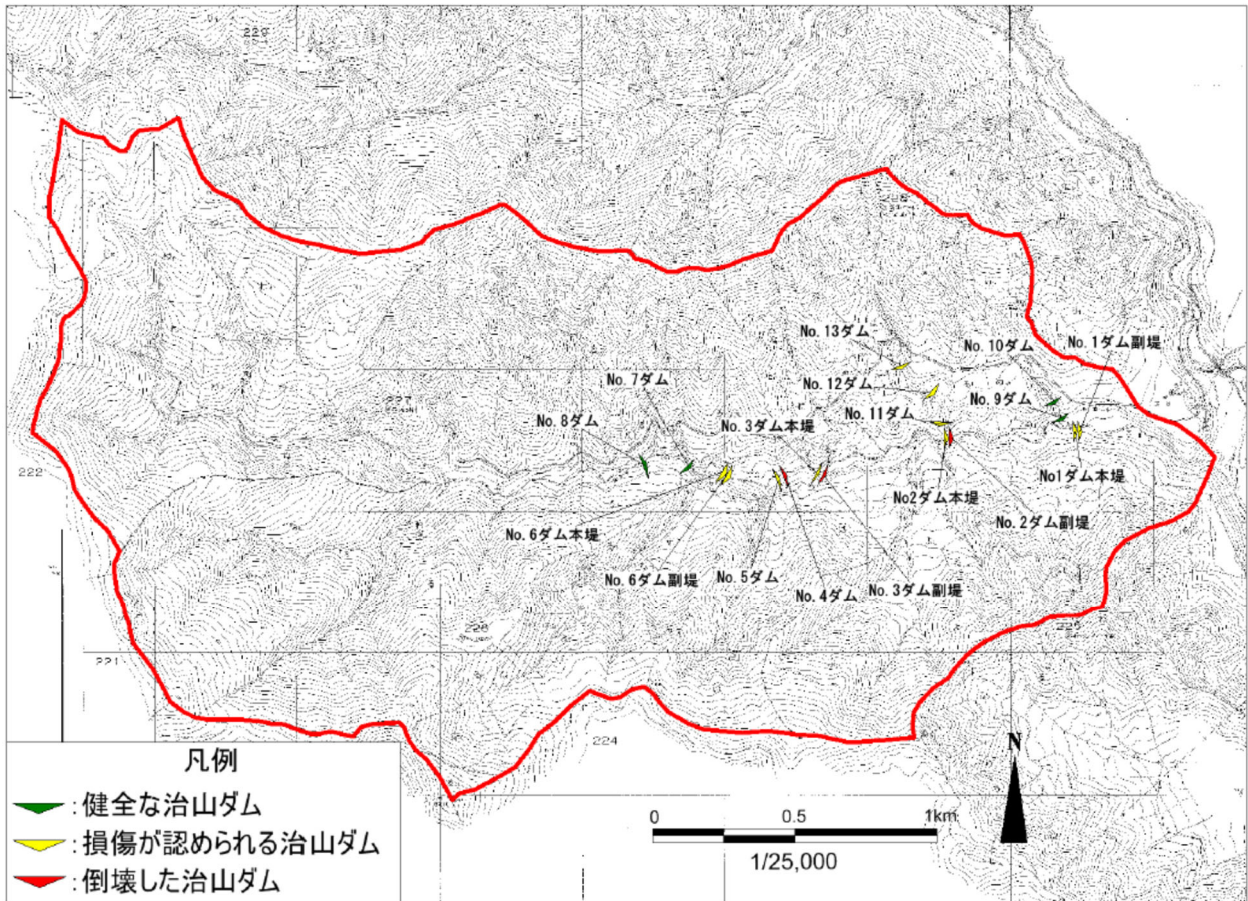


図2. 1-9 治山施設位置図 (平成17年度当時)

