

Title	ダム撤去による河川生態系回復の試み : エルワ川ダム撤去に至る経緯
Author(s)	村上, 公久
Citation	聖学院大学論叢, 24(2), 2012. 3 : 17-39
URL	http://serve.seigakuin-univ.ac.jp/reps/modules/xoonips/detail.php?item_id=3671
Rights	



聖学院学術情報発信システム : SERVE

SEigakuin Repository and academic archiVE

〈原著論文〉

ダム撤去による河川生態系回復の試み

——エルワ川 ダム撤去に至る経緯——

村 上 公 久

River Ecosystem Restoration by Removal of Dams

Circumstances and Reasons for Restoring the Elwha River Ecosystem through
the Removal of Two Dams

Kimihisa MURAKAMI

On the 15th of September 2011, officials in Olympic National Park, Washington, in the USA, began the long process of dismantling the Elwha and Glines Canyon dams on the Elwha River. This “Elwha Ecosystem Restoration Project” is the largest dam-removal undertaking in U.S. history. This project could serve as an inspiration and a model for similar enterprises in other parts of the country and in the world. Both dams, constructed to provide electricity for a paper mill (funded by Japanese capital) in the city of Port Angeles, were built without fish ladders, which allow salmon to navigate through dams. The dams’ removal had been proposed as far back as the 1970s, but was resisted by many of the local communities. Finally, a U.S. congressional act passed in 1992 paved the way for the U.S. government to acquire the dams and remove them in order to restore the river’s ecosystem. This paper tries to elucidate the core reason for dismantling the dams through reviewing degradation of the watershed environment and the prospects for the restoration of both natural and human related conservation.

Key words; dam removal, river ecosystem, ecosystem restoration project, the Elwha River, national park, native American

Key words; ダム撤去, 河川生態系, 生態系回復事業, エルワ川, 国立公園, 先住民

「わたしたちは知っている。自然は人間のものではない、人間は自然の一部なのだ。血がひとつの家族をつないでいるように、すべてのものは互いにつながっている。自然の上に起こることは、自然の子らの上にも必ず起こる。人間には生命の布を織り成すことはできない。人間はただその中で生きているだけだ。人間が生命の織布に何かをするということは、それは他ならぬ自分自身にすることなのだ。」⁽¹⁾

族長シアトル 1855年

族長シアトル ピュージェット湾地域の先住民ドゥワミッシュ族・スクワミッシュ族両部族の族長。現シアトル市の名称は、この先住民の族長の名に由来する。

0. はじめに 最大規模の自然回復事業の開始

—史上最大規模のダム撤去による河川生態系回復事業の開始—

シアトル市の西にピュージェット湾を隔てて世界有数の豊かな温帯雨林で覆われたオリンピック国立公園を抱くオリンピック半島がある。1981年に世界遺産に登録されたこの国立公園の域内に20世紀初頭に2基の大型ダムが入ったエルワ川が流れている。

2011年9月15日竣工から既に1世紀を経たこれらのダムの撤去工事が始まった。

本試論の対象である「エルワ川生態系回復計画」Elwha Ecosystem Restoration Projectは、アメリカ合衆国内での歴史上最大規模のダム撤去プロジェクト（ワシントン州オリンピック半島）であり、またアメリカ国立公園内の生態系回復プロジェクトとしては「エバークレイズ生態系回復計画」（フロリダ州エバークレイズ湿地）に次いで二番目に大きな規模の事業計画である。「エルワ川生態系回復計画」は1980年代に本格的なダム撤去運動が始まって後、約三十年にわたって撤去の実施が保留され見送られ、度々のダム撤去実施の機運と撤去実施延期の繰り返しがあつて、これまで公共のまた民間の関係機関・組織からのきわめて多くの議論を呼んだ生態系回復プロジェクトでもある。

1992年に連邦議会で立法化された「エルワ川生態系および漁業回復法」Elwha River Ecosystem and Fisheries Restoration Actに基づいて長きに亘る紆余曲折を経て2011年9月遂にダム撤去計画が実施に移され堰堤の解体が開始された（本試論記述は同年同月）。今後約二年半から三年間の工期をとってダム撤去に始まる河川生態系回復計画が順次生態系の改変を考慮しながら進行する。過去約1世紀にわたって水力発電施設として機能してきたダムの撤去は、そのプロジェクト規模の大きさ故に先例となるプロジェクト・モデルが無く、大型ダム撤去プロジェクトによる河川生態系回復の試みの先行例として国際的に注目されている。

エルワ・ダム Elwha Dam とグラインズ・キャニオン・ダム Glines Canyon Dam の2基のダムはエルワ川の河口に近いポートエンジェルス市内の製紙工場（大昭和製紙，現 Nippon Daishouwa Paperboard Co. Ltd. 日本大昭和板紙株式会社アメリカ）への電力の供給を目的として，同河川に水力発電ダムとして付帯発電施設と共に建設された。

ダムが築造される以前には，おびただしい数の遡河性のサーモンが母川回帰して遡上し河床に産卵していた。当時は推定年間 39 万 2 千匹のサーモンが遡上しており，その中でも重量約 45 kg の大きなチノック・サーモン（マスノスケ Chinook salmon, *O. tshawytscha*）の捕獲が珍しくなかったことがよく知られている。20 世紀の初頭に築造された2基のダムが遡河性サーモンの遡上を妨げたため現在では3千匹のサーモンが確認されるのみとなっている。

本試論は，大型ダム設置がもたらす河川環境へのマイナスの影響を確認すると共に，ダム撤去の是非について具体的な検討を試みる。また，今般ダム撤去決行となった経緯を明らかにし国際的な視野においても画期となるこのプロジェクトの影響についての考察を試みる。始まったばかりのこのダム撤去と河川生態系回復プロジェクトは，今後は時を追うごとにその成り行きが，広範な注目を集めてゆくことになるがこのプロジェクトによる生態系の回復を確認するには，長時間を要する。傾向が把握できるようにまでにおそらく最短で20年程度の時間の経過を必要とするであろう。

1. エルワ Elwha 川とその流域について

エルワという名の由来は不詳である。オリンピック半島に居住する先住民の言語の一つ Quileute 語の地名 *e lith quath* が転訛したものではないかという説や，エルワ川の下流域で暮らすカーラム Klallam (Clallam, Callam) 族の言語で鹿を意味する語 *elkwah* に由来するとの説もある。同河川の自然堤防の上にカーラム族の集落の一つがあつてエルワ Elwha という集落名だったことが，同河川の名の由来だとする説が現在までの諸説の中では蓋然性が高い。

エルワ川と流域

エルワ川 Elwha River は，ワシントン州オリンピック半島のカーラム郡 Clallam County およびジェファーソン郡 Jefferson County の二つの郡に流域が広がっており，オリンピック山脈のほぼ中央に位置するバーンズ山 Mt. Barnes の水源より河口海岸まで標高差 1372 m を流下する。水源はオリンピック山嶺（平均標高 1,114 m）に発して本流の流路延長 72 km，流域面積 842 km²，ユアン・デ・フッカ海峡（北側対岸はカナダ）に流下する。支流・支溪は，本流左岸に流入するキャット・クリーク，ゴールドイー川，インディアン・クリーク，本流左岸に流入するハイエス川，ロスト川，リリアン川，リトル川がある。河川流量は，マクドナルド橋（河口より 13.76 km 地点）で平

