

国際エネルギー機関（IEA）
水力技術と計画に係る実施協定
Technologies and Programmes

水力発電と環境

緩和策の有効性



IEA 水力実施協定

本報告書に示される見解は、必ずしも国際エネルギー機関の見解を示すものでも、
報告中の政府の見解を示すものでもない。

2000 年 4 月

目次

1	はじめに.....	2
1-1	背景.....	2
1-2	緩和、強化、補償策の策定.....	2
1-3	本報告書の紹介.....	3
2	国際的経験-文献レビュー	3
2-1	方法論	3
2-2	物理的環境.....	5
2-2-1	流量と流況の変化.....	5
2-2-2	水の物理化学的性質	10
2-3	生物環境.....	17
2-3-1	水生動物相.....	17
2-3-2	鳥類、陸上野生生物と生息地	25
2-3-3	植生	31
2-4	人間環境.....	35
3	データベースからの分析に見る緩和策.....	51
4	最も有効な緩和策に関するレビュー.....	57
4-1	はじめに.....	57
4-2	生物物理学的な問題.....	57
4-2-1	貯水池による貯水	58
4-2-2	生物学的多様性の損失	62
4-2-3	貯水池の堆積作用.....	63
4-2-4	水質の変化.....	64
4-2-5	水文学的状況の改善	66
4-2-6	魚群回遊および河川航行に対する障害	68
4-3	社会経済上の問題.....	69
4-3-1	強制的な住民の退去.....	70
4-3-2	公衆衛生リスク.....	73
4-3-3	脆弱な少数民族集団に対する影響.....	76
4-3-4	開発利益の共有	77
5	結び	81

表一覧

表 2-1	物理的環境－水環境への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策.....	7
表 2-2	物理的環境－水環境への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策....	12
表 2-3	生物学的環境－水生動物相への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策	19
表 2-4	生物学的環境－鳥類、陸上動物相と生息地への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策.....	27
表 2-5	植生について導入可能な緩和および強化策	32
表 2-6	人間環境への影響に適用可能な緩和、強化および補償策－社会経済的影響	37
表 2-7	人間環境への影響に適用可能な緩和策、強化策および補償策－公衆衛生および安全への影響	41
表 2-8	人間環境に対する緩和、強化または補償策－狩猟および漁業への影響	44
表 2-9	人間環境に対する緩和、強化または補償策－レクリエーション的利用への影響	45
表 2-10	人間環境に対する緩和、強化または補償策－遺産への影響	46
表 2-11	人間環境に対する緩和、強化または補償策－流量が変化し分水路のある河川の影響	47
表 2-12	人間環境に対する緩和、強化または補償策－送電線および関連構造物の影響	49
表 3-1	本章で用いられるプロジェクトに関する情報.....	52
表 3-2	経済および社会的影響の管理と緩和策	53

はじめに

1 はじめに

1-1 背景

以下の文書は水力発電プロジェクトに関する緩和対策(または措置)についての調査を紹介しようとするものである。報告の意図は最新の知識、指針、実行可能な成功事例を提供することである。本文書(サブタスク6)についての情報は、最近の論文の調査ならびに OECD 諸国における国際的な水力発電企業9社へのアンケートの結果から得られたものである。つまり、情報は実際のケーススタディと、水力発電事業に従事し、またはこれに関係する実務者および環境問題専門家の経験に基づくものである。

この報告書では、「環境」および「環境の」という言葉は、生物物理学的、経済的、社会的および健康・安全面にまで広がる広義の意味で理解されなければならない。本報告書の読者として想定されるのは、政府、公益事業、非政府組織(NGO)、二国間および政府間国際組織、学術機関などのいずれを代表するかを問わず、水力発電と環境によってもたらされる問題を懸念し、またはこれに関係する専門家と個人である。

1-2 緩和、強化、補償策の策定

持続可能な開発の原則に相応の注意を払った最良の水力発電プロジェクトは、開発の要件を満たしながら環境の完全性を可能な限り維持するものである。完全性とはプロジェクト導入前と同じ自然状態における環境の維持を意味するものと考えられる。しかしながら、完全性の概念を、自然環境を固定された状態のまま凍結することを意味するものと捉えることはできない。この見方は人間環境にも当てはまる。変化のない自然環境は人間とそれを取り巻く自然環境の間の相互作用がない場合、つまるところ、自然環境自体の進化がない場合にのみ可能であろう。

よって変化のない完全性という概念は、生命体と環境との間の常に変化する関係を研究する科学である生態学とは相容れない。とはいっても短・中期的には、可能な限り環境の完全性を維持しようとするのが正当化できないわけではない。そうしたアプローチには、一方では環境に対する水力発電の影響を可能な限り最小化し、他方では予想される変化を可能な限り利用するという意味合いがある。こうしたアプローチを受け入れ、導入することが、すべての関連当事者(利害関係者)にとって受け入れ可能なプロジェクトを計画、設計する唯一の方法である。そのためには水力発電プロジェクトの設計者がプロジェクトのマイナス要素を除去または軽減し、プラス要素を最大にするために可能なあらゆる対策を用いる必要がある。

緩和、強化、補償策は、適切な開発という原則を順守して実行される技術的、経済的に実行可能な措置の組み合わせとして、最も広い意味で理解されなければならない。それらはまたプロジェクトのすべての段階に密接に関わるものでなければならない。第一に一連の緩和策は、予想されるすべてのマイナス要素を当初から除去または軽減するために、計画、設計時点で明らかにされなければならない。影響の回避が最大限に行われれば、その後の設計段階で回避不能な影響の緩和のための措置が講じられ、回避不能な損失が

補償されるかもしれない。プロジェクト建設以前に存在した自然および人間環境の状態の改善のための強化措置も用いられるかもしれない。

こうした対策は3つのカテゴリーに分けられる

軽減策は、影響源を除去し、またはその強度を最適または受容可能な程度にまで軽減させるために用いられるものである。こうした対策は作業現場付近や、水力開発の影響(例:氾濫原の減少、河川の流れの遮断または流量の減少、野生動物の生息地の喪失、漁場の喪失、居住地区の移動、水域へのアクセスの減少、流量が減少した河川部分での生物生産力維持のための堰の必要など)に直面する分野で講じられる。

補償策。緩和不能な影響や緩和策が講じられた後で残存するプロジェクトの影響を補償しようとする対策である。

強化策はプロジェクトによる直接の影響を受けない既存の環境または社会状態を改善するために用いられる。こうした対策は調査範囲外で導入される場合もある。こうした対策を効果的なものにするためには、その内容が利害関係者との協力の下で決定されなければならない。

1-3 本報告書の紹介

本報告書は3つの主要部分からなっている。第2章では、文献調査検討によって考察された130の水力発電プロジェクトの一環として講じられ、または提案されたさまざまな緩和、補償、強化策について、12の表が示されている。電力会社や公的機関によって環境保護のために払われた努力を見てもらうために具体的な事例がいくつか示されている。残念なことに、講じられた対策の有効性についての体系的な評価に関する情報が欠けている。

第3章では、緩和策の概要が付属文書Ⅲの2つのワーキンググループによって作成、分析されたデータベースにまとめられている。データベースに蓄積された情報はカナダ、フィンランド、イタリア、日本、マレーシア、ノルウェー、スペイン、台湾、タンザニアの24のプロジェクトのものである。緩和策の全容は付属文書に収録され、本章中の3つの表では対策の主要タイプが要約されている。

第4章では、生物物理学と社会経済学の両分野において効果的であると認められてきた緩和、強化、補償策の検討が目的とされている。検討はこれまでの章に基づいて行われるが、国際的な専門家の意見交換によって完全なものになる。

結びとして、水力発電の設計および管理の改善のためのステップが提案される。結びでは、水力プロジェクトの設計とその影響の管理における環境への配慮を統合するための実際的な方法について言及している。最終ステップが、分析される緩和策の有効性と効率性についての情報の不足という点でモニタリング・プログラムに関わるものだとしても驚くには当たらない。これは間違いなく現在と将来の水力発電プロジェクトの課題である。

国際的経験-文献レ ビュー

2 国際的経験-文献レビュー

2-1 方法論

水力発電プロジェクトの一環として講じられ、または提案されたさまざまな緩和、強化、補償策についての文献調査に基づいて、水力発電開発プロジェクトに関連する影響を軽減し、または完全に是正するために導入された対策のリストが作成されてきた。調査では気候帯の違い、水力発電プロジェクトの構成要素の違いが考慮された。

リストに掲げられた対策は約 130 の水力発電プロジェクトのもので、内訳は以下のとおりである。

• ⇒	北米	70 プロジェクト
• ⇒	中・南米	30 プロジェクト
• ⇒	ヨーロッパ	15 プロジェクト
• ⇒	アジア	10 プロジェクト
• ⇒	アフリカ	5 プロジェクト