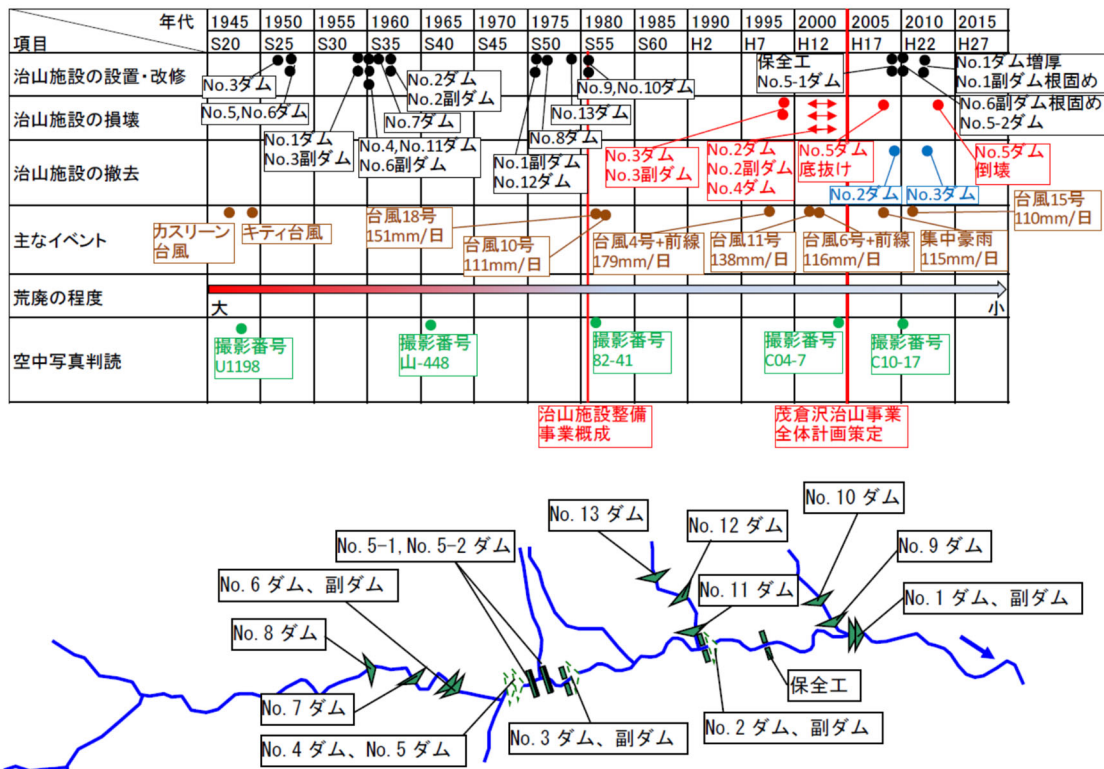


図2. 1-10 茂倉沢における治山事業年表

表2. 1-2 既設治山ダムの機能評価（平成17年度当時）

区分		施工年度	種別	*機能評価	状況	
本流	No. 1	前堤	昭和 51 年	コンクリート	○	岩着（凝灰角礫岩）？
		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）。堆砂敷上流に多量の土砂が堆積し、溪畔林が埋没。
	No. 2	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、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の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、その後底抜けした。
	No. 3	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の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、流出が続いたとみられる。
	No. 4	補修（前堤）	昭和 35 年	玉石コンクリート	×	倒壊（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 8m、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。
	No. 5	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。下流面に亀裂がみられ老朽化。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。
	No. 6	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況。
		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。
No. 7	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）が堆積したとみられる。堆砂敷きは常水なし。	
No. 8	単独ダム	昭和 52 年	コンクリート	○	満砂。堆砂敷は常水なし。	
支流（R17）	No. 9	単独ダム			○	満砂。
	No. 10	未確認				
支流（R16）	No. 11	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。
	No. 12	未確認				
	No. 13	未確認				

※○：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

## 2. 基本構想

「平成 17 年度新治地区茂倉沢治山事業全体計画作成調査報告書」の「基本構想」において、茂倉沢の現状と今後の基本方針を以下の通りに整理している。防災上、環境上の保全対象は 2.3 のとおり。

### 2.1. 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、溪流環境一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。

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。なお、適度な土砂移動は容認する必要があるが、溪床の変動にともなって、ダム堆砂敷内など、溪畔林の一部が被災することはやむを得ないものとする。

### (3) 土砂移動の影響

多量の土砂移動は、瀬-淵構造の埋没など、適度な攪乱の範囲を超えて、溪流環境を大きく変化させて、魚類等の生息環境を悪化させることが懸念される。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。

## 2.2. 基本方針

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、その結果にあ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治山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、土砂移動を抑制する対応が望まれる。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って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、不確実性に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いくものとする（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。