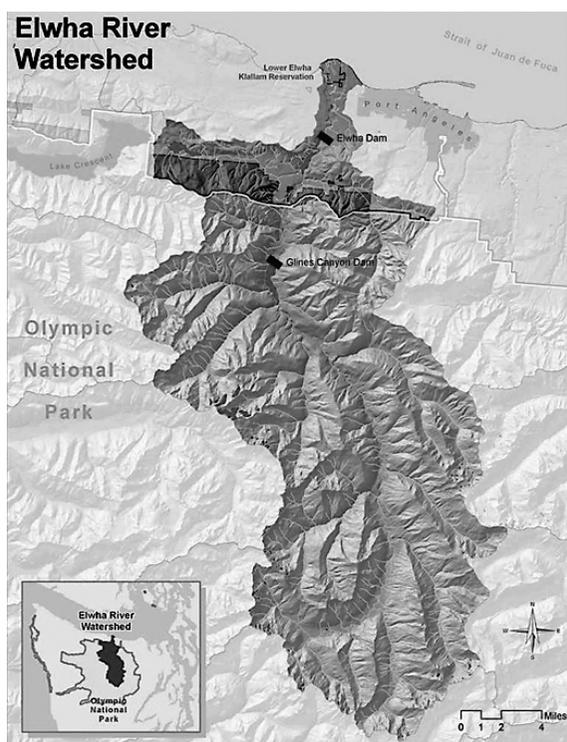


図1 エルワ川流域図 Elwha River Watershed (起伏図)
流域図中、下流からエルワ・ダム（北）およびグライズキャニオン・ダム（南）のダム2基が撤去の対象となっている。河口部（流域の北端）の直ぐ東にポートエンジェルス市

均 $43 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、最大 $1,507 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、最小 $0.3 \text{ m}^3/\text{秒}$ である。

エルワ川流域面積の83%は国立公園域内（国立公園の制定はダム築設の後）にあり、河口部の東にポートエンジェルス市がある。

エルワ川の水文諸量については、以下の3図を参照。3図（図2）流域等降水量図、（図3）流域気温・降水量、（図4）エルワ川流出水量、共に Duda, Freilich, and Schreiner 2008⁽²⁾ による。

エルワ川の流域は、オリンピック半島の各流域に森林開発（伐採）などの開発が入った諸河川に比してほぼ自然の状態、上流のグライズ・キャニオン・ダムより上流の流域は原生自然のままの状態が保たれている。オリンピック国立公園の境界線の外（境界線以南）では限定的ではあるが開発が入っている。エルワ川の流出水の取水は、下流の自治体と産業に利用されている。

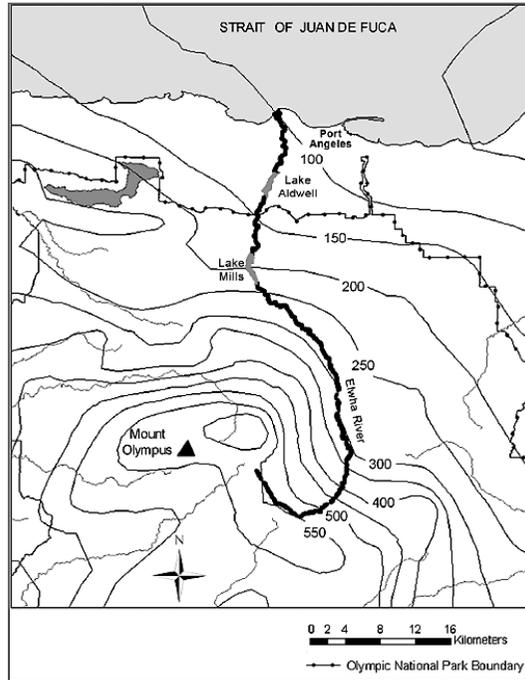


図2 エルワ川流域の等降水量線図（間隔は 50 cm）
 エルワ川の上流域では年平均 5,500 mm の降水量があり、流域の中央部では、2,500 mm へと減少し、河口付近では約 1,000 mm の降水量となる。
 (Phillips and Donaldson 1972)

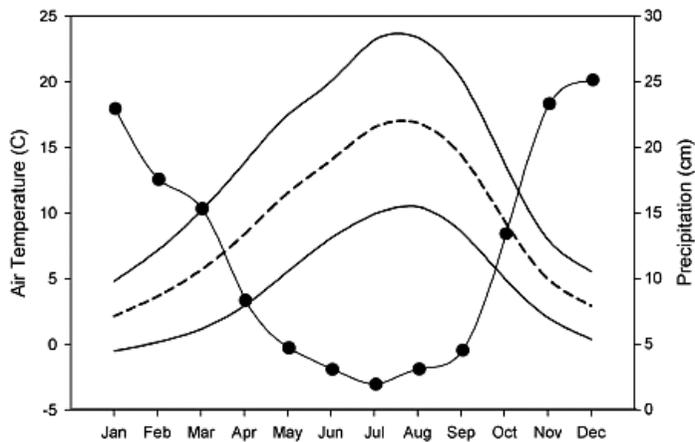


図3 エルワ川流域の月気温（左目盛 破線は平均）と降水量（●右目盛 cm）
 流域内に設置されている国立公園管理官事務所の地点（河口より 18.2 km 標高 110 m）での年平均降水量は 1,430 mm（1948 年～2003 年の観測値による）である（WRCC2007）。
 エルワ川の流域の気候は、夏期は乾燥し比較的高温で冬期は湿潤多雨で冷温である。

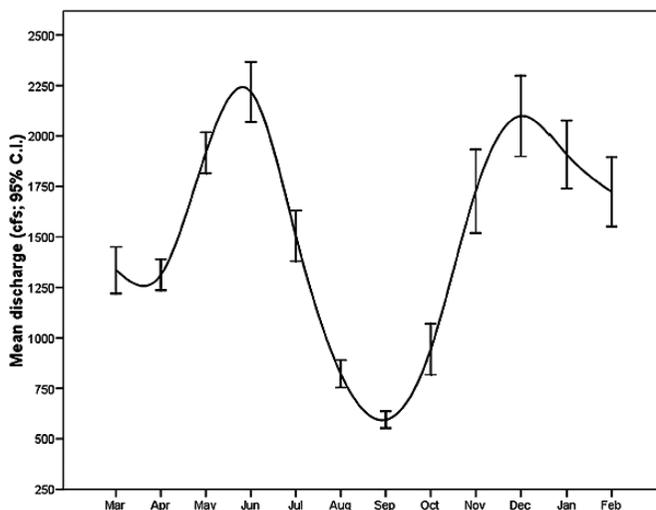


図4 エルワ川の月流量

河川流量については、降水は冬期に上流部では降雪、下流部では降雨の様態であるが、2基のダムより上流のダム放流制御管理の影響を受けない地質調査局の量水試験地の地点（河口より13.8 km）では、冬期の多降雨期と初夏から夏期にかけての融氷雪期との2期のピークが認められる。

遡河性サーモン類 anadromous salmonid

2基のダム撤去の直接の理由は、かつて北米大陸で遡河性*サーモンを育む有数の河川であったエルワ川にダムが設置されたことによってサーモンの遡上が激減したことである。20世紀初頭にダムが築設されて以来今回のダム撤去開始まで約百年間にわたって2基のダムと後背の貯水湖は、遡河性魚類の遡上を妨げ現地先住民の貴重な食料でもあるサーモン類とそれらの遡上に伴う上流域への養分供給によって保たれていた河川および流域の生態系を著しく破壊し続けてきた。

エルワ川に最も豊富な遡河性魚類はカラフトマス pink salmon (*O. gorbuscha*) で、25万匹の成魚が母川回帰していたが1980年代までに皆無となった。遡河性魚類の中でギンザケ coho (*Oncorhynchus kisutch*) はエルワ川の上流から下流に至るまで最も広く生息し源流部また支流・支溪にも多く遡上していたが、その数はダムにより激減した。

エルワ川の遡河性のサーモンは、その同じ流域を生息域とするアメリカグマ *Ursus americanus*, コヨーテ *Canis latrans*, ハイイロオオカミ *Canis lupus*, ハゲワシ *Haliaeetus leucocephalus*, アライグマ *Procyon lotor* その他多くの動物の栄養源である。遡河性サーモンの遺体は、河岸・溪岸の土壌に養分を供給し、また腐肉食動物さらにはバクテリアなどの微生物の栄養源となっている。ダムの築造以前には年間約300トンのリンまた窒素がサーモンの遺体の分解によって、また捕食動物の排泄物によって供給されていた。サーモンの遺体（主として産卵後の）を栄養分として育まれている動物種は約130種が数えられている。