まず、さまざまな影響源によって発生し、影響を受ける環境の各構成部分について予想される総合的な影響の検討から始める。

用いられる環境の構成要素は以下のとおりである。

- 物理的影響
 - 水環境と水量の変化
 - 水の物理・化学的性質
- 生物環境
 - 水生野生生物と生息地
 - 鳥類、陸生野生生物と生息地
 - 植生
- 人間環境
 - 社会経済的影響
 - 公衆衛生と安全への影響
 - 狩猟と漁業への影響
 - レクリエーション用途への影響
 - 遺産への影響
 - 流量が変化し、分水路が設けられた河川の影響

- 送電線と関連構造物の影響

これらの影響を提示することにより、影響を受ける環境の具体的な構成要素に付随する環境上の問題が明らかになると同時に、緩和および強化策の導入について説明することができる。これに続いて、調査された気候帯でさまざまな水力発電企業によって特定され、講じられ、または提案された緩和、強化、補償策の一部が検討される。

次に緩和、強化、補償策の具体例が示される。具体例では、水力発電開発プロジェクトが進行中の地域に応じて、さまざまな資源利用の存続を可能な程度まで確保するために、水力発電企業と公的機関が十分な水質と水量を保全する努力を行っていることが説明されている。

講じられた一部の対策の有効性についての評価も示される。この評価は科学分野の文献(例えば議会議事録、科学誌)、諸機関によって発表された個別の研究(例えば世界銀行、IUCN—国際自然保護連合、OECD、UNESCO など)の概要、講じられた対策が報告されている具体的な水力発電プロジェクトについての技術報告などに記載された情報に照らして行われた。

この文献レビューには広い範囲にわたって見られる欠陥があることが分かった。講じられた緩和、強化、補償策の有効性に関する体系的評価についての情報の欠如である。情報がないために引用されたさまざまな対策の有効性を評価ができない場合は、対策が講じられた頻度などの数量基準が有効性の評価のために用いられた。一定の対策の有効性に関して発見された情報が示されている場合もある。

水力発電企業は環境調査および緩和、強化、補償策の導入に相当額を投資することが調査から明らかになった。40 ほどのプロジェクトで講じられた緩和策の費用について収集された情報から、こうした費用が数百万ドルに上る場合もあることが分かった。支出額は、明らかになった環境問題とプロジェクト導入地域での従来の水資源の利用に比例していた。

カナダ、ケベック州で水力発電を行うハイドロ・ケベック社は、ラグランデ複合施設の第 2 期の一環として 4 千万ドル以上を環境のための調査と作業に充てた。これは同施設の第 1 期での環境調査(1,800 万ドル)、救済措置(9,700 万ドル)、原住民のための強化策(5,700 万ドル)(サカミ協定、Remedial Measures Corporation)に関してすでに支出された 1 億 6,600 万ドルに追加されたものである。

緩和、強化、補償策は影響を受ける環境におけるプロジェクトの一体化を促進しようとするものである。北米、中南米、ヨーロッパ、アジア、アフリカにおいて提案され、講じられた対策の一覧表から見ると、人里離れた地域の水力発電施設に関する環境上の懸念は、人口密度の高い地域の同種施設のものと異なるようだ。プロジェクトが建設される気候帯も講じられる緩和、強化策を方向付ける要素となる。

緩和、強化、補償策の一覧表から見てとれるのは、調査されたすべてのプロジェクトにおいて人的、物理的、生物的環境の構成要素が考慮されたということである。対策の目的はプロジェクトの影響を可能な程度まで緩和することである。そのために、プロジェクトの性質、その規模、気候帯、影響を受ける住民による水資源の利用によって対策はさまざまである。対策は大陸別、影響を受ける環境の具体的な構成要素別に示されている。

注意しなければならないのは、挙げられた生物物理学的な緩和、強化、補償策の大部分が、気候と影響を受ける集団の規模に応じて、ダムの上下流の両方で一定の生物生産力とさまざまな目的のための使用を可能にするための十分な質と量の水を確保しようとする措置とつながっていることである。野生生物管理の措置もデベロッパーにとっての優先事項であり、種の生存と水力発電施設の建設地域に住むコミュニティによる利用の確保が目的とされる。

人間環境に影響を与える対策に関しては、調査された主要な緩和、強化策の中では、生活環境の改善と施設建設以前から行われていた水の使用の維持、またはそのいずれかを目指す対策が優先的に行われている。

以下の表では、一定の環境要素と、水力発電プロジェクトの建設地の気候帯に従って、一覧表の中のさまざまな対策が挙げられている。表の構成は以下のようになっている。A 列: 包括的影響、B 列: 実施可能な緩和策、C 列: 緩和策のタイプ(緩和、補償および強化、またはそのいずれか)、D 列: 気候帯、E 表: 生物群系、F 列: 緩和策の有効性についての評価、G 列: 有効性についてのコメント、H 列: 対策が実際に講じられたケースについての文書、I 列: 対策が提案されたケースについての文書。最後の 2 列では本章の最後の参考文献リストを参照するようになっている。一部の文書では緩和策の導入と提案の両方が行われた可能性がある。

2-2 物理的環境

2-2-1 流量と流況の変化

影響

貯水池が作られる地域で比較的広大な自然の生息地を恒久的に浸水させることから生じる大きな物理的変化に加えて、水力発電開発プロジェクトによって構造物の下流の流量の変化が生じる。その結果、発電所の発電量や余水路その他の制御構造物からの放水次第で、河川の一部が干上がる一方、他の部分では流量と水位が変動する。

調整のための水路が作られて激しい自然洪水がなくなると、構造物下流の氾濫原の自然のライフサイクルが変化する。変化した流量環境に対する影響は、具体的な現地の状況、関連の生命体、貯水池の状況がどのようなものになるかによってさまざまである。水力発電ダムの下流の水質は上流の貯水池からの流入水(その溶解酸素、温度、濁度、汚染物質など)によって決まる。流れてくる水が貯水池の低層水からのものであれば、これらが水生野生生物に不利に働き、下流に拡大する可能性がある。

貯水池上流からの水の流入によっても貯水池への堆積の問題が生じ、水力発電が中断される場合がある。道路建設、農業などの流域でのさまざまな活動による堆積物の流入によって貯水池の一部で堆積が生じ、一方で貯水池における堆積と有機物質の沈殿によって下流の水流に運ばれる堆積物の量が減少する。生産力への影響は貯水池が富栄養か貧栄養かによって、プラスだったりマイナスだったりする。

あわせて注意すべきなのは、貯水池が多目的に使用される(洪水管理、飲料水供給、灌漑、レクリエーション、漁業、水力発電)場合はそれぞれの目的が相反する可能性があり、貯水池の水管理と生物的な完全性の管理が困難になる場合があることである。

最後に、制御構造物(余水路、堰)を流れる水が溶解酸素によって過飽和になるために、魚に被害が出る場合がある。

緩和および強化策

上流、下流双方の水生生息地の質を維持するためにさまざまな緩和策が講じられ、または提案されている。対策の目的はタービンを回したり、制御構造物から放出されたりする水量の管理だが、具体的には、川岸の生息地と水生野生動物の存続、貯水池と下流河川の水質、水生植物や病原媒体の増殖制御の確保、隣接コミュニティの活動に十分な水量と水質の確保、構造物下流における村や町の保護などのための、下流での十分な水量の維持が目的となる。

流域管理に影響する対策も講じられたり提案されたりしている。次第に、総合的な水資源管理は、ますます水力発電プロジェクトの設計段階での意思決定プロセスの一部になりつつある。