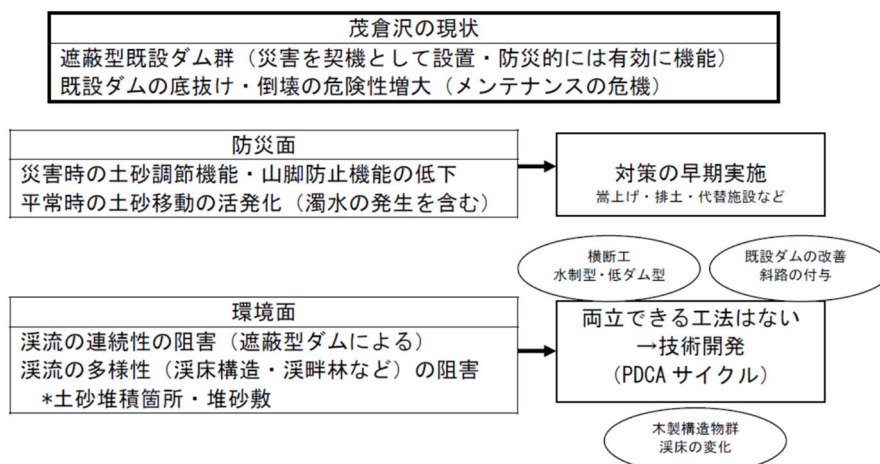


図2. 2-1 基本方針の考え方

## 2.3. 保全対象

### 2.3.1. 防災上の保全対象

茂倉沢は、昭和30年代に、カスリーン台風の影響を受けたと考えられる荒廃地が本流周辺に多数存在したことや侵食を受けやすい地質であることから、赤谷川流域の中でも土砂流出の抑止を重点的に図る溪流といえる。

調査地の防災上の保全対象は、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（平成17年当時）。

表2. 2-1 防災上の保全対象

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

### 2.3.2. 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。溪流魚は、イワナ、ヤマメ、カジカが生息していることが確認されており、溪流生態系の上位種であるカワネズミも確認されている。茂倉沢は、クマタカの行動圏に入っており、繁殖期（求愛期から幼鳥の巣立ちまで）の間は、工事は差し控える必要がある。工事期間（8～10月）が限られることから、計画的な事業実施が重要である。

表2. 2-2 環境上の保全対象

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。 赤谷川流域では天然イワナは少ないといわれている。最近、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。 採捕調査により、茂倉沢上流で生息が確認されている。ヤマメと比較すると個体数は少ない。
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）。産卵期は秋（10月中旬～11月上旬）で、水温が16～13度の時期である。イワナより早い。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。 赤谷川流域ではほとんどが放流したものといわれている。最近、群馬県では、吾妻川支流で採取したものを主として放流している。 採捕調査により、茂倉沢下流で生息が確認されている。稚魚の数は少なく、開取調査結果等から、生息している多くが放流魚であると判断される。
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。 採捕調査により生息が確認されている。
カワネズミ	本州、四国、九州に分布する日本固有種。溪流に面した石垣や石の間に巣をつくり、移動や捕食は溪流を泳いで行き、溪流を生活の場としている。毛の間の気泡が水中で光って見えるためギンネズミの呼称もある。水中昆虫、カエル、小魚を捕食する。 群馬県の準絶滅危惧種である。 魚類調査時に、No5ダム堆砂敷（溪畔林成立）の溪流部で個体が目撃された。また、専門家による踏査でも、No1ダム下流で個体が目撃されたほか、No4ダム下流で、生活の痕跡が見出された。

### 3. 2013（平成 25）年までの溪流環境復元の取組

#### 3.1. 実施体制と主な取り組み

2013（平成 25）年までは関東森林管理局治山課による委員会（表 2. 3-1）と、赤谷プロジェクトの溪流環境復元WGで検討と取り組みを進めてきた。（図 2. 3-1）。2014（平成 26）年以降は、関東森林管理局計画課によって『茂倉沢溪流調査マニュアル』に沿ってモニタリング調査を継続し、溪流環境復元WGにおいて専門家とプロジェクト3者による評価を継続している。

表2. 3-1 関東森林管理局治山事業調査検討委員会

区分	氏名	所属・役職
委員長	太田 猛彦	東京大学 名誉教授
委員	石川 芳治	東京農工大学大学院 農学研究院 教授
委員	高橋 剛一郎	富山県立大学 工学部 環境工学科 教授
委員	中井 達郎*	国土館大学 文学部 地理学教室 講師