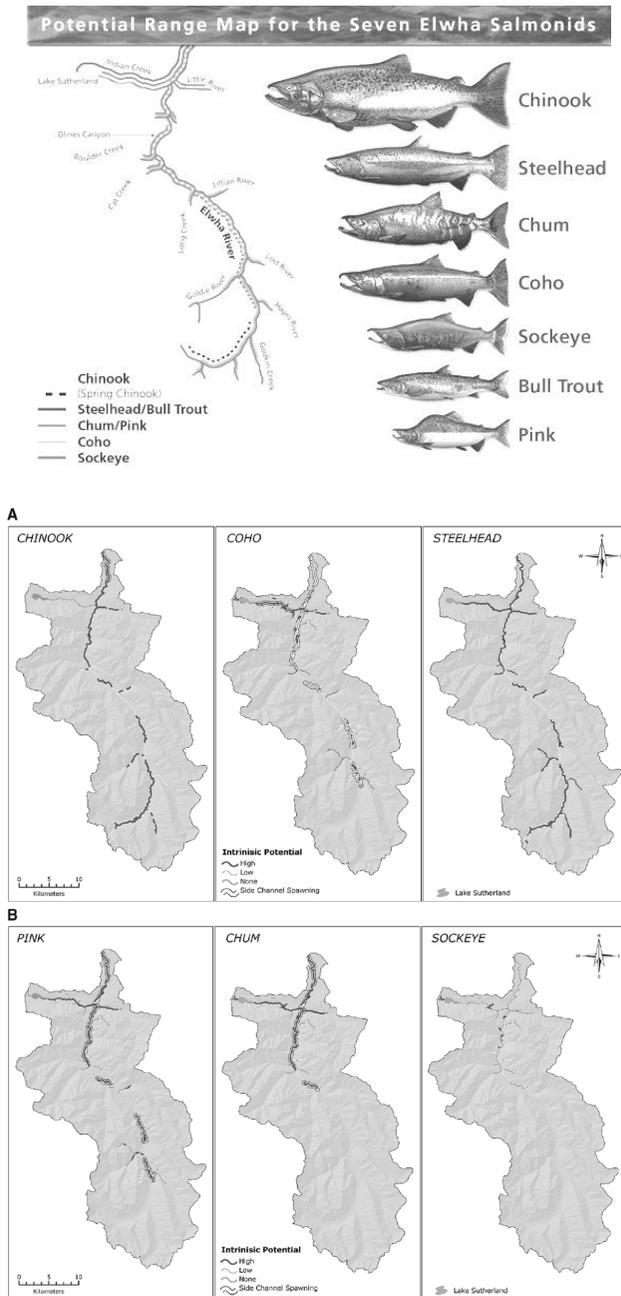


図5 エルワ川流域ダム以前のサーモン類7種の遡上生息域
 (上図) Last dam summer, in Earth and Space Science, <http://www.sciencebuzz.org/blog/last-dam-summer>
 (下図) *Biological Impacts of the Elwha River Dams and Potential Salmonid Responses to Dam Removal*, Northwest Science, Vol. 82, Special Issue, 2008 George R. Pess, Michael L. McHenry, Timothy J. Beechie, and Jeremy Davies

エルワ川に母川回帰する遡河性のサーモンは以下の6種であり、また同川に生息するイワナは以下の1種である。

*遡河性（産卵のために海洋から淡水河川域に遡上する）

タイヘイヨウサケ属 *Oncorhynchus* 6種：

ギンザケ coho (*Oncorhynchus kisutch*), ベニザケ sockeye (*O. nerka*), カラフトマス pink (*O. gorbuscha*), シロザケ chum (*O. keta*), ニジマス steelhead (*O. mykiss*), マスノスケ Chinook salmon (*O. tshawytscha*)

イワナ属 *Salvelinus* 属 1種：

イワナ bull trout (*Salvelinus confluentus*)

上記の7種の科 Family は、全て Salmonidae である。Family Salmonidae の中で属 Genus が *Oncorhynchus* と *Salvelinus* で異なる。

（イワナ bull trout は、属 Genus が *Salvelinus* で上記の6種が属する Genus *Oncorhynchus* とは異なる。また、和名のサケ・マスの呼称は、サケ属サーモンに一致しない。英語の salmon はサケ、trout がマスというのは俗説であって正しくない。）

これらの遡河性サーモンは、先住民であり現在もエルワ川下流域に居住するカーラム族（カーラム・インディアン）にとって重要な食料で栄養源でもある。

先住民カーラムインディアン

先住民カーラム族 Klallam (Clallam, Callam) の部族名カーラムとはその言語で「強い人」を意味する。言語はサリッシュ Salish 語の系統に属し、ピュージェット湾地域に居住している。部族の一部は、国境を超えてカナダ領のバンクーバー島南端にも居住している。カーラム族の居住集落は14か所ありそれらの中で2か所は既に消滅している。集落名の中では、本試論が対象とする河川の名でもあるエルワ Elwa およびスクイム Sequin（スクイム市 エルワ川河口の直ぐ東にあるポートエンジェルス市の東方15km）が現在の地名となって残っている。

1855年に先住民カーラム族は、太古の昔からの土地の所有を白人の森林開発に譲り、その引き換えに主としてサーモン類の漁獲である漁業権を確保することとなった。以来エルワ川下流部に居住するカーラム族の暮らし特に食糧については、エルワ川のサーモン類に依存してきた。2基のダムが建設されて以後は遡河性サーモンの漁獲が激減し、過去約1世紀に亘って困難な暮らしを強いられてきた。

1855年から1856年にかけてワシントン州知事アイザック・スティーブンス Governor Isaac Stevens は太平洋岸北西部 Pacific Northwest 地域に居住する複数の先住民と4つの条約を締結した。その一つが「ポイント・ノー・ポイント条約」Treaty of Point No Point⁽³⁾と呼ばれているものである。先住民カーラム族（エルワ川下流カーラム族 Lower Elwha Klallam Tribe）はこの条約の加盟者で、2日間の交渉を経て1855年1月25日に同知事とカーラム族を含む3部族の代表との間で調印された。条約の名称は調印式が行われた場所の地名がポイント・ノー・ポイント Point No Point であったことによる。この地名は1841年にチャールズ・ウィルカス Charles Wilkes が命名したことによるが、白人が設定した土地の標識が無くなってしまい、後日にまた現れたというエピソードに由来する。（おそらくは、先住民が一旦隠したのであろう。）

条約の骨子は、同地域の先住民が古来所有してきた土地を譲ることと引き換えに、漁労、狩猟、自然資源の採集の権利を保持するという一方で、さらに先住民側は向こう5年間6万ドルを受け取ること、向こう20年間農業と産業の教育を無償で受けること、向こう20年間医者、鍛冶屋、大工を無料で利用することが出来る旨この条約によって約束された。

約1世紀半以前に同条約によって確定し、以来先住民が享受し続けてきた遡河性サーモンを主とする水産資源が、条約発効の半世紀後の2基のダムの建設によって過去1世紀に亘って激減し続けてきたことが、本試論の対象である「エルワ川生態系回復計画」Elwha Ecosystem Restoration Project が開始され、両ダムが撤去されることとなった原因である。

2. エルワ Elwha 川に築設されている2基のダムとその環境への影響

オリンピック国立公園の制定は2基のダムが建設され水力発電施設が稼働して後の1938年で、その後1940年に公園域が拡張されて2基の中で上流のグライNZ・キャニオン・ダムと後背のミルズ湖 Lake Mills が国立公園域内に含まれることになった。

アメリカの国立公園制定の主要な目的の一つとして「原生の水生生物の生息地を回復させ、その土地の固有種と原生の水生生物の豊さと分布を回復させること、魚類とそれに共生している陸上生物の生息域と種の多様性を回復させること」と定められている。また特にオリンピック国立公園に固有の目的・存在理由としては「近代の文明が始まる以前の状態の自然の生物・無生物資源とそれらの間の生態的連関を、保全し維持し回復させること」と示されている。巨大な人工構造物である2基のダムは、明らかにこれらの理念と目的に反して公園内に存在し続けてきた。