講じられたり提案されたりする対策はさまざまで、明らかになった環境上の問題と貯水池近隣のコミュニティによる使用と利益の相関的要素として計画される。

対策はアクセス道路や送電線建設の際にも講じられ、特に交差する水流の保護が考慮されている。

表 2.1 では水力発電構造物下流の水量状況と貯水池の水管理に関連した一連の対策が示されている。

表 2-1 物理的環境－水環境への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池、流量の変化した河川、関連構造物								
貯水池へのシルトの沈殿	さまざまな方法によるむき出しの堤防上の植物の生長の維持や促進	M	TR-T-C	F	LE	シルト沈殿防止の効果は限定的。流域における農業や林業活動の規制、または流域に自然公園を設けることで達成可能。	□ 129	□ 129,99
	貯水池上流への二次堤、堰の建設、シルト沈殿池または溜池の建設	M	TR-T-C	M-F-S-W	LE	効果は限定的。この対策は小さな支流の堆積物を貯水池に保持しようとするもの。凝集剤の使用はシルト沈殿のプロセスを加速させるようだ。	* 2,142 □ 129	□ 129
	ダムへの底部放水管の建設	M	TR-T-C	M-F-S-W	E	洪水期に貯水池を空にできる。	□ 129	□ 129
土壌侵食と堆積物の輸送	流域での侵食現象を助長する活動の規制と貯水池の貯水能力の削減。	M	TR	F	ND	導入が難しいとの報告があるのに加えて、この手法は分析されたことがない。	● 54,104 * 127	
地震の誘発	水塊の管理（貯水池をゆっくりと満たす、急速な水位低下を避ける、長期にわたって水位を高く保ちすぎない）	M	TR	M-F-W	ND	地震可能性のリスクの低減が可能。この対策の有効性は示されていない。	□ 129	□ 129
	用地選定に先立って地質工学的調査を行う。	M-C	TR	M-F-W	E	用地選定に先だって、貯水量が 1km ³ 、または深さが 100m を超えるすべての貯水池について、地震のリスクが深刻かどうか調査する。	□ 129	□ 129
貯水池の使用	貯水池の屑木材の回収。 水流、溝その他の水路の表流水の正常な流れを妨げる漂積物の清掃	M	C	F	E	所期の意図に合致する。 結果は湛水に先立って森林区域の一部または大部分を伐採するという事前の決定次第でもある。	* 2,50,130,131	* 74
	使用者のニーズに沿った貯水池水位の管理	M	TR-T-C	F-S-W	LE	効果的ではあるが要求が相反するものになる場合がある。当初のプロジェクトの影響が緩和される一方で、別の対策によって計画されたレベルを超える影響を緩和できない。	● 104 ◆ 8,12,50,57 * 2,50 □ 142	◆ 11 * 64 □ 142
貯水池からの放流	河川の本流の水位上昇を制限するための灌漑水路の建設。必要箇所へのポンプの設置。	M	T-C	F-S	NE	灌漑水路の水位が土壌表層より低く保たれることが重要。 この対策を講じることで影響が完全に緩和されるわけではない。	* 2,130,131	◆ 11 * 64,74
下流の水環境の変更	最低流量の導入	M	TR-T-C	F	E	ダム下流の当初の生息地の状態を保全する。 最低流量の計算に関する意見の不一致が残る。 流量の決め方が季節によって異なるものになる場合、通年の絶対的な最低量になる場合、または両者の組み合わせになる場合がある。	● 42,104 ◆ 1,2,5,22,46,50,128,141 * 2,16,31,32 □ 99,129	● 26,83,119 ◆ 11,110 * 64 □ 99,129

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、*（C）寒冷地

表 2-1 物理的環境－水環境への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
（続き）	生態的流量方針（EAFR）	M	TR-T-C	M-F-S-W	E	この対策は河川生態系の保全または回復のためのアプローチで、これまでに記録された流量範囲をすべて考慮する必要がある。	□ 142	□ 142
	貯水池中に生成（大型植物）、堆積したファイトマス排出のための水の更新管理と制御構造物の建設。	M	TR	F	ND		● 53, 104	● 26
下流河川堤防の浸食、アイスジャム、水量管理	流量が減少した部分への堰の建設	M	T-C	F	E	こうした堰によって流量の少ない湖のような状態が維持され、底部の侵食と流出による浸食の軽減が可能になる。これらの構造物によってダム下流の水位が上がり、侵食現象が軽減される。	◆ 2, 50 ＊ 2, 50, 131 □ 142	＊ 64 □ 142
	岩や植物による堤防の安定化	M	C	F	LE	有効だが費用が大きい。 人工の川の土手などの別の影響が生じる。	＊ 2 □ 51	□ 51
	負荷損の増加を避け、屑木材、氷の堆積、侵食の量を減らすための分水帯の伐採 資源と生息地の保護	M	C	M-F	E	所期の目的に合致する。 アイスジャム洪水がこの貴重な生態系の広大な区域に重要な洪水の水を補給する主要な方法。	＊ 131, 142	
	ダムの下流への堰の設置	M	C	F	E	安定した氷量の形成を促す	＊ 129	＊ 129
地下水位の変化と塩化	分水路の河床からの水漏れをふさぐ	M	TR	M-S-W	E	所期の目的に合致する。		● 26

対策のタイプ
M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系
M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性
E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係
□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

緩和策の例

以下は、物理的環境-水環境への影響に関して明らかにされたさまざまな対策の概要する目的で提供された一連の具体的事例である。

⇒ カナダ、ケベック州北部のジェームズ・ベイ・テリトリーのラグランデ水力発電複合施設では、流量がそれぞれ90%と87%減少したイーストメイン川とオピナカ川に堰が建設された。これらの堰のおかげで構造物上流の水位が上がり、侵食現象が軽減され、野生生物にとって望ましい生息環境が生まれた。
出典 (131) : *Societe d'energie de la Baie James*(1987)

⇒ カナダ、ケベック州北部のジェームズ・ベイ・テリトリーのラグランデ水力発電複合施設の Caniaspiscau-Lagorge 排水路の一部として設けられた堰によって、野生生物にとって望ましい陸上の生息地の浸水を大幅に減らすことが可能になった。一つの堰のネットワークによって 325km²の計画地の浸水が 28% (90km² の湛水区域)減少し、もう一つのネットワークによって 550km² の計画地に対して 350km² (64%) の浸水が防止された。
出典 (131) : *Societe d'energie de la Baie James*(1987)

⇒ カナダ、ケベック州北部のジェームズ・ベイ・テリトリーのラグランデ水力発電複合施設では、1,980ha の森林が伐採されて分流された水の通過が容易になった。
出典 (131) : *Societe d'energie de la Baie James*(1987 年)

⇒ 米国のグレン・キャニオン・ダムでは、水管理が行われた結果運転期間中にコロラド川の下流で水量が安定し、ダム建設以前の春と初夏の激しい洪水から川が保護された。川岸の植物は自然氾濫によって浸水していた地域を越えて拡大し、種の数も増加した。
出典 (034) : *Calhoun C.A* (1995)

⇒ セネガルでは、一定地域での水盆の非常に大幅な上昇と浸水および塩化のリスクから予想される影響を軽減するためにカイヨール水路がふさがれた。
出典 (026) : *Consortium SNC Lavalin/BCMO*(1996)

⇒ セネガル(マネンタリ・ダム)では、ダム下流の定期的な放水で、セネガル川の毎年の浸水サイクルが再現された。
出典 (042) : *Environmental Resources Ltd.*(1993)

⇒ コンゴでは、インガ水力発電所で増えすぎた浮遊ランを除去できるようにするための水面余水路が設置された。Petit Saut では浮遊層の形成を抑制するために水の更新を早めた。

出典 (053) :Gerard P.(1990)

⇒ 米国、モンタナ州のリブリー・ダムでは、水生野生生物の生息地保全のために 186m³/s の最低流量が 95%以上の時間順守されている。

出典 (050) :Gauthier & Guillemett Consultants inc. (1993)

⇒ カナダ、ケベック州北部のジェームズ・ベイ・テリトリーのラグランデ水力発電複合施設では、水利構造物、発電所、管理施設、余水路周辺に堆積した約 417,000 m³ の木材が除去された。この清掃が行われたのは施設の損傷や技術的問題を避けるためだけでなく、大量の浮遊漂積物が構造物から下流の川に運ばれないようにするためでもあった。浮遊漂積物は水上の焼却炉で焼却され、堤防に打ち上げられた木材は岸で焼却された。

出典 (131) :Societe d'energie de la Baie James(1987)

⇒ パナマのフォーチュナ・ダムでは、流域上部の土地の保護が貯水池への堆積物沈殿の減少に役立った。

出典 (109) :Liebenthal A. (1997)

2-2-2 水の物理化学的性質

影響

貯水池と分水池の新設は、建設が行われる地域の水界ネットワークにとっての重要な物理的变化である。この変化の持つ意味は地域によってさまざまである。新設される湖の水資源は水力発電の他にもさまざまな目的に用いられるが、生活活動のためであれ、商業（漁業、水産養殖）、レクリエーション、または農業のためであれ、特に干ばつによって問題（飢饉、経済発展の低減）が生じる乾燥した国々では、貯水池周辺のコミュニティがこれらの水域を供給源および使用可能な資源として用いる場合が多い。

貯水池の新設は浸水とバイオマスの分解につながる。貯水池に関連して最も一般的に見られる問題は、特に熱帯諸国で水生生物の生存を脅かす酸素比減少の問題である。他にも、汚染物質の再循環、病気を媒介する病原菌、軟体動物、蚊のまん延、特に貯水池の水がよどむことの多い熱帯諸国でメチル水銀が作られるなどの問題がある。