※赤谷プロジェクト溪流環境復元WGのメンバーを兼ねる

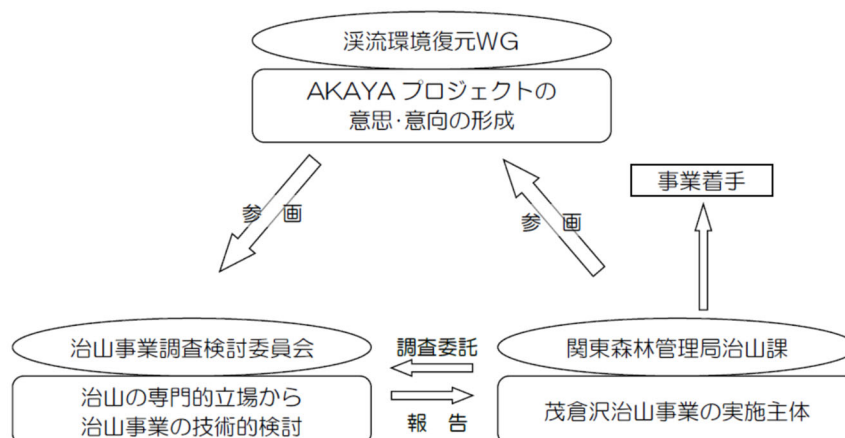


図2. 3-1 茂倉沢治山事業実施の仕組み

#### 3.2. 主な取り組みと成果

2005（平成 17）年以降の主な取り組みについて時系列に整理し（表 2. 3-2）、各事業の実施前後の写真を示した。

事業の実施とその評価にあたっては、下流から、赤谷川合流点～No.1ダムを区間1、No.1ダム～保全工（2009年設置）を区間2、保全工～No.5-2ダム（2010年設置）を区間3、No.5-2ダム～No.6ダムを区間4、No.6ダム～No.8ダムを区間5、No.8ダムより上流を区間6として、モニタリングにあたっての評価単位としている。ちなみに、区間3については、保全工～No.2ダムを区間3-1、No.2ダム～No.5-2ダムを区間3-2、区間6については、No.8ダム～No.8ダム堆砂敷末端を区間6-1、更に上流を区間6-2として区分する場合もある（図 2. 3-2）。

2013（平成 25）年度に治山事業の完了にともない、それまでの調査結果のとりまとめと評価を行った（表 2. 3-4）。また、2014（平成 26）年度以降の調査項目と調査方法について『茂倉沢溪流調査マニュアル』として取りまとめた。溪流環境復元の取組は関連学会でも発表され、メディアでも掲載された。それらについて時系列に整理した（表 2. 3-3）。