撤去の対象となっている二つのダムは水力発電を目的としたダムで、それぞれエルワ・ダム Elwha Dam とグライNZ・キャニオン・ダム Glines Canyon Dam の2基である。エルワ・ダムは堰堤高33mのダムで、河口から7.9km地点にアルドウェル Thomas Aldwell がポートエンジェルズ

市にある製紙工場（大昭和製紙）への売電を目的として、カナダ人の資本家 George Glines の支援を得て 1910 年から 1912 年にかけて建設し、竣工後にダム体の一部に破堤を起こしたため遅れて 1914 年に発電を開始した。発電量は合計で 14.8 MW～19 MW で Nippon Daishouwa Paperboard Co. Ltd.（日本大昭和板紙株式会社アメリカ）に必要な電力量の 38% を供給してきたに過ぎない。

このダムは、建設の当初から問題を孕んでいた。アルドウェルは、ダム本体の建設に関してはダム堤体基部を岩着させることなく基岩層の上にある石礫層の上に同ダムを構築した。このため言わば堰堤体が石礫層に載っている状態で渓谷を塞いでいて、竣工後にダム後背の貯水湖アルドウェル湖 Lake Aldwell が満水に達した 1912 年 10 月 31 日に貯水の静水圧を受けてダムの基底部分が破損し、水土が土石流となって流れ下り下流の架橋を流失させた⁽⁴⁾。アルドウェルはダムを補修のため再建設し、1913 年に補修が一応完了した。また、既に当時からワシントン州の河川構造物設置基準に遡河性魚類の遡上のための魚道の併設が定められていたが、アルドウェルはこれを無視しダムに附帯すべき魚道を併設せずダムと発電設備のみを構築した。エルワ川は本流流路延長 62 km また支流・支溪の総流路延長 48 km、総計約 110 km におよぶ魚類を主とする生物の生息流域であるが、2 基のダムが遡上の障害となってエルワ・ダムから河口までのわずか 7.9 km の河川長のみ、ダム築造以前の全流路長の 7% のみが遡河性魚類の生息域となっている。グラインズ・キャニオン・ダムは 1927 年に建設され堰堤高 64 m のアーチ・ダムである。グラインズ・キャニオン・ダム Glines Canyon Dam はエルワダム地点よりさらに上流に 11 km の地点に 1925 年から 1927 年にかけて渓谷を締め切って後背の貯水湖ミルズ湖 Lake Mills の貯水から水力発電するため築造され、遡河性サーモンの遡上はさらに妨げられることとなった。

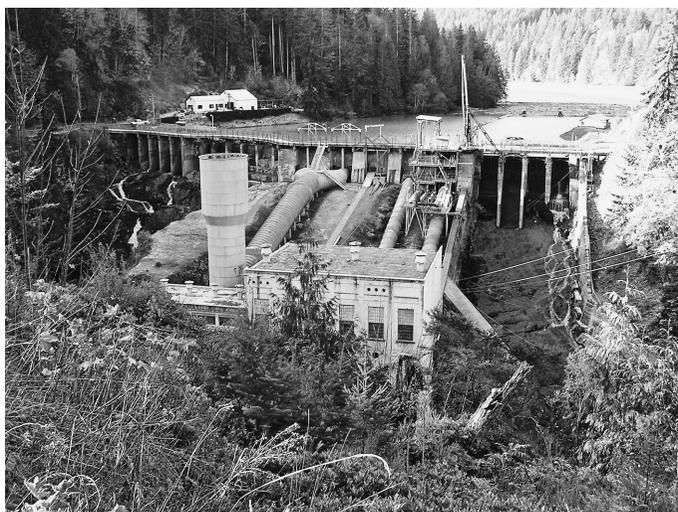


図6 撤去が決定したエルワダム Elwha Dam と後背にアルドウェル湖 Lake Aldwell 手前に水力発電施設

エルワダム Elwha Dam は Thomas Aldwell によって 1910 年から 1912 年にかけて築造され、竣工以後ダム地点から河口までの 7.9 km の流路長にわたって遡河性サーモンの遡上に悪影響を与え母川回帰と産卵を妨げてきた。

1890 年に制定されたワシントン州の州法では「ダムには遡河性魚類の遡上を助ける構造物施設を附帯すること」と規定されている。アルドウェルはこの公的な要請を無視した。同州の初代の魚類保全官であったレスリー・ダーウィン Leslie Darwin はアルドウェルに対して孵化場を設置することをもって魚道を附設することの代替として魚道設置の要請を差し控えても良い旨の提案をしたが、当初アルドウェルはこれに難色を示した。1915 年によく孵化場が出来て孵化が試み始められたが、担当者が孵化させる能力が無かったために大失敗となり 1922 年にこの孵化場は廃棄されるに至った。両ダム共に附帯施設としての魚道などの遡河性魚類の遡上を助ける構造物施設を設けてこなかったことからダムが遡河性サーモン激滅の決定的な原因となり、以来過去約 1 世紀間エルワ川は荒廃した川となった。

上流のグライNZ・キャニオン・ダムが河川の送流土砂を留めてきたため河口のユアン・デ・フッカ海峡 Strait of Juan de Fuca に供給されてきた土砂は 80 年間以上に亘ってミルズ湖の湖底に堆積貯留され続けてきた。このため海岸の波による浸食が進み先住民カーラム族 Klallam (Clallam, Callam) の居留地が狭小になりかつては豊富にあった貝類特にアサリが採れなくなってきている。

3. ダム撤去事業・統合プロジェクトによる自然回復の展望

アメリカ合衆国では、既に 467 基のダムが撤去されているが、約 9 割は堤高 15 m 未満の小規模なダムである。撤去されたダムの中で竣工年度が判明している 66 基は、約 8 割が 1940 年以前に築設された半世紀を超えたダムである。本試論の「エルワ川生態系回復計画」Elwha Ecosystem Restoration Project は、アメリカ国内での歴史上最大規模のダム撤去プロジェクトであり、またアメリカ国立公園内での大型構造物撤去の大きな規模の事業計画である。

1968 年にダム会社がエルワ・ダムの操業許可とグライNZ・キャニオン・ダムの操業許可の更新を申請したことがきっかけとなって、それまで散発的に始まっていたダム撤去運動が本格化した。1986 年から 1988 年にかけて先住民の自然保護運動家グループがダムの撤去を請願する活動を活性化させ、この頃から各種の自然保護団体が共に活動している。1980 年代から 12 の団体・組織がこの活動に参加しているが、主要な団体・組織はオリンピック国立公園協会、オーバーン協会シアトル支部、シエラ・クラブ、地球の友、アメリカの河川などである。

1992 年 3 月 3 日 第 102 回連邦議会において法案「エルワ川生態系および漁業回復法」Elwha

River Ecosystem and Fisheries Restoration Act⁽⁵⁾ が (ジョージ・ブッシュ大統領 President George H. W. Bush 署名) 成立し2つのダム撤去が決定した。

同法案が立法化した後、内務省によってダム撤去についての複数のシナリオが検討された。その概要は、2基のダムの両方の残存、両方の撤去、それぞれの一方のダムの撤去と他方のダムの残存の組み合わせ二様、の4つのケースの比較検討である。この結果、両方のダムを撤去すべきであるとの結論に至り公表された^{(6),(7)}。

1992年の同法には、ダムが撤去されたことによって起こる水土の変化の制御を主とする諸対策を詳細に定めている。河川の高水時の堆積物の増加を予測した水処理の施設の新設や、水位上昇の際に予測される私有地の冠水を防ぐための堤防の整備と改修などが決められている。2000年2月に連邦政府は2基のダムと関連施設を2950万ドルで買い取り、以後ダム撤去までの期間は政府の干拓局が国立公園局の監視の下で操業を担当した。2基のダム撤去が短期間に実施された場合には、各ダムの貯水湖の滞留水と堆積土砂が短時間に流下することとなり、これまで長期に亘ってダム貯水湖に滞留していた大量の水土と流木が下流域に一気に流れ下ることになる。このため、ダム堤体の切削解体から始まるダム撤去工事および附帯する生態系回復のための諸工事は、2年から2年半の期間をかけて環境変化を監視しつつ施工されてゆく。エルワ川の流水温度はほぼ0℃であったものがダム後背の貯水湖で滞留するため16℃にまで大幅に水温が上昇し、寄生虫の発生と増加を促し魚類や他の水生生物の生息環境を劣化させ、サーモン類の産卵のほぼ三分の二が孵化しない状態が続いていたが、ダムの撤去により冷水流が流れ生息・生育環境が回復する。プロジェクトが完了した際には、下流へ流送される砂礫により河床のサーモン類の産卵の場が回復される。サーモンの母川回帰・遡上と産卵、昆虫とクマなどの動物・鳥類また海洋の貝類・魚類・シヤチなどの個体数の回復が期されている。ダムの撤去により遡上するサーモンのクマや鳥類などによる摂取サーモンの遺体は、流域上流へ養分を戻す。ダム以前のように水土の自然な流下により河口部に到達した土砂は、天然の防波堤となって機能するようになる。そして先住民による漁労と狩猟が回復することになる。