緩和および強化策

貯水池の水や分水された河川や分水路を循環する水の物理化学的な質の改善のために、水力発電企業によって対策が研究され、広く提案され、講じられてきた。これらの対策は気候帯と新設される貯水池の規模に

よって異なる。表 2.2 では、水力発電施設のさまざまな構成要素(貯水池、送電線、変電所、分水路など)開発の一環として講じられる、水の物理化学的性質の保護と保全のためのさまざまな緩和策が示されている。

表 2-2 物理的環境－水環境への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池と、水量が変化し分水路のある河川								
水質の悪化	タービンの排出口でのガス交換とメタンおよび有機物の除去を促進するのに十分な乱流を、下流でもたらす余水吐の設計。	M	TR-T	F	E-LE	この構造によってダム下流で良好な再酸化が促進される。これによって水生動物相支持基準を満たす溶解酸素率が可能になる。 しかしながら、生息地喪失の問題に対処するための緩和または強化策が取られなければ、動物プランクトンとそれに依存する食物連鎖の再すみつきが限られたものになる可能性がある。このようにこのタイプの施設も、それだけでは水力発電開発以前に見られた状況の回復に十分というわけではない。	● 53 ◆ 1	
	粗大粒子と病気を媒介する軟体動物の除去のための取水分水路の入口への調整池の設置	M	TR	F-S-W	ND			● 26
	水位の維持、流出水による浮遊物質（濁度）低減、堆積物の捕獲推進のための分水路への堰の建設	M	T-C	F	E	所期の目的に合致する。	◆ 2 ＊ 2	＊ 64
	ろ過井戸の上流への分水壁の建設と、流量が変更された河川における堆積物に関連した問題の軽減	M	TR	F-S-W	ND	結果的に流速が早まるために井戸とその砂礫層上での堆積現象の範囲が減少する。		● 26
	有機物、農業、工業、家庭排水による貯水池の汚染を禁止、制御する対策の導入と、有機物の流入を制御するための都市および工業廃水処理システムの建設。	M	TR-T	F	E	この対策の有効性は広く認められている。しかしその導入は導入コストと既存技術へのアクセスという障害に直面している。記述された諸ケースでは、この対策はこの影響が想定外に現れた場合への対応として運転中に講じられた。優れた計画作りと、それを建設の早期段階に含めることの重要性が強調されている。残留影響は報告されていない。	● 53, 104 ◆ 46, 128	● 26 ◆ 11
	固体または液体廃棄物の分水路への投棄の禁止および管理。	M	TR	F-S-W	ND			● 26
	分水路から 20m 未満の範囲を維持作業区域とし、機械的活動を行う	M	TR	F-S-W	ND			● 26
	分水路をシルト堆積と浸食から保護	M	TR	F-S-W	E	所期の目的に合致する。	＊ 2	● 26

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-2 物理的環境－水環境への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
（続き）	貯水池の濁度の相関的要素としての取水口の管理	M	TR-T	F	E-LE	貯水池に流入する水の濁りの原因となる現象の強度次第で、この対策によって下流での影響が完全に、または部分的に緩和される可能性がある。大量の濁り水が長期間にわたって貯水池に到達する場合（例えば大雨のため）には、管理者はいくつかの措置を組み合わせ、濁り水の下流への通過を抑制しなければならない。	●104 ◆128	◆11
	水のよどむ時期がないようにし、貯水池の全般的な水質を改善するために、放水を管理する。	M	TR-T-C	F	E	制御構造物や発電所の運転との関係がうまくいけば良い結果が得られる対策。大雨の季節の停滞時間を大きくするという対策とは矛盾する。	●42, 53 ◆128 ＊2	●26
	水のよどむ時期がないようにするために分水路に常に水を流す	M	TR	F-S-W	ND			●26
	貯水池の水質の定常的な物理化学モニタリング	M	TR-T-C	F	E-LE	この対策が一度講じられれば、管理者は将来の行動計画作成に必要なツールを手にする。水質管理に影響を与えるその後の対策が伴わなければ、この対策だけでは緩和効果はない。	●53, 104 ＊21, 101, 131 □129	＊69, 70, 74, 78 □129
	貯水池上流の産業廃水の処理を促進する政策と組み合わせた、堆積した沈殿物の定期的な浚渫と、ゲートの開放による沈殿物の定期的な洗浄	M	T	S	ND			◆11
	貯水池の水のろ過	M	T	S	E-LE	この対策は小さな貯水池では効果的な場合があるが、大きな貯水池では費用がかさむ。他の対策と組みあわせて講じられ、相乗効果を高める場合が多い。 議論される影響の大きさを予想し、それによって対策の組み合わせを提案するための数学モデルの開発に実験が用いられる。	◆128	

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-2 物理的環境－水環境への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
（続き）	貯水池または流量の減った下流河川の水のオキシジェネレーション 可変取水 タービン中でのエアドライブ	M	TR-T-C	M-F	E-LE	小さな貯水池では強制曝気は非常に効果的だった。必要な機器の経費を考えると大きな貯水池では導入が非常に難しくなる。さらに、曝気によってプランクトンとバクテリアの生長が促される。このために長期的には、曝気された池のように（家庭内の水処理）沈殿の問題が生じる場合がある。 酸素の化学作用のために、貯水池中の硫酸水素塩、鉄、マンガンの低下を促す。	● 53 ◆ 1, 2, 5, 12, 57, 95, 128 ＊ 2	● 26
貯水池の富栄養化	貯水池の富栄養化を抑制するための貯水池水面の大型植物と植物プランクトンの機械的除去。	M	TR-T	F-S-W	LE	導入は簡単だが継続的なフォローアップが必要な対策。それだけでは貯水池の富栄養化の抑制という目的達成には不十分。強制曝気、放流観測などの手段と組み合わせて導入しなければならない。	● 42, 104 ◆ 128	● 26
水銀のメチル化	湛水前の植物の除去と管理下での焼却	M	TR-T-C	M-F	E-LE	この対策は貯水池の水の有機的濃縮の原因となる有機物の分解の減少に効果があるようだ。一方で多くの場合費用がかさみ、漁業への二次的影響も無視できない。さらに、熱帯地域では伐採された地域で再すみつきが急速に行われ、湛水前に刈られたものに類似した茂みが再生されることが多い。	● 42, 53 ◆ 133 ＊ 2, 21, 101, 130, 131 □ 129	□ 129
ガス飽和率	水がガスで過飽和になるのを防ぐための放水路出口の変更	M	T	C	E	所期の目的に合致する。	◆ 12 ＊ 2, 16	
熱衝撃	貯水池下流の熱衝撃の影響を緩和するための、貯水池のさまざまな水位への取水口の設置	M	T	C	E	導入が容易な単純な緩和策。ダム下流の熱衝撃の影響を完全に緩和する。プロジェクト計画作りの一環として計画されるべき。	◆ 128 ＊ 2 □ 129	□ 129
	分水路へ給水される水の塩分を減少させるための放水管理	M	TR	W	ND			● 26
塩分侵入	合流部での塩水流入を制御するための分水路への保護堰の建設。	M	TR	W	NE	の対策はそれだけでは適切とはいえないようだ。	● 38	
	水盆の上昇および周辺の土地の浸水、塩化のリスクを軽減するための分水路壁の閉鎖。	M	TR	S-W	ND			● 26

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-2 物理的環境－水環境への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
送電線、変電所、改修中の発電所								
感応性の高い区域の保護（浸食と水温）	急坂、水流、重要な生物の生息環境、泥炭湿地、湿地のある地域での保護境界線の尊重	M	TR-C	F	E	所期の目的に合致する。	● 42 ＊ 77	● 26 ＊ 68, 77
	木くずを水流から少なくとも 25m 離して積み上げる	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 77	＊ 68
	動力装置と車両の維持および燃料補給に関して水域から離れた（60m）場所を指定。	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 77	＊ 81, 82
	コンクリートミキサーと機器の洗浄に関してすべての水源から離れた場所を用意。	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 77	＊ 81, 82
	認可された処分場での廃棄物の処分	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 77	＊ 81, 82
	泥水の保持のための沈砂池の設置とブームの使用	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 77	＊ 81, 82
	採石と土取り場の作業区域を、配水システムに用いられる井戸、泉その他の取水場所から安全な距離の場所に	M	TR	F	E	所期の目的に合致する。水位を低下させない。	● 28	
	変電所用地や電気設備の建設用地からの流出水を処理可能な地点に集める。	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 77	＊ 68
	燃料、オイル、汚染物質の処理の際の監督を行い、不慮の流出があったときの緊急処理材の使用を可能にする	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 77	＊ 81, 82
	建設現場と住宅からの残留水と排水の処理	M	TR-C	F	E	所期の目的に合致する。	● 53 ＊ 77, 131	● 26 ＊ 74
	汚染物質の不慮の流出に関する緊急計画の準備と活用	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 77	＊ 68
	コファダム（防水用の囲い）を建設する際の古い構造物からの目詰まりのない清潔な材料の再利用	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 77	＊ 81, 82