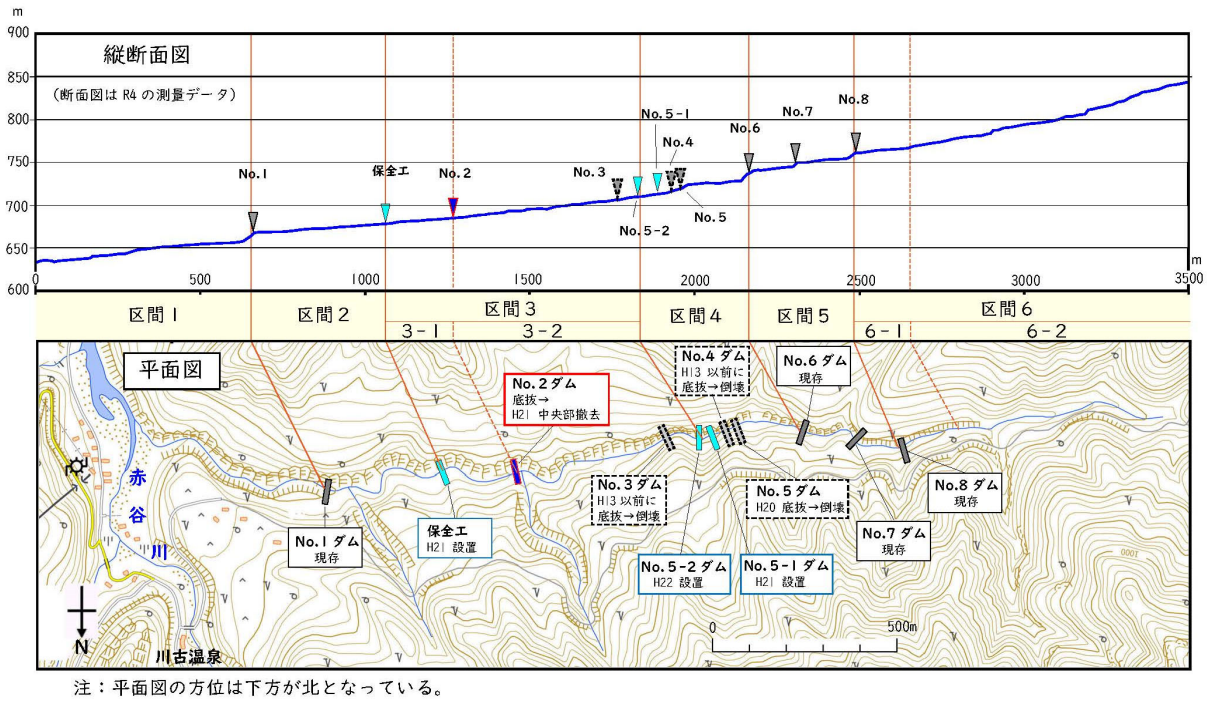


図2. 3-2 茂倉沢の縦断面図と人口構築物の位置

### 3.2.1. NO.1 ダムと副提

NO.1 ダムは老朽化し、漏水が認められていたため、2013（平成 24）年に改修工事を実施した。

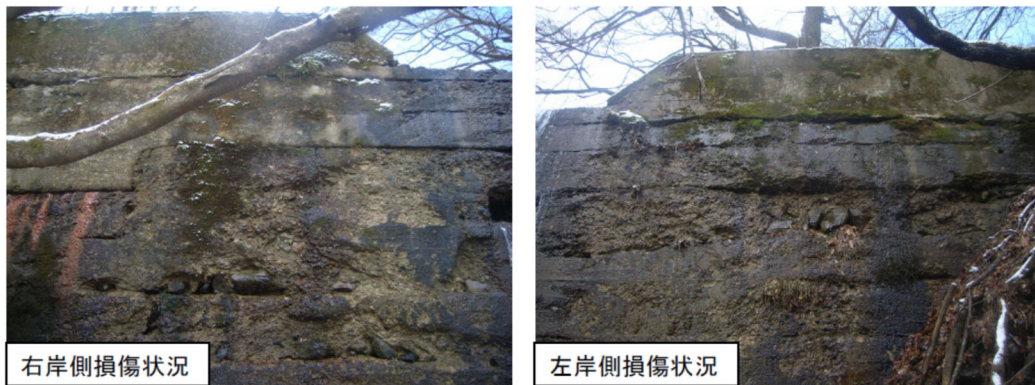


図2. 3-3 No.1ダム本堤の損傷状況（2005年度時点 H25茂倉沢事業概要より転載）



図2. 3-4 No.1ダム副提、40cm程度の基部の洗堀が認められた（2005年度時点 H25茂倉沢事業概要より転載）



図2. 3-5 改修後のNo.1ダム 令和3年10月29日撮影

### 3.2.2. 保全工

2009（H21）年に新設。



図2. 3-6 2009（平成21）年に新設した保全工（H25茂倉沢事業概要より転載）



図2. 3-7 2021年8月10日時点の保全工

### 3.2.3. No. 2ダム

2005（平成17）年当時、副堤は倒壊し、ほとんど形跡が残されていない。本堤は左岸側が底抜けし、上流の堆砂敷が侵食を受けていた。2008（平成20）年に中央部を撤去と併せて改修を行った。