CVM Contingent Valuation Method (仮想評価法) によるダム撤去の評価

本試論は、既設の河川構造物の撤去の是非についての自然保護・環境保全の観点からの検討であるが、一般に自然保護・環境保全を勧め自然のメカニズムへの配慮が適切になされるようにするためには、一般の理解を得ることが不可欠である。

特に納税者の理解と賛同さらには参画を得るためには、何らかの物差しを用いて、自然のメカニズムの持つ機能の価値を適切に評価し、分かりやすい形で示すことも重要である。環境の持つ多様な機能は、直接に人間の消費財として役立っているのみではなく、人間に様々な便益(特に公益的な便益)をもたらしているにもかかわらず、現在はその代価を支払われることなく収奪的に利用されることが多い。このためどうしても過剰利用が繰り返

返され、遂には自然・環境破壊にまで至る傾向がある。環境を開発・利用することにより利益が生じる反面、生命圏を保っている環境の機能が失われる場合もあり、将来の世代を含む多くの人々が自然・環境が存在していたことにより得ていた無形の恩恵を失うことになる。将来に亘って自然・環境が適切に保全されるためには、まずこうした環境の持つ機能を適切に評価し、次にその評価を現実の我々の経済活動に組み込むことが必要である。

エルワ川に設置されている2つのダムに関する評価がCVM: Contingent Valuation Method（仮想評価法）を用いて行われた⁽⁸⁾。

上述のようにエルワ川の大部分は国立公園内を流れているが、今世紀の前半に建設された2つのダムによって、かつてこの川を遡上していたサケやマスが激減し、その絶滅が懸念されてきた。現在米国政府は、既存のダムの見直しを積極的に実施している。こうした見直しの際には、関係者の間で幅広い議論が行われるが、エルワ川の2つのダムのケースでは、様々な対策案を比較検討した結果、撤去することが1994年に決定された。

このエルワ川の2つのダムについて、これらを撤去することにより回復される生態系の価値を評価するため、全米の市民2500世帯を対象に以下のようなアンケートにより調査が行われた。アンケートは「エルワ川の2つのダムを撤去して河川や魚の生息数を元に回復させるためには、今後10年間、あなたの世帯の税金がXドル上昇します（金額は選択肢としてランダムに数値を記入しておく）。あなたはこのダム撤去に賛成しますか、反対しますか？」という質問文になっている。

このCVM調査によって、支払い意志金額（自然保護・環境保全のために自分が支払っても構わない金額、あるいは納税の際に受け入れることが出来る増税額）は、年間68ドルであることが判り、この金額に全米の世帯数を掛ければ、総支払い意志金額は年間30～60億ドルとなり、実際にダム撤



図7 2011年9月15日 エルワ川ダム撤去プロジェクト開始（18日撮影）

去に擁する費用総額3億5千万ドルを大きく上回っている。なお、現地のカーラム郡の住民調査では、支払い意志金額は年間59ドル、同郡以外のワシントン州民に対する調査では年間73ドル、全米では年間68ドル、という調査結果となった。

また、ダム撤去によって観光・交通・商業・漁業などによりワシントン州の州民にもたらされる年間の益は撤去後の10年間に毎年総計1億3千8百万ドルと推定され、全米では、30億ドル～60億ドルとなることが予想されている。これによりアメリカ国民は、エルワ川の2つのダム撤去を支持していると判断して良いことが判明した。

仮想評価法（かそうひょうかほう, CVM; Contingent Valuation Method)

納税者を対象に自然保護・環境保全のために自分が支払っても構わない金額、あるいは納税の際に受け入れることが出来る増税額（「支払意思金額」と称）を尋ねることによって、自然・環境の価値を金額として評価しようとする手法である。仮想評価法では、まず環境が保全対策によって改善される、あるいは逆に開発によって悪化する、などのシナリオを回答者に提示する。その上で、環境改善を行うためならば支払っても構わない金額、あるいは環境悪化を防止するならば支払っても構わない金額をアンケート the dichotomous choice voter referendum format によって尋ねることで、環境の価値を金額として評価する。仮想評価法により、本試論で扱うダム撤去の評価の他に、さらに広範囲の問題である生態系の保全、自然・再生可能エネルギーへの転換、リサイクル、温暖化防止の価値など、地球環境問題に関する幅広い領域についても評価することが試みられている。

本試論で扱ったダム撤去問題の対象となった2つのダム以外の米国内のダム撤去の事例について、撤去前後の景観の回復についてその事例を写真資料とコンピューター・シミュレーションを用いたダム撤去前後景観比較の資料を観てみると、以下のようなになる。

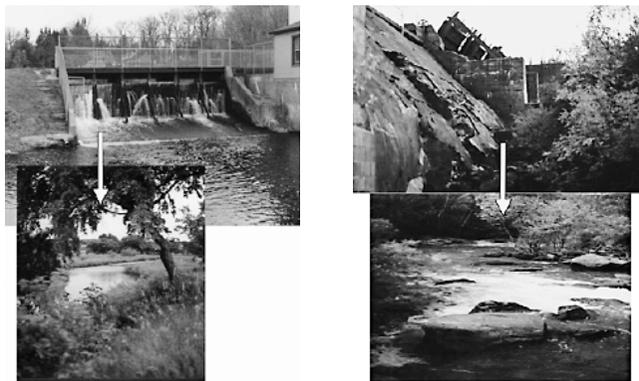


図8 コンピューター・シミュレーションによるダム撤去後の自然回復予測

左右2点の写真：Figure 3.2 Perception of a supporter of dam removal. Source: River Alliance of Wisconsin.



図9 図・写真 コンピューター・シミュレーションを用いた
ダム撤去前後景観比較

River Alliance of Wisconsin による

(上図 写真) ウィスコンシン州シーボーガン川フランクリン・ダム
(Top) Photo of Franklin Dam, Sheboygan River, Wisconsin.

(中図) WDNR 生物学者のコンピューター・シミュレーションによる
ダム撤去後の景観予測

Computer simulation by a WDNR biologist of the site after dam
removal.