対策のタイプ
M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系
M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性
E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係
□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

軽減策の事例

以下は講じられ、提案された緩和策の具体的な事例である。これらは水力発電に用いられる水の水質の保護と改善のために行われている取り組みを示すことを意図している。選ばれた事例は、貯水池建設後の水質問題が温暖な地域より大きい、やや暑い地域で導入されたプロジェクトに関するものである。

- ⇒ 盛り土を安定させ、シルトの沈殿を防ぐために、**salane**、樹木、茂みがセネガルのカイヨール水路の景観の一環として提案された。提案されたのは3つのタイプの防風林。
- 連続した4つの樹列からなる中央防風林で、以下の順に配置される。メスキート、リバーレッドガム、リバーレッドガム、メスキート
 - 水路沿いの側部防風林で、以下の順の連続した2つの樹列からなる。アカシアメリフェラーパルクソニア・アクレアタ(ハチの巣状に配置し、列の上と列の間で2m×2mの空間を取る)
 - 盛り土の外側の側部防風林で、構成は水路沿いのものと同じ
- 出典 (026) : *Consortium SNC Lavalin/BCEOM (1996)*

- ⇒ カイヨール水路の水質を守るために、ギエール湖からこれより低いフェルロ溪谷への放水について水路に直接供給される水の塩分を減らすことが提案された。需要の相関的要素として、また水のよどむ時期ができないようにするために、水路には恒久的に水流が提供される。求められれば水質を維持するために放水が行われる。
- 出典 (026) : *Consortium SNC Lavalin/BCEOM (1996)*

- ⇒ ギニア・ビサウの Saltinho 水力発電プロジェクトでは、建設現場と住宅の残留水、ならびに、懸濁固形物と土盛に関連した油で汚染された水流の水の適切な処理が行われている
- 出典 (024) : *COBA (1993)*

- ⇒ フランス領ギアナの Putit-Saut プロジェクトでは、水質改善のために洪水期に時々放水が行われる。
- 出典 (053) : *Gerard P. (1990)*

- ⇒ 日本では水力発電所建設計画の一環として、取水路が貯水池の異なった水位の場所に設けられている。これは熱衝撃の影響を完全に除去するよう放水を管理するとともに、構造物下流で適正な水質が確保されるよう濁り水を管理するためである。
- 出典 (128) : *Aki S. (1997)*

- ⇒ 日本では、ある水力発電用構築物の貯水池でろ過と強制曝気が行われている。貯水量の少ない貯水池ではこれらの対策によって優れた効果がもたらされる。大きな貯水池では導入には費用がかかりすぎる。
- 出典 (128) : *Aki S. (1997)*

⇒ 中南米では、酸素の減少、有機汚染、しばしば訪れる水の上のよどむ時期の影響を受ける貯水池の水質改善のために、現在は水の処理が行われている。処理の有効性は認められているが、必要なコストの大きさと技術が共通の障害となっている。水処理のインフラストラクチャーがプロジェクトの開始時点から計画されなければならない。

出典 (104) :Ladec G. et al (1997)

⇒ 中南米では、貯水池の水の酸素減少と有機汚染を緩和するために浸水する地域の刈伐が行われる。この対策は一見貯水池の水の中での有機物の分解の減少に効果がありそうだが、そのコストは非常に高く、伐採した地域ですぐに再すみつきが行われ、貯水前に伐採したものに類似した茂みの植物相が生まれることが多い。

出典 (053) :Gerard P. (1990)

2-3 生物環境

2-3-1 水生動物相

影響

水力発電用貯水池によって水域が広がり、生産力に有利に働くことで水生動物相が増えることがある。しかし、タービンや余水路を通過することで魚が傷ついたり死んだりして、ダム建設によって魚種の移動が妨げられるケースも見られ、流水という生息地から来た水生の種の中には貯水池では生存できないものもいる。水質の悪化、特に熱帯地域の富栄養の貯水池での悪化によって水生生物にとって不利な状態が生じる場合がある。

底生生物は可動性の大きい魚に比べて深刻な影響を受けることが多い。しかし、浸水した植物からの支援が大きい場合には大型無脊椎動物の数が自然状態の下で見られるより多い場合がある。熱帯地域では貯水池の浅い部分に病原菌を媒介する生物に有利な生息地が作られる場合がある。

貯水池が多目的に利用される場合には水力発電の発電と、ほとんどの地域で商業または生活のための開発の影響を受けやすい魚類個体群の保全との間で対立がもたらされる場合がある。

構造物の下流では水生生物の生息地は放出される水の流入量と水質によって左右される。魚種コミュニティの構成の変化、魚類個体群に影響を与える水生生物の生産力の低下、水生動物の生息地の質と量に影響を与える流量の人工的な変動が、水力発電施設のために利用される水域の下流域の魚の生態に対する特記すべき主要な影響である。

発電および制御用の構築物下流での流量の状況と水質が底生動物相に対して果たす役割は非常に大きい。

緩和および強化策

表 2.3 では水生植物相の維持と発達を促す、水力発電プロジェクトの一環として講じられ、または提案された緩和および強化策が示されている。

表 2-3 生物学的環境– 水生動物相への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池と流量が変化した河川								
生息地と資源の喪失	用地選定と適切な設計	M	TR-T-C	F	E	所期の目的に合致するが、収入が大きく失われる可能性がある。 最適な緩和策で、プロジェクトの設計変更によって影響源で影響が避けられるかもしれない。	● 104 ◆ 2 ＊ 2,131	＊ 70, 74 □ 99
	貯水池への貯留手順（繁殖期以外に、ゆっくりとした貯留、冬季の貯留）	M	T-C	F	E	所期の目的に合致する。	◆ 2 ＊ 2	
	流量状態の変化を避けるために水流横断用のインフラストラクチャーの設置	M	C	F	E		＊ 2, 17, 67, 77	
	生息地の喪失に対する金銭的補償	C	T-C	F	ND	補償金が新たな生息地または既存の生息地の改善に使われれば有効な場合がある	◆ 133 ＊ 15, 16, 65	
	保証された最低流量を維持する	M	T-C	F	ND	流量の管理自体だけでは砂礫層の質の維持と魚が成長する生息地の保全には十分でないようだ。効果を上げるためには、関連の水力発電の生産ニーズとの調和を図りながら、この対策によって当初の状態が再生されなければならない。この制約の組み合わせによって対策の導入が複雑なものになることが多い。	◆ 1, 5, 22, 46, 117, 120, 128, 141 ＊ 2, 14, 31, 32, 65, 80, 116, 127	◆ 11, 110 ＊ 64 □ 99
	貯水池の水位の管理（繁殖場所へのアクセス、卵の凍結や乾燥の防止）	M	T-C	F	E	エネルギー生産にとっては損失となり、明らかに水生生物相に有利	◆ 117 ＊ 2	◆ 110
	新たな繁殖場所作り、繁殖場所のきれいな基質、かく乱された地域への種の回帰の促進、自然志向の河川作業、基層改善のための下流における人工的な浸水を含む	M	T-C	M-F-W	E	制御構造物の定期的な開放による人工的浸水が浸水地表の拡大の長期化に役立ってきた。生態系の回復、堆積の調節、湿地帯の復旧が対象種のニーズに沿ったものであることがデータからはっきり言える。 この対策が急流の大型無脊椎動物相に大きな効果がある場合がある 河川中に岩や石を置いた人工的な区域を設けると、基質、流量の状態、水深における多様性が増加し、魚にとっての環境が改善される。 （ ）のような自然の素材を用いることで魚にとって良好な状態が作られる。	◆ 115, 141 ＊ 14, 142 □ 99	