図2. 3-8 中央部撤去前のNo. 2ダム（H25茂倉沢事業概要より転載）



図2. 3-9 中央部撤去後のNo. 2ダム（H25茂倉沢事業概要より転載）

### 3.2.4. No.3ダムと副堤

2012（平成24）年に本堤は撤去した。副堤は2005（平成17）時点で倒壊していた。

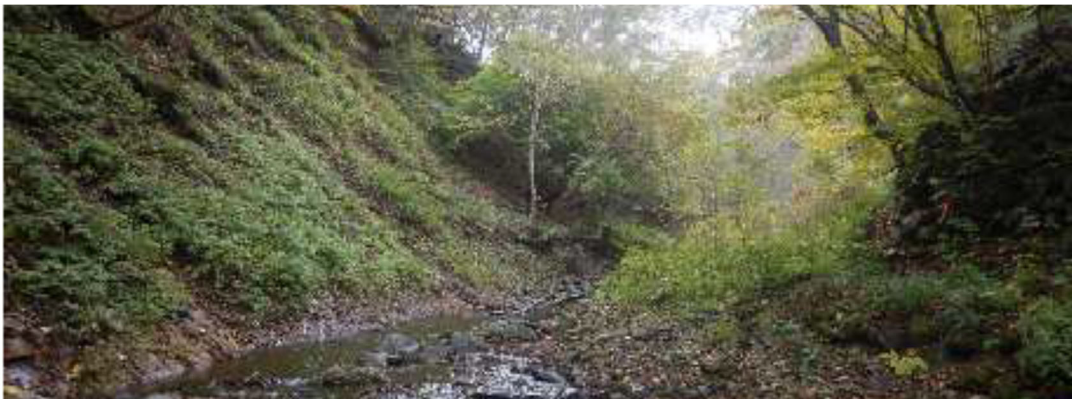


図2. 3-10 （上）撤去前のNo.3ダム（2005年撮影 H25茂倉沢事業概要より転載）、  
（下）撤去されたNo.3ダム（2021年10月29日撮影）



図2. 3-11 No.3ダムの副堤は倒壊し、堤体の一部が残存  
（上 2005年撮影 H25茂倉沢事業概要より転載、下 2021年10月29日撮影）



### 3.2.5. NO.4ダムとNo.5ダム

2005（平成17）年時点で、No.4ダムは倒壊し、堤体の一部が溪床に残存していた。No.5ダムは下流面に亀裂が見られ、老朽化しており、その後2009（平成21）年の出水時に底抜けし、堆砂敷の土砂が大量に流出した。そのため、下流側に、連続性を確保した低ダム群、No.5-1ダム（2009年）とNo.5-2ダム（2010年）を設置した。