(下図 写真) Photo of the actual site after 12 months. ダム撤去後
12 カ月経過時の同現景

縦3連の図・写真の出典: Figure 3.4 Computer simulations help the
community visualize a former impoundment after removal. William
L. Graf, editor, *DAM REMOVAL RESEARCH Status and Prospects*,
*Proceedings of The Heinz Center for Dam Removal Research Work-
shop October 23, 24, 2002*, THE H. JOHN HEINZ III CENTER FOR
SCIENCE, ECONOMICS AND THE ENVIRONMENT

わが国におけるダム撤去の検討と先事例について

わが国においては、大型ダムの撤去の事例は未だ無い。日本列島の地形特性が中央の脊梁山脈から急傾斜斜面を経て僅かな平坦地が海岸線に面しているために、河川は急こう配で流れ下る（図10）。台風の襲来による短時間の大量の降雨、梅雨期末期の集中豪雨、また近年になって激増している過去に例を見ない豪雨降水量を考慮すれば、農業・産業・生活用水の安定的確保、再生産可能エネルギーとしての水力発電と合わせて、洪水の制御が主要な機能である大型ダムの撤去は、代替の機能が得られることを前提とする慎重な議論が必要である。

また、本試論のダム撤去の事例は河川生態系の回復を図るプロジェクトであるが、中心的課題は、古来の先住民による漁労が大型ダムの建設によって遡河性魚類の遡上が妨げられ続け貴重な食料が激減したという問題であって、本試論のダム撤去の事例が直ちにそのままわが国に適用されることにはならない。

一方、わが国においてもダムによる流送土砂の扞止が河川と流域さらには河口部海域の自然生態系の保全を阻害していることも配慮されて、解決への方途の検討がなされなければならない。

2009年10月27日群馬県みなかみ町を流れる赤谷川支流の茂倉沢で、治山用の「2号ダム」の撤去工事が始まった（写真）⁹⁾。自然の営みを回復する目的で治山ダムを撤去するのは、全国的にも珍しいとされる。林野庁関東森林管理局と日本自然保護協会、地元住民らでつくる地域協議会が協力し2004年から推進している「赤谷プロジェクト」の一環で、今後は、ダム周辺での生物の種類や流送土砂量などの変化を調査し今回の撤去の効果を判断し、計画の参考にする予定である。撤去されているのは、茂倉沢に建設されたダム17基のうち、下流側から2か所目にある1962年に完成した「2号ダム」（堤幅約28メートル、堤高約9メートル）である。7年前に堤体の一部が破損して治山堰堤の本来の機能である土砂貯留扞止機能が損なわれたため、試験的にダムの中央部を切削して

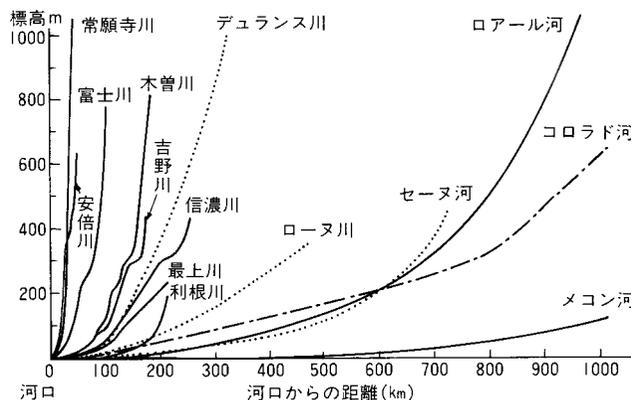


図10 河川の縦断曲線 Vertical Profile



図 11 治山用のダム*の撤去工事（2009年10月27日読売新聞）
（*群馬県みなかみ町赤谷川支流の茂倉沢 治山第2堰堤）

水流を回復させ、魚類などの生物が遡上往来できるようにする。撤去部分はV字型で、切削による開口部分の幅は、堤頂で8.6メートル、堤体基部で3.2メートルである。

この撤去の対象となったダムは小規模な河川構造物であるが、わが国でのダム撤去の先行例として貴重な事例である。

4. 終わりに

1984年9月末、国家公務員海外研修制度により国費留学のため渡航した筆者はワシントン大学森林資源学部（現在は、再生可能資源学部と改称）と同大学の第四紀研究所および農務省山林局研究所で学び研究するためにシアトル市に入った。シアトル万国博（1962年）の際に敷設されたモノレールに乗って街を眺め終点の駅で降り、アメリカで最初の食事を付近の小さな広場に面した店で取りながらその広場に小さな銅像が立っているのに気付いた。その時は、それが同市の名となった先住民の族長シアトルの像であることを知らなかった。シアトルでの研究生生活が一年半ほど経った頃、その銅像の由来を知ったがこのアメリカ先住民（アメリカン・インディアン）の族長についての詳細は知らなかった。留学生生活を始めた当初に世界有数の温帯雨林であるオリンピック半島の国有林の中に筆者が現在も研究を継続し森林水文 forest hydrology のデータを取り続けている複数の試験地を設定した。それ以来過去27年間断続的に、長い場合は2、3カ月、短い現地調査では数日間、この森林に居た期間をつなぎ合わせれば既に筆者は二年弱この「森で暮し」ていたことになる。

1985年夏にオリンピック半島の北西端にある先住民マカ族 Makah の居留地を訪問する機会があった。文化人類学者に同行して「森から出た」数日だったが、その際に部族の長老から古来棲み

続けてきたオリンピック半島の自然が近年になって人間の破壊によって傷んでいる旨を聞かされた。長老によれば海洋先住民（海に生きるアメリカン・インディアン）である自分たちマカ族の暮らしも捕鯨を中心に自然の恵みによって生活している故に、困窮し始めているが、東隣で暮しているエルワ川下流のカーラム族はさらに気の毒で川に巨大なダムが入ったためにサーモン類が取れなくなり困窮が極まっていると聞かされた。1986年秋に「森に入り込んだ」留学から帰国し、それから五年後に教員に転職した。雑事に時間が奪われて、国立森林総合研究所の研究者であった頃のように「森に戻る」ことが出来ない数年が続いた。2000年夏期休暇期にゼミの学生を引率して久しぶりにオリンピック半島に赴いた折りに、エルワ川河口の町ポートエンジェルス市の背後の山の峠にあるオリンピック国立公園の訪問者ガイドセンターを数年ぶりに訪れた。そのセンターのホールの壁にそれ以前には無かった冒頭に引用した族長シアトルの言葉が、自然保護・環境保全の戒めとして掲げられているのを見た。今から約1世紀半前に、今では多くの訳知りたちが語る web of life 「生命の織布」を論ず族長の言葉に深い感銘を受けた。マカ族の長老が隣人に同情して語った「巨大なダムが入ったために」について調査研究することはその時以来の課題であった。

筆者は砂防工学の観点から、ダムによる流送土砂の抑止については過去ほぼ30年間関心を抱き続けてきたが、初めて大型ダムの生態系へ及ぼす悪影響について指摘したのは、ようやく1990年に国立森林総合研究所「熱帯林問題と研究対応—森林総合研究所におけるシンポジウム」においてであった⁽¹⁰⁾。本試論によってこのときからの懸案であった大型ダムの撤去問題について考え始めることが出来たので感謝している。

ダム撤去事業に関わる諸事の年表

1790年	最初のヨーロッパ人探検家現地へ
1855	先住民 土地の所有を森林開発に譲り、引き換えに漁業権を確保
1889	最初のオリンピック半島探訪企画ツアー
1910 9月	エルワダム建設開始
1911 9月	エルワダム地点より上流部にサーモンがいなくなる
1912 10月31日	エルワダムの基底部破損 流下水土により下流の架橋が流失
1913 8月17日	ダムに併設する魚道の代替として孵化場を設置
1914	エルワダム発電開始
1924 6月	エルワ川下流域先住民 アメリカ市民になる
1927 5月	グラインズキャニオンダム竣工
1968	エルワ川下流域先住民の居留地設置
1986～88	先住民の自然保護運動家グループがダムの撤去を請願
1992 10月24日	George H. W. Bush 大統領「エルワ川生態系および漁業回復法」に署名

- 1993 ダム撤去を妥当と判断する政府報告書
- 2000 2月 連邦政府2つのダムを買い取り
- 2004 8月6日 ダム撤去最終承認 ポートエンジェル市, 国立公園局, 先住民部族が署名
- 2011 8月26日 土木工事会社 Barnard Construction of Bozeman ダム撤去工事の契約
- 2011 9月15日 ダム撤去工事開始

参考文献・資料

引用

- (1) 族長シアトルの言葉 1855年

“This we know: the earth does not belong to man: man belongs to the earth; All things are connected like the blood which unites one family. Whatever befalls the earth, befalls the sons of the earth. Man did not weave the web of life: he is merely a strand in it. Whatever he does to the web, he does to himself.”