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-3 生物学的環境– 水生動物相への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
（続き）	繁殖を促す自然環境の再生のための、構造物での放水量と貯水池の水位の管理。	M	TR-T-C	F	E	所期の目的に合致する。	● 35, 42, 104, 117 ◆ 12, 14, 128 ＊ 2	● 119
	支流での繁殖場所づくり 繁殖と稚魚の生育に有利な支流の流入点でのアクセス条件の改善	M-E-C	T-C	F	E	この対策は、水面下のシェルターや導流壁と組み合わせた堰のある繁殖場所の設置からなる。これによって支流で繁殖する魚がアクセスしやすくなる。 この対策には失われた繁殖生息地に関して、妥当なコストで優れた緩和効果がある。成功は対象種が選ばれた場所に近づきやすいかどうかにかかっている。	◆ 12, 22, 133, 138 ＊ 2, 15, 16, 17, 32, 48, 59, 96, 130, 131	＊ 64, 74
	沈められた切り石運搬具中の粒状物質の改造によって貯水池に新たな生息地を作る。	M	C	F	E	新たな生息地を作る。	＊ 130	
	分水路の浚渫作業と浚渫物の処分を繁殖に最適な時期以外に行う	MM	TR	F	E	所期の目的に合致する。		● 26
	流量が変化した残存河床を浚渫して自然の繁殖場所での最大水量を確保し、ダム下流で水たまりおよび岩を使った導流壁を新たに作る	M	T-C	F	E	この対策によって魚の生息地の多様性が回復され、その区域の利用の増加が顕著である。	◆ 22 ＊ 32, 48	＊ 64
	退避場所の数を最大にするために掘削された分水路の河床に岩を置く。	M	C	F	E	分水路の下流部分への浅い盛り土状の区域作りと組み合わせることで、この対策によってウォールアイが分水路を遡上し、川の両側の自然または人工の生息地を利用することができる。退避場所によって流速が遅くなることはなく、魚が水路の最も困難な場所に入り、強い流れのために入れずにいる生息地に向かって移動するために使われる。	＊ 14, 48	
	貯水池周辺の入り江や湿地の築堤	M	C	F	LE	導入に費用がかかる対策	◆ 2 ＊ 2, 131	
	分流への人工的な蛇行作り	M-E-C	T-C	F	ND	導入に費用がかかる対策	◆ 2 ＊ 2	
	水生動物相管理計画	M	T-C	F	E	所期の目的に合致するが、導入困難な場合がある。	◆ 23 ＊ 2, 15, 16, 17, 96	

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-3 生物学的環境– 水生動物相への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
資源の利用、生息地と種の破壊、個体群の減少	魚の孵化場（貯水池中での総合的な水産養殖）の設置	M-E-C	TR-T-C	F-W	E	この対策によって、貯水池（湖という条件）中で生息はできても繁殖できない魚の個体群の維持が可能になる。対象種の数増加についての恒常的なフォローアップが必要。 漁業規制の手段なしでは有効ではない。	● 53, 104 ◆ 23 ＊ 2, 15, 16, 96	
	魚の放流	M	TR-T-C	F-W	LE	最初はサケ科の姿が見られなかったが、放流によって移動が実際に再開され、個体群の維持が可能になった。他のケースでは、この対策は移動の支援などに加えて海洋漁業の規制策、移動の支援などの追加策なしでは十分ではなかった。 魚の病気のまん延、遺伝的な混合などの危険が付いて回る。	● 104 ◆ 45, 46, 138 ＊ 2, 10, 14, 15, 16, 17, 31, 32, 65, 100, 107, 140, 142	□ 99
魚類個体群中での水生生物の生産力の喪失、生息地の悪化	河川の一定範囲への堰と水盆の設置、流れの静かな区域を作るための障害物の設置、移動の障害	M	C	F	E	湖沼域を保全することで、分水以前に存在した種の当初の生息地が堰によって保全される。水生動物相の生産量の向上。 望ましくない種が一定区域に近づけないようにする。 魚類個体群の維持	＊ 2, 14, 32, 59, 130, 131	＊ 64
	制御構造物上流に建て網を設置し、日中に魚を集め、夜間にダムの下流に輸送する。	M	T	F	E	この建て網に魚が入り、トラックで下流に運ばれる。輸送中に死ぬことはほとんどなく、タービン中での混雑による傷も明らかに減少した。しかし、網の中で若い魚が増え、構造物の上流側の入り口が捕食者（鳥、哺乳動物、魚を食べる魚）を引き付ける。捕食圧が非常に大きいため、タービンによって死ぬ魚が減る効果が帳消しにされかねない。	◆ 45, 51	

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-3 生物学的環境– 水生動物相への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
（続き）	支流の流入部への毎年の窒素とリンの追加、魚の成長を増大させるための河川への魚のえさ（プランクトン、小魚）の追加。	M-E	C	F	E	この対策は、1 年目から葉緑素単位の二次および一次生産が倍増するという要素によって、植物プランクトンのバイオマスの増加に役立ってきた。動物プランクトンと底生動物相のバイオマスはこの対策を講じた2年目に5倍増加した。ブラウン・トラウトと北極イワナの個体の平均体重は、施肥が始められた後では自然状態よりもずっと早く増加した。このようにこの対策の成果は大いに満足できるものだった。しかし、湖の広さによって加えられる物質のコストが飛躍的に増加するなどのさまざまな理由のために、効果は中小規模の湖に限られている。湖の生物学的生産量が向上したことで若い紅鮭の成長と生存が増加した。	* 2, 17, 31, 142	
	仮設構造物の上流で網にかかった魚の捕獲と輸送。	M	T-C	F	E	所期の目的に合致する。	◆ 45 * 130	
	放水路入り口での下流への移動防止網の設置、ポンプの取水域への 200 ミリメッシュの侵入防止フェンスの設置、魚の通過を促し、タービンを通過することで死ぬ魚を減らすための水路の設置	M	T-C	F	E	350 ミリ以上の大きさの魚は開口部に近づかない。ポンプの設置物の近くでは、長さが 165 ミリ以上のすべての種の個体が 75%減り、バスが 92%減った。ポンプの効率が大きく下がることもなかった。この対策によって下流の流速と流れの強さが弱まり、魚が水路に入って産卵場所まで遡上することができるようになった。	◆ 12, 116 * 2, 46	
魚類個体群中の死とけが	魚のけがや死のリスクを最小にするための発電および制御構築物の物理的構造の最適化	M	T-C	F	E	ほとんどの場合所期の目的に合致する。	◆ 12 * 2, 15, 16, 131	* 70, 74
	魚が危険の潜む部分を用いるのを防ぐための方法（ストロボ、音波、電気ショック）の使用。	M	T	F	E	魚は照明が据え付けられた場所に移された。魚はポンプによる乱流を完全に避ける。音響によってポンプ開口部の前の魚が 56%減った。	◆ 116	
	ポンプの 24 時間運転を止める。	M	T	F	E	入り込む魚が 90%以上減る。夜間だけのポンプ稼働によって発電所の管理もそれだけ効率的になる。	◆ 116	
	爆破の前の魚の四散	M	T-C	F	E	所期の目的に合致する。	* 14, 16, 77	* 74
資源と生息地の保護	急斜面、水流、主要な野生生物生息地の周辺地域への保護境界線の設定。建設作業を産卵期以外に行う。	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	* 2, 15, 16, 67, 77, 131	* 74, 75, 78, 81, 82

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、*（C）寒冷地

表 2-3 生物学的環境– 水生動物相への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
適切な生息地への移動とアクセスの障害	魚道や魚梯、バイパストンネル、魚道水路の建設、水門とエレベーター方式の魚道の建設、貯水池表層の放流を促すための取水口上流への水面下の導流壁の設置	M	TR-T-C	F-W	E-L-E	この対策は主に魚業、スポーツ、生活権漁業にとって重要な種がいるところで講じられてきた。 中南米では大部分のケースで有効だが、移動時期にどの対象種を選ぶかという問題に直面することが多い。下流への移動のときに、こうした構造物への入り口を認識せずにタービン取水路へ入る魚がある 成功は対象種が使用する可能性にかかっている	● 53, 104 ◆ 8, 12, 103, 115, 128, 138 ＊ 2, 10, 15, 16, 59, 65, 100, 130, 142	◆ 11, 110
	捕食と競合種の管理（化学物質の使用、水位を下げる、横材の設置）	M	C	F	E	これらの技術はまだ開発中で議論を呼ぶことが多い。	＊ 2, 142	＊ 64
種の間競合と望ましくない種のすみつき	望ましくない種の魚バイオマスの削減	M	C	F	ND	導入前後のデータが知られていないために効果の評価は困難	＊ 2	

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

緩和および強化策の事例

以下は、魚の質とバイオマスの改善または保全のために、構造物の上流および下流の双方で講じられ、提案された緩和および強化策の具体的な事例である。こうした事例から水力発電企業の魚資源の保全と維持への関心が見て取れる。

⇒ カナダのケベック州のウタルド第2貯水池では、個体導入のためにハイドロ・ケベック社が1980年に淡水に生息するサケの600,000以上の卵と幼魚を放流した。魚道によって繁殖する魚が新たな産卵場所へ到達することができる。

出典(107): Lessard M. (1995)

⇒ 米国では、デューク・パワー社(現デューク・エネルギー社)が大型バスの繁殖を最適化するために6つの大規模貯水池の水位を管理している。

出典(117): (051)GDG (1998) 中の Olmsted and Bolin (1996)