図2. 3-12 NO.4ダムの倒壊状況（奥に見えるのはNo.5ダム）  
（2005年撮影 H25茂倉沢事業概要より転載）

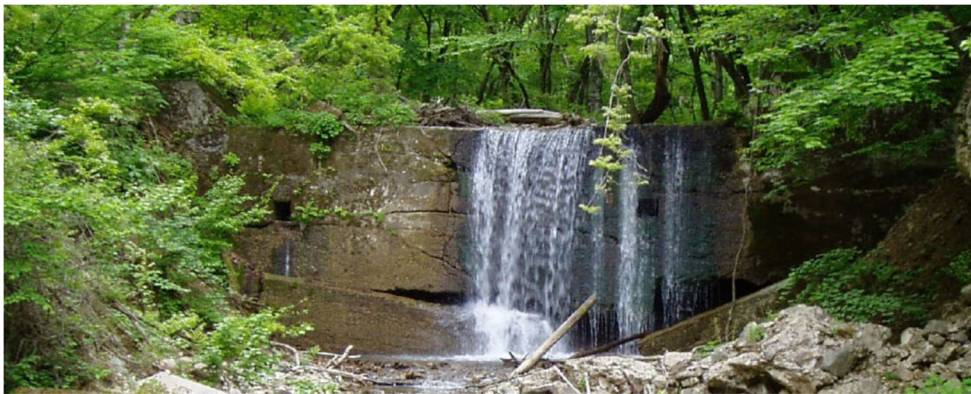


図2. 3-13 No.5ダムの損傷状況（2005年撮影 H25茂倉沢事業概要より転載）



図2. 3-14 2009年に新設したNo.5-1ダム（H25茂倉沢事業概要より転載）

表2. 3-2 茂倉沢における溪流環境復元の主な取り組み

年度	概要	備考
平成 17 年 2005 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新治地区茂倉沢治山事業全体計画作成調査（検討委員会 計2回）</li> <li>* 「基本構想」を策定</li> </ul>	
平成 18 年 2006 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新治地区茂倉沢治山事業施設整備計画調査（検討委員会 計2回）</li> <li>・溪流環境復元WG 計2回</li> </ul>	・溪流WG発足
平成 19 年 2007 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新治地区茂倉沢治山事業施設整備計画調査（検討委員会 計2回）</li> <li>・溪流環境復元WG 計2回</li> <li>*No. 2 ダム中央部撤去と保全工設置を決定</li> <li>・[プレスリリース] 赤谷の森・茂倉沢(群馬県みなかみ町)における治山事業計画について (H19. 10. 10)</li> </ul>	
平成 20 年 2008 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新治地区茂倉沢治山事業施設整備計画調査（検討委員会 計2回）</li> <li>・溪流環境復元WG 計2回</li> <li>*・No. 5 ダム底抜け、対策として下流側に低ダム群設置を決定</li> </ul>	・NO. 6 ダム根固め実施決定
平成 21 年 2009 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新治地区茂倉沢治山事業施設整備計画調査（検討委員会 計2回）</li> <li>・No2 ダム中央部撤去、保全工新設、No5-1 ダム新設</li> <li>・[プレスリリース] 生物多様性の復元を進める治山事業の実施について (H21. 8. 31) 生物多様性の復元を進める治山事業の実施について (H21. 10. 23)</li> <li>・メディア等を対象とした現地説明会を開催 (H21. 11. 10)</li> <li>・溪流環境復元WG 計2回</li> </ul>	・工事に着手
平成 22 年 2010 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新治地区茂倉沢治山事業施設整備計画調査（検討委員会 計2回）</li> <li>・No5-2 ダム新設、No6 ダム根固</li> <li>・溪流環境復元WG 計2回</li> </ul>	
平成 23 年 2011 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新治地区茂倉沢治山事業施設整備計画調査（検討委員会 計2回）</li> <li>・溪流環境復元WG 計4回</li> </ul>	
平成 24 年 2012 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新治地区茂倉沢治山事業施設整備計画調査（検討委員会 計3回）</li> <li>・溪流環境復元WG 計2回</li> <li>・No1 ダム改修（増庄、嵩上）と副堤の根固め、No3 ダム撤去</li> <li>*赤谷の森全域の溪流環境評価を目的として溪流環境調査を開始</li> </ul>	
平成 25 年 2013 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新治地区茂倉沢治山事業施設整備計画調査（検討委員会 計3回）</li> <li>・溪流環境復元WG 計2回</li> <li>*・総合評価と『茂倉沢溪流調査マニュアル』策定</li> </ul>	・治山課事業最終年度
平成 26 年 2014 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茂倉沢溪流環境モニタリング調査</li> <li>・溪流環境復元WG 開催 計2回</li> </ul>	・計画課によるモニタリング調査に移行
平成 27 年 2015 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茂倉沢溪流環境モニタリング調査</li> <li>・溪流環境復元WG 開催 計3回</li> </ul>	
平成 28 年 2016 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茂倉沢溪流環境モニタリング調査</li> <li>・溪流環境復元WG 開催 計2回</li> </ul>	・モニタリング調査を赤谷プロジェクト委託業務に含める

平成 29 年 2017 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茂倉沢溪流環境モニタリング調査</li> <li>・溪流環境復元 WG 開催 計 2 回</li> </ul>	
平成 30 年 2018 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茂倉沢溪流環境モニタリング調査</li> <li>・溪流環境復元 WG 開催 計 2 回+ (WG 打ち合わせ 1 回)</li> </ul>	
平成 31 年 2019 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茂倉沢溪流環境モニタリング調査</li> <li>・溪流環境復元 WG 開催 計 2 回</li> <li><b>*10 月 12 日 日雨量 198mm 観測 (台風 19 号)</b></li> </ul>	・WG 運營業務を赤谷プロジェクト委託業務に含める
令和 2 年 2020 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茂倉沢溪流環境モニタリング調査</li> <li>・溪流環境復元 WG 開催 計 2 回</li> <li><b>*9 月 9 日 日雨量 182mm 観測 (局地的豪雨)</b></li> </ul>	
令和 3 年 2021 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茂倉沢溪流環境モニタリング調査</li> <li>・溪流環境復元 WG 開催 計 2 回</li> </ul>	
令和 4 年 2022 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茂倉沢溪流環境モニタリング調査</li> <li>・溪流環境復元 WG 開催 計 3 回 (内 1 回は合宿形式 1 泊 2 日)</li> <li><b>*本報告書策定</b></li> </ul>	