Seattle (Seathl), patriarch of the Duwamish and Squamish Indians of Puget Sound

- (2) Jeffrey J. Duda1, U.S. Geological Survey, Western Fisheries Research Center, Jerry E. Freilich, National Park Service, Olympic National Park, and Edward G. Schreiner, U.S. Geological Survey, Forest and Rangeland Ecosystem Science Center, Olympic Field Station, *Baseline Studies in the Elwha River Ecosystem Prior to Dam Removal: Introduction to the Special Issue*, Northwest Science, Vol. 82, Special Issue, 2008
- (3) Point No Point Treaty and Other Treaties, Lower Elwha Klallam Tribe, Elwha Watershed Information Resource, University of Idaho
- (4) National Parks Conservation Association (2004). *National Parks*. National Parks Conservation Association. pp. 31-34.
- (5) *Elwha River Ecosystem and Fisheries Restoration Act* (Public Law 102-495), January 3, 1992
- (6) *Final Environmental Impact Statement (EIS) on Elwha River Ecosystem Restoration*, June 1995
- (7) *Final Environmental Impact Statement (EIS) on Elwha River Ecosystem Restoration Implementation*, November 1996
- (8) John B. Loomis, *Measuring the Economic Benefits of Removing Dams and Restoring the Elwha River: Results of a Contingent Valuation Survey*, WATER RESOURCES RESEARCH, Vol. 32, No. 2, PP. 441-447, 1996 John B. Loomis, Department of Agricultural and Resource Economics, Colorado State University, Fort Collins
- (9) 読売新聞 記事「ダム撤去, 自然回復へ…群馬・みなかみで工事開始」2009年10月27日
- (10) 村上公久 「VI. 森林開発による土地利用の変化と土壌浸食」『熱帯林と研究対応 第2回公開シンポジウム報告書 一熱帯林消失とその影響一』平成元年1990年12月農林水産省森林総合研究所 PP. 42~51

参考

- American Rivers (Organization). 2002. *The ecology of dam removal: a summary of benefits and impacts*. Washington, DC: American Rivers.
- Hart, D. D., et al. 2002. Dam Removal: *Challenges and Opportunities for Ecological Research and River Restoration*. Bioscience 52, no. 8: 669-682.
- Proceedings of the Seventh Federal interagency sedimentation conference*. United States (USA): 2001. 関係各省統合会議議事録
- U.S. Department of Interior, Bureau of Reclamation. 1996. *Sediment Analysis And Modeling Of The*

River Erosion Alternative. Elwha Technical Series, PN-95-9.

USGS. 2005. *Hoko, Elwha, and Dungeness River Basins*. http://pubs.usgs.gov/wdr/2005/wdr-wa-05-1/pdf/wa00103ADR2005_Figure14.pdf

Wunderlich, R. C., B. D. Winter, and J. H. Meyer. 1994. *Restoration of the Elwha River ecosystem*. Fisheries 19, no. 8: 11-20.

法令 Public Law

Elwha River Ecosystem and Fisheries Restoration Act (Public Law 102-495), January 3, 1992

環境影響評価 Environmental Impact Statements (時系列記 新資料からの順)

Record of Decision on Final Supplemental Environmental Impact Statement (SEIS) on Elwha Ecosystem Restoration Implementation, November 2005

Final Supplemental Environmental Impact Statement (SEIS) on Elwha Ecosystem Restoration Implementation, July 2005

Notice of Intent to Prepare an SEIS on Elwha Ecosystem Restoration Implementation, (link to EPA website) September 2002

Final Environmental Impact Statement (EIS) on Elwha River Ecosystem Restoration Implementation, November 1996

Final Environmental Impact Statement (EIS) on Elwha River Ecosystem Restoration, June 1995

各種報告書 Reports (時系列記 新資料からの順)

Crain, P. and S. Brenkman. Olympic National Park. *Elwha River Bull Trout Protection and Restoration Plan*. December 2010.

Elwha River Fish Management Plan (NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-90, developed pursuant to the Elwha River Ecosystem and Fisheries Restoration Act, Public Law 102-495 April 2008.

The Importance of Marine-Derived Nutrients For Ecosystem Health and Productive Fisheries. (html doc) June 2000.

Chenoweth, J., S. A. Acker and M. L. McHenry. Olympic National Park and the Lower Elwha Klallam Tribe. *Revegetation and Restoration Plan for Lake Mills and Lake Aldwell*. March 2011.

Bountry, J., R. Ferrari, K. Wille and T. Randle. U.S. Bureau of Reclamation Technical Service Center. *2010 Survey Report for Lake Mills and Lake Aldwell*.

Report on Technical Workshop on Nearshore Restoration in the Central Strait of Juan de Fuca (link to Clallam County Marine Resources Network website) June 2004.

Elwha River Restoration Project: Economic Analysis Final Technical Report, February 1995.

Northwest Science Special Issue, 2008, Vol. 82 *Dam Removal and Ecosystem Restoration in the Elwha River Watershed, Washington*

Foreword by Robert Elofson, *Elwha River Restoration Director for the Lower Elwha Klallam Tribe*

J. J. Duda, J. E. Freilich, and E. G. Schreiner. 2008. *Baseline Studies in the Elwha River Ecosystem Prior to Dam Removal: Introduction to the Special Issue*.

B. D. Winter, and P. Crain. 2008. *Making the Case for Ecosystem Restoration by Dam Removal in the Elwha River, Washington*.

M. L. McHenry, and G. R. Pess. 2008. *An Overview of Monitoring Options for Assessing the Response of Salmonids and Their Aquatic Ecosystems in the Elwha River Following Dam Removal*.

J. A. Shaffer, P. Crain, B. D. Winter, M. L. McHenry, C. Lear and T. J. Randle. 2008. *Nearshore Restoration of the Elwha River Through Removal of the Elwha and Glines Canyon Dams: An Overview*.

A. Woodward, E. G. Schreiner, P. Crain, S. J. Brenkman, P. J. Happe, S. A. Acker, and C. Hawkins

- Hoffman. 2008. *Conceptual Models for Research and Monitoring of Elwha Dam Removal-Management Perspective*.
- G. R. Pess, M. L. McHenry, T. J. Beechie, and J. Davies. 2008. *Biological Impacts of the Elwha River Dams and Potential Salmonid Responses to Dam Removal*.
- S. J. Brenkman, G. R. Pess, C. E. Torgerson, K. K. Kloehn, J. J. Duda, and S. C. Corbett. 2008. *Predicting Recolonization Patterns and Interactions Between Potamodromous and Anadromous Salmonids in Response to Dam Removal in the Elwha River, Washington State, USA*.
- P. J. Connolly and S. J. Brenkman. 2008. *Fish Assemblage, Density and Growth in Lateral habitats within Natural and Regulated Sections of Washington's Elwha River Prior to Dam Removal*.
- B. J. Burke, K. E. Frick, R. E. Moses, and M. L. McHenry. 2008. *Movements by Adult Coho Salmon in the Lower Elwha River, Washington*.
- G. A. Winans, M. L. McHenry, J. Baker, A. Elz, A. Goodbla, E. Iwamoto, D. Kuligowski, K. M. Miller, M. P. Small, P. Spruell, and D. Van Doornik. 2008. *Genetic Inventory of Anadromous Pacific Salmonids of the Elwha River Prior to Dam Removal*.
- S. J. Brenkman, S. L. Mumford, M. House, and C. Patterson. 2008. *Establishing Baseline Information on the Geographic Distribution of Fish Pathogens Endemic in Pacific Salmonids Prior to Dam Removal and Subsequent Recolonization by Anadromous Fish in the Elwha River, Washington*.
- J. A. Warrick, G. R. Cochrane, Y. Sagy, and G. Gelfenbaum. 2008. *Nearshore Substrate and Morphology Offshore of the Elwha River*.
- K. A. Sager-Fradkin, K. J. Jenkins, P. J. Happe, J. J. Beecham, R. G. Wright, and R. A. Hoffman. 2008. *Space and Habitat Use by Black Bears in the Elwha Valley Prior to Dam Removal*.
- S. A. Morley, J. J. Duda, H. J. Coe, K. K. Kloehn, and M. L. McHenry. 2008. *Benthic Invertebrates and Periphyton in the Elwha River Basin: Current Conditions and Predicted Response to Dam Removal*.
- R. L. Brown, and J. Chenoweth. 2008. *The Effect of Glines Canyon Dam on Hydrochorous Seed Dispersal in the Elwha River*.
- S. A. Acker, T. J. Beechie, and P. B. Shafroth. 2008. *Effects of a Natural Dam-Break Flood on Geomorphology and Vegetation on the Elwha River, Washington, U.S.A.*
- K. K. Kloehn, T. J. Beechie, S. A. Morley, H. J. Coe, and J. J. Duda. 2008. *Influence of Dams on River-Floodplain Dynamics in the Elwha River, Washington*.
- E. K. Mussman, D. Zabowski, and S. A. Acker. 2008. *Predicting Secondary Reservoir Sediment Erosion and Stabilization Following Dam Removal*.
- Elwha Research Consortium 関連の文献・資料（時系列記 新資料からの順）**
- Elofson, R. 2008. *Foreword*. Northwest Science 82 (Special Issue): iii.
- Duda, J. J., J. E. Freilich, and E. G. Schreiner. 2008. *Baseline Studies in the Elwha River Ecosystem Prior to Dam Removal: Introduction to the Special Issue*. Northwest Science 82 (Special Issue): 1-12.
- Winter, B. D., and P. Crain. 2008. *Making the case for ecosystem restoration by dam removal in the Elwha River, Washington*. Northwest Science 82 (Special Issue): 13-28.
- McHenry, M. L., and G. R. Pess. 2008. *An overview of monitoring options for assessing the response of salmonids and their aquatic ecosystems in the Elwha River following dam removal*. Northwest Science 82 (Special Issue): 29-47.
- Shaffer, J. A., P. Craine, B. Winter, M. L. McHenry, C. Lear and T. J. Randle. 2008. *Nearshore restoration of the Elwha River through removal of the Elwha and Glines Canyon dams: an overview*. Northwest Science 82 (Special Issue): 48-58.
- Woodward, A., E. G. Schreiner, P. Crain, S. J. Brenkman, P. J. Happe, S. A. Acker, and C. Hawkins-