⇒ 米国のサスケハナ川流域では、4社の水力発電企業がシャッドをダムの上流に運ぶためにエレベーター付き魚道と建て網を設置した。移動用通路が完成すると(2000年)、シャッドは300km以上離れた繁殖場所に到達することができる。この対策によって、1980年には3,000サンプルだったシャッドの個体群を1990年には100,000に増やすことができた。

出典(117): Olmsted and Bolin (1996)

(120): (051)GDG (1998) 中の PP&L Resources(1995)

⇒ カナダのブリティッシュ・コロンビア州 Peace-Wilbistau 貯水池では、1990年から1992年の間に、ヒメマス 1,100,000 匹、ニジマス 350,000 匹、カワマス 100,000 匹が放流された。

出典(015): Read D.J.(1991)

⇒ カナダのサスカチュワン州のサスカチュワン川に作られた Toben 湖では、ウォールアイとカワカマスの春の6週間の繁殖期の間水位が管理されている。これらの魚種の放流も行われている。

出典(002): Acres Consulting Services Ltd.(1984)

⇒ カナダ、ニュー・ブランズウィック州のセント・ジョン川の Mactaquak(マクタカック)貯水池では、増えすぎたエールワイフを減らすために水力発電を行う公営企業が600万匹以上を捕えている。この作業は毎年行われ、捕えた魚はキャットフードの加工業者に販売された。

出典: (002): Acres Consulting Services Ltd.(1984)

⇒ カナダのニュー・ファンドランド州では、最小限の流量を維持し、サケ科魚類の産卵と稚魚の生息地を確保するために、ニュー・ファンドランド・アンド・ラブラドル・ハイドロ社がアッパー・サーモン川に水量調節のための構造物を設置した。

出典 (002) :Acres Consulting Services Ltd.(1984)

⇒ 米国では、コネチカット州のスティル川の水力発電所で、サケの生息地保護のために 0.3m³/s(放水の 13%)の流量規制が行われた。

出典 (110) :Mackowiak R.G.(1992)

⇒ カナダ、ニュー・ブランズウィック州の Sisson(シッソン)、Trousers and Lac Lang 貯水池とノバスコシア州の Wreck Cove 貯水池で、魚類保護のために下流におけるほぼ 0.85m³/s から 3.40m³/s という最低流量が維持されている。

出典 (002) :Acres Consulting Services Ltd.(1984)

⇒ カナダ、ケベック州の Sault-aux-Cochons 川と Porteeuf 川から部分的に分水するプロジェクトの一環として、魚の通過を不可能にする障害物が計画された。これらのインフラストラクチャーを設置することで繁殖する魚がカワマス産卵区域を放棄するのを防ぎ、生息地で競合し、趣味の釣りの対象となる望ましくない種の導入を防ぐことができる。

出典 (064) :Hydro-Quebec (1999)

2-3-2 鳥類、陸上野生生物と生息地

影響

貯水池を作るために広大な面積の陸地の浸水が、また結果的に野生生物の生息地の浸水が必要になる場合がある。動物相に対する影響の規模は気候帯、影響を受ける区域の広さ、利用可能な代替生息地の多様性、現存する種などによってさまざまである。浸水する土地区域は、関連する種の繁殖、子育て、摂食場所、移動ルートにも影響を与える。

貯水池の湛水の間には動物相はよそへ移動しなければならない。種内および種間の関係が増加する場合がある。

新たに貯水池が作られることで、動物個体群の維持に都合の良い利用可能な新たな動物生息地が生まれる場合もある。例えば、沿岸帯や湿地帯の発達に適した堤防形態、半ば水没した木の幹の存在、大型植物の発達などによって、鳥類によるこうした生息地の利用が促される場合がある。

構造物の下流で、流量の減少と定期的な浸水によって河川、湿地、デルタ地帯の河岸植生が貧困化する場合がある。こうした変化が開発作業以前に存在した鳥類の種別構成、多様性、豊富さに波及する場合がある。その一方、恒久的で制御された放水によって下流の植生への鳥のすみつきにプラスの影響がもたらされる場合もある。

送電線回廊の設置によって野生生物の生息地が失われる。しかし、作業が行われている地域の種の生物学的ニーズを満たすことのできる新たな生息地の条件を作り出す施設用地で再成長が行われることを考えれば、この影響は通常短期的なものである。

送電線の存在が鳥類にとって致命的な衝突の原因になる可能性がある。鳥類の飛路に送電線があることで衝突のリスクが増大する。

緩和および強化策

表 2-4 では、水力発電プロジェクトの一環として講じられ、または提案された、鳥類や陸上野生生物の維持や成長に有利な緩和および強化策が示されている。

表 2-4 生物学的環境-鳥類、陸上動物相と生息地への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池と流量の変化した河川								
生息地の破壊、資源の喪失、個体群のかく乱、生産力と補充の喪失	動物相への影響の比較的小さいプロジェクト現場と導入アプローチの選定	M	TR-C	F	E	この対策は計画中に講じられれば明らかに最も効果的。影響源で防止することで多くの費用がかかる複雑な緩和策が通常は不要になる。また、二次的および残留影響の予測と抑制も可能になる。しかし、多くのケースでプロジェクトの目的と物理的制約のためにこの防止策が導入できない。妥協せざるを得ない結果になることが多い、	● 104 ＊ 2, 131 □ 51	＊ 117 □ 51, 99
	強制されたものではない移動を促がす、完全な動物相の一覧表に基づく野生生物管理計画	M	TR-T-C	F	E	この対策は動物を他の場所へ移動させることについて障害がない状況下で可能。捕獲と移動は特定のケース以外はほとんど、もしくはまったく行われていない。	● 54 ＊ 2, 17	
	数種の渡り鳥の営巣と子育ての場の貧困化や消失を帽子するための、支流の流入部での水位変動の安定化と保護堤防の建設	M	C	F	E	最初の繁殖期からすぐに、貯水池上での種の数と各種の個体群の増加が見られる。この対策が講じられなければ水鳥の生息には適さない地帯の利用が可能になる。	＊ 32 □ 51	□ 51
	流量の少ない地帯での堰の建設ならびに、最終的に露出した部分の種まきと選択的な清掃	M	C	F	E	水鳥に適した生息地の保全	＊ 59, 130, 131, 142	＊ 69
	産卵、営巣、渡りの時期の建設活動を減らす	M	C	F-S-W	E	所期の目的に合致する。	＊ 2, 67	＊ 74
	自然の浸水サイクルの再生と鳥類個体群の維持に適した植生の発達を促すための、貯水池の水位と下流への放水の管理	M	T-C	F	E		● 42 ◆ 57 ＊ 2 □ 51	□ 51
	生息地のヘラジカ、野ウサギ、ライチョウを支援する能力を増すための茂み、木立と樹枝状種の択伐	M	C	F	E	択伐によって食糧となる若葉の生産量が増えることで、ヘラジカ、野ウサギ、ライチョウにとっての生息地の支持能力が増す。	＊ 17, 59, 65 130, 131	＊ 69, 74
	渡り鳥のための貯水池への新たな生息地づくり（例えば、草とマメ科種子と併せて半水生生物と柳が植えられた小島を貯水池に作る）。	M-C	TR-T-C	F	E	この対策は、野生生物管理計画とともに行われる貯水池上での植生管理および修復策と調和したものでなければならない。渡り鳥とその休息場所について計測されたり予測されたりする影響は緩和されるが、この対策は貯水池によって作られた新たな地帯からの利益を得る補償策である。	● 54, 60 ◆ 57, 139 ＊ 2, 130, 131 □ 51	◆ 11 □ 51