表2. 3-3 学会発表やメディア掲載等

年度	掲載誌等	タイトル
平成 21 年 2009 年	土木学会誌, Vol. 94, No. 7	協働による溪流環境復元の試みー赤谷プロジェクトにおける新たな治山事業ー 茅野恒秀
	日経コンストラクション 1 月 9 日号	新潮流 ” 撤去 ” に踏み込む自然共生ー治山・砂防施設も防災偏重から生物多様性との両立へ 松浦隆幸
	日経コンストラクション 1 月 22 日号	人間ドキュメント タブーに向き合い治山ダムを撤去ー防災機能と溪流環境の両立を目指す推進役に 松浦隆幸
	現代林業 2009 年 8 月号	森と水ー森林管理の現場から (第 20 回) 国有林の共同管理と治山ダム部分撤去ー利根川源流・赤谷プロジェクトの挑戦 蔵治光一郎
	日本生態学会 第 57 回 (東京)	治山ダムによって土砂送流が抑制された溪流の植生分布 ～AKAYA プロジェクト治山ダム撤去対象地・茂倉沢の事例～ 林雄太、吉川正人、藤田卓
平成 22 年 2010 年	第 16 回プロ・ナトゥーラファンド助成 成果発表会	砂防堰堤撤去による溪流植生復元のためのモニタリングおよび回復評価手法の開発 吉川 正人, 林 雄太
	日本生態学会 第 58 回 (札幌)	群馬県赤谷川上流域における治山堰堤の設置とその破損が溪畔植生に与える影響 林雄太、吉川正人、藤田卓

	愛知工業大学河川・ 環境研究室卒業研究 論文集	砂防堰堤・治山堰堤が底生動物に与える影響 中島健太・中村亮介・後藤信総
平成 23 年 2011 年	川と湖を見る・知る・探る陸水学入門 (日本陸水学会 編)	官民一体となった流域管理―赤谷プロジェクトの挑戦とその波及 藤田卓、朱宮文晴
	愛知工業大学河川・ 環境研究室卒業研究 論文集	砂防堰堤・治山堰堤が底生動物に与える影響 松井拓也・水田哲平
平成 24 年 2012 年	砂防学会誌 Vol. 64 No. 5	溪流環境の復元を目的に加えた治山事業の計画と施工―茂倉沢における試 み― 高橋剛一郎, 井口英道
	愛知工業大学河川・ 環境研究室卒業研 究論文集	赤谷川(群馬県)・矢作川・名古屋東部丘陵の河川における底生動物群集と 河床の安定度との関係 松井寛幸、近藤高弘 砂防堰堤・治山堰堤がある山地溪流における底生動物の調査 兵藤 峻基
平成 25 年 2013 年	応用生態工学会 口頭発表	群馬県赤谷川水系茂倉沢において治山施設再整備が底生動物へ与えた影響 内田臣一, 兵藤峻基, 近藤高弘
平成 26 年 2014 年	第 54 回治山研究発 表会要旨集, p43-44	溪流環境の復元と山地防災の両立を目指した計画と施工～赤谷の森(茂倉 沢)における試み～ 川野敬, 鈴木洋一郎
	砂防学会研究発表会 概要集 R2-20	河床縦断形状と淵の分布からみた治山ダム撤去の影響 高橋 剛一郎、下山圭介、南良輔、中山清宏
平成 27 年 2015 年	砂防学会研究発表会 概要集 R5-01	治山施設の改良が土砂流出及び生態系に与えた影響の評価 鈴木洋一郎、神田一宏、石澤伸彰、熊澤一正、山内三津雄、川野敬、木 内秀叙、小山浩之、木村博史、石井剛
平成 28 年 2016 年	砂防学会研究発表会 概要集-P2-010	連続性保持を考慮した斜路式治山ダムの開発 鈴木洋一郎、太田猛彦、石川芳治、高橋剛一郎、中井達郎、藤澤 将志、 川野 敬, 石井 剛
平成 29 年 2017 年	砂防学会誌 Vol. 70, No. 2	治山ダム撤去による溪流環境の回復 高橋剛一郎, 石川芳治, 中井達郎, 太田猛彦
平成 30 年 2018 年	砂防学会誌 Vol. 71	溪流の連続性保持を考慮した斜路式魚道を有する治山ダムの開発 鈴木 洋一郎, 太田 猛彦, 石川 芳治, 高橋 剛一郎, 中井 達郎, 藤澤 将志, 川野 敬, 石井 剛