- Hoffman. 2008. *Conceptual models for research and monitoring of Elwha dam removal—management perspective*. Northwest Science 82 (Special Issue): 59–71.
- Pess, G. R., M. L. McHenry, T. J. Beechie, and J. Davies. 2008. *Biological impacts of the Elwha River dams and potential salmonid responses to dam removal*. Northwest Science 82 (Special Issue): 72–90.
- Brenkman, S. J., G. R. Pess, C. E. Torgersen, K. K. Kloehn, J. J. Duda, and S. C. Corbett. 2008. *Predicting recolonization patterns and interactions between potamodromous and anadromous salmonids in response to dam removal in the Elwha River, Washington State, USA*. Northwest Science 82 (Special Issue): 91–106.
- Connolly, P. J. and S. J. Brenkman. 2008. *Fish Assemblage, Density, and Growth in Lateral Habitats within Natural and Regulated Sections of Washington's Elwha River Prior to Dam Removal*. Northwest Science 82 (Special Issue): 107–118.
- Burke, B. J., K. E. Frick, R. E. Moses, and M. L. McHenry. 2008. *Movements by Adult Coho Salmon in the Lower Elwha River, Washington*. Northwest Science 82 (Special Issue): 119–127.
- Winans, G. A., M. L. McHenry, J. Baker, A. Elz, A. Goodbla, E. Iwamoto, D. Kuligowski, K. M. Miller, M. P. Small, P. Spruell, and D. Van Doornik. 2008. *Genetic Inventory of Anadromous Pacific Salmonids of the Elwha River Prior to Dam Removal*. Northwest Science 82 (Special Issue): 128–141.
- Brenkman, S. J., S. L. Mumford, M. House, and C. Patterson. 2008. *Establishing baseline information on the geographic distribution of fish pathogens endemic in Pacific salmonids prior to dam removal and subsequent recolonization by anadromous fish in the Elwha River, Washington*. Northwest Science 82 (Special Issue): 142–152.
- Warrick, J. A., G. R. Cochrane, Y. Sagy, and G. Gelfenbaum. 2008. *Nearshore substrate and morphology offshore of the Elwha River*. Northwest Science 82 (Special Issue): 153–163.
- Sager-Fradkin, K. A., K. J. Jenkins, P. J. Happe, J. J. Beecham, R. G. Wright, and R. A. Hoffman. 2008. *Space and habitat use by black bears in the Elwha Valley prior to dam removal*. Northwest Science (Special Issue) 82: 164–178.
- Morley, S. A., J. J. Duda, H. J. Coe, K. K. Kloehn, and M. L. McHenry. 2008. *Benthic Invertebrates and Periphyton in the Elwha River Basin: Current Conditions and Predicted Response to Dam Removal*. Northwest Science 82 (Special Issue): 179–196.
- Brown, R. L., and J. Chenoweth. 2008. *The Effect of Glines Canyon Dam on Hydrochorous Seed Dispersal in the Elwha River*. Northwest Science 82 (Special Issue): 197–209.
- Acker, S. A., T. J. Beechie, and P. B. Shafroth. 2008. *Effects of a Natural Dam-Break Flood on Geomorphology and Vegetation on the Elwha River, Washington, U.S.A.*. Northwest Science 82 (Special Issue): 210–223.
- Kloehn, K. K., T. J. Beechie, S. A. Morley, H. J. Coe, and J. J. Duda. 2008. *Influence of dams on river-floodplain dynamics in the Elwha River, Washington*. Northwest Science 82 (Special Issue): 224–235.
- Mussman, E. K., D. Zabowski, and S. A. Acker. 2008. *Predicting Secondary Reservoir Sediment Erosion and Stabilization Following Dam Removal*. Northwest Science 82 (Special Issue): 236–245.
- Elwha Research Consortium members 関連の文献・資料 (時系列記 新資料からの順)**
- Draut, Amy E., Logan, Joshua B., McCoy, Randall E., McHenry, Michael, and Warrick, Jonathan A., 2008, *Channel evolution on the lower Elwha River, Washington, 1939–2006*. U.S. Geological Survey, Scientific Investigations Report 2008–5127.
- Ward, L., P. Crain, B. Freymond, M. McHenry, D. Morrill, G. R. Pess, R. Peters, J. A. Shaffer, B. Winter, B. Wunderlich. 2008. *Elwha River Fish Restoration Plan, developed pursuant to the Elwha River*

- Ecosystem and Fisheries Restoration Act, Public Law 102-495*. NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-90. NOAA Northwest Fisheries Science Center, Seattle, WA.
- Elwha Research Consortium. 2008. *Fifth Annual Meeting Schedule and Keynote Address Presentation*. March 24-26, 2008. Port Angeles, WA: Peninsula College
- Battelle. 2007. *Economic Support for the Elwha River Watershed: Final Economic Characterization Report with Monitoring Recommendations*. Report for the Coastal Services Center, NOAA
- Elwha Research Consortium. 2007. *2006-2007 Annual Report and Meeting Summaries*. Elwha Research Consortium Report 07-01. Port Angeles, WA: Peninsula College
- Elwha Research Consortium. 2006. *2005-2006 Annual Report and Third Annual Research Meeting Summary*. Elwha Research Consortium Report 06-01. Port Angeles, WA: Peninsula College
- Elwha Research Consortium, 2006. *Appendix: Selected PowerPoint Presentations from the Third Elwha Research Meeting*. Elwha Research Consortium Report 06-01a. Port Angeles, WA: Peninsula College
- Shaffer, J. A., L. Ward, P. Crain, B. Winter, K. Fresh, and C. Lear. 2005. *Elwha and Glines Canyon dam removals: nearshore restoration and salmon recovery of the central Strait of Juan de Fuca*. Originally printed in the *Proceedings of the 2005 Puget Sound Georgia Basin Research Conference*.
- Stolnack, S. A., R. J. Naiman, and S. A. Harrington. 2005. *Elwha Research Planning Workshop Summary Report, February 14-15, 2005*. University of Washington Earth Initiative
- Stolnack, S. A., and R. J. Naiman. 2005. *Summary of Research and Education Activities in the Elwha River Watershed and Adjacent Coastal Zone*. University of Washington Earth Initiative
- Allaway, J. 2004. *Understanding the Elwha: A Strategy for Research and Education Programs on the Elwha River*. Report for the National Park Service