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-4 生物学的環境-鳥類、陸上動物相と生息地への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
	堤防を作って入り江を作る（動物相の生息地新設のための貯水池に隣接した入り江作り）。 保護堤防による池作り。	M-C	C	M-F	LE	水位の維持、管理の必要のためにこの対策は生息地の保全にしか用いられず、対費用効果が大きくない。 成功と失敗が相半ばしている。 この対策によって生息地を当初の状態に維持することができるが、繁殖のための利点はない。成功はアクセス可能性とメンテナンスにかかっている。繁殖よりも移転に好適。	*59, 130, 131, 142	
	環境的、社会的、経済的に重要な種の個体の徹底的な捕獲と新たな生息地への移住。	M-E-C	TR-C	M-F	NE	この対策では移住地の特徴を徹底的に明らかにすることが必要。ユーザーとの協議が不可欠。移住した個体群のフォローアップも重要。 輸送による個体の衰弱、移住地での捕食、移住地の質に疑問があることなどからくる死亡率を考えればこの対策の利点は小さい。適切な支持能力のある移転地の新設などの強化策と組み合わせて導入しなければならない。	● 53, 54, 104, 111 * 59, 131 □ 51	□ 51
動物相の遺産と生物多様性の喪失	貴重種、脆弱種、絶滅危惧種と考えられる種の総合的な法的保護	M	TR-T-C	F	E	所期の目的に合致する。	● 51, 54 ◆ 51, 57 * 51	
	貯水池に隣接した地域での、新たな保護地、保存ユニット作りのための土地取得	E-C	TR-T-C	F	E	所期の目的に合致する。	● 54, 104 ◆ 2, 22, 23, 138, 139 * 2,130, 133 □ 51	□ 51
	浸水区域の完全な分類一覧表	M	TR-C	F	E	この対策はその後の対策導入のための基準を提供するために講じられ、それなしではうまく機能しない。すべてのプロジェクトの計画作りに必要な部分である。	● 54 * 131	* 74
	動物相の保護と保全のための資金の創設	M-E-C	T	F	ND	所期の目的に合致する。	◆ 138	
	捕獲された状態での繁殖と自然の生息地への開放	M-E-C	TR	F	ND		□ 51	□ 51
大型哺乳動物の死亡やけが	分水路の一方からもう一方の側への野生動物の移動を容易にする人道橋タイプの通路の建設	M	TR	F-S-W	ND		◆ 2 * 2	● 26
	大型哺乳動物の通過地点で貯水池水面の漂積物を回収するシステムの設置	M	C	F	ND		* 17	

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、*（C）寒冷地

表 2-4 生物学的環境–鳥類、陸上動物相と生息地への影響に対して講じることができる緩和、強化、補償策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
送電線と変電所および改修中の発電所								
生息地、環境遺産、生物多様性の喪失、個体のかく乱	既存の公園や保護地の保全を反映した送電線ルート of 計画作り	M-C	TR-T-C	F	E	公園や保護地は法律で守られていて、この法は強制的に適用される。保護された、独特な、または例外的な生息地への残留影響は特に顕著ではない。	● 42, 54, 104 ＊ 131 □ 51, 66	＊ 68 □ 51, 66
生息地の喪失、個体群のかく乱、生産力の低下と補充の減少	アクセス道路の建設などの作業区域に関して、主要な動物生息地、泥炭湿原、沼地周辺の保護境界線の尊重	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	＊ 65, 67, 77	＊ 74
	産卵、営巣、渡りの時期の建設活動を減らす。	M	TR-T-C	F-S-W	ND		＊ 2, 67	
	カナダガン、小さな草食野生生物、捕食者に適した湿地帯を貯水池に新たに作る（半水生植物を植え、草やマメの種を播く）ことで素材をリサイクルする。	M	C	F	E		＊ 130	
	使われない土取り場に木を植え、種を播いて、水鳥の生息地を作る。	M-C	C	F	E	いくつかの土取り場が処理され、水鳥の生息地ができています。この対策によって鳥類に適した数ヘクタールの新たな生息地作りと、原住民の狩猟に適した場所の提供が可能になった。	＊ 2, 59, 67, 130, 131 □ 51	＊ 74 □ 51
鳥の死やけが	送電線や誘導線のマーキング、鳥に最も安全な場所をねぐらや巣にさせるための、ねぐら防止装置や平らな構造物の設置。送電塔の設計への絶縁されたとまり木の組み込み(鳥の感電を減らす)	M	TR-T-C	F	E		● 18, 42, 105 ◆ 13, 98 □ 51, 66	□ 51, 66
	ミサゴの営巣のための高所の平らな構造物など、猛禽類のためのインフラストラクチャーの設置。	M-E-C	TR-T-C	F	E	この対策は摂食区域の近くを営巣に適した状態に維持するのに役立つ。 生息地が失われてもこの単純な対策によって生物多様性の維持が可能である。規模を広げ、いくつかの種に対して講じるべき対策。	● 42, 51 ◆ 51 ＊ 2, 51, 130, 133	＊ 69
	送電線近くの植物などの遮蔽物を用いて、鳥にもっと高いところを飛ばせる。	M	TR-T-C	F	ND		● 42 □ 51, 66	□ 51, 66
	送電線の同じ側での鳥の移動を促すために、送電線の施設用地の近くでの生息地の改善や新設	M-E	TR-T-C	F	ND		● 42 □ 66	□ 66
カリブーの死とけが	カリブーによるアクセス道路の通過を容易にするための択伐	M	C	F	ND		＊ 2	

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

緩和および強化策の事例

以下は、鳥や哺乳動物の個体群とその生息地の改善または保全のために講じられ、または提案された緩和および強化策の具体的な事例である。こうした事例から水力発電企業の陸上動物相保全への関心が見て取れる。

⇒ カナダ、ケベック州北部のジェームズ・ベイにあるラグランデ複合施設では、動物相が利用できるファイトマスの量(乾燥重量)が柳の択伐によって 2.5 倍から 3 倍増加した。アメリカヤマナラシの木立で行われた択伐のフォローアップでは、動物相が利用できる成長量が 8 年間で 10 倍増加したことが分かった。

出典(131): *Societe d'energie de la Baie James* (1987)

⇒ 貯水池がブラジルとパラグアイで共有されているイタイプ川のイタイプ・プロジェクトの一環として、1982 年(湛水の年)以来 30,000 以上の動物が捕獲された。捕獲された動物は、水力発電プロジェクトの後で作られた 2 か所の保護地と 5 か所の避難地に移された。保護区域の総面積はほぼ 995km² で、その半分以上が貯水池周辺の保護帯の役割を果たしている。さらに捕獲状態での繁殖のためのセンターでは自然の生息地に再導入することで貴重種や絶滅危惧種が保護されている。

出典 (092): *Itaipu Binacional* (1997)

(009): *The World Bank* (1998)

(097): (051) *GDG* (1998) 中の *Kohlhepp G.* (1987)

⇒ カナダ、ケベック州北部のジェームズ・ベイにあるラグランデ複合施設(1998 年ー1993 年)では、295ha の森林や茂みからなる 75 以上の施設の敷地で択伐が行われており、その目的は野生生物のための良質の代替野生生物生息地を作ることである。これらの施設でのフォローアップで、伐採が行われた最初の年に野生生物がこれらの敷地を使い、生産されたファイトマスは以前の状態より良好であることが分かった。

出典(131): *Societe d'energie de la Baie James* (1994)

⇒ セネガルでは、ディアナ貯水池の水位が高いために流域の上流部が浸水の影響を受けている。水の流入によって作られたこうした状況によって、12,000 羽のグレート・フラミンゴ、数千羽のウ、アジサシとスモール・フラミンゴが、島の上と浸水した森の中に繁殖地を見つけることができた。この地域は野生生物の保護のために極めて重要なものになっている。

出典(044): (051) *GDG* (1990) 中の *Van Lavieren B. and Van Wetten J.* (1990)

⇒ 米国では、コロラド川での放水管理計画によって一次生産力が増加し、植物と水生生物が多様化したために、ハヤブサが餌を豊富に見つけることができるようになった。グランドキャニオンに営巣するハヤブサの個体群は現時点で北米最大である。

出典 (013): (051)GDG (1998) 中の Wieringa and Morton(1996)

⇒ 米国のコロラド州では、鳥をとまらせるために 12.5kv の電柱の最上部にとまり木が設置され、感電死のリスクが低くなった。

出典 (013): (051)GDG (1998) 中の Bridges and Lopez(1995)

2-3-3 植生

影響

水力発電プロジェクト建設の植生に対する影響は、主に浸水と、程度は小さくなるが関連のインフラストラクチャー（送電線、アクセス道路、野営場、廃棄および土取り区域）のための伐採作業区域によって植生が失われることである。いくつかのケースでは、将来的に貯水池になる区域が伐採されている。浸水区域、気候、土壌、植生のタイプと状態（野焼き、再生中、成熟）のすべてがこの資源に対する影響の規模を左右する要素である。

温帯地域では堤防上に水辺の生息地を発達させることは比較的難しいが、貯水池の形態から水位の変化があまり大きくない区域を作ることができれば不可能ではない。乾燥地帯では貯水池ができることは水辺の植物の生息地の発達に有利に働き、熱帯地域では水生生物が増殖して運転上の制約となる場合がある。

貯水池の周辺や流域内で行われる産業、都市、農業活動によって水が富栄養化し、それが大量の水生生物の急速な成長につながる場合がある。この現象は熱帯の国々でよく見られる。

流量の変化があった構造物下流の生息地では、自然の盆地の配置によって自然の浸水サイクルが変わり、川岸の生態系が変化する場合がある。熱帯と乾燥地域ではこの現象がより多く見られる。熱帯地域では大量の水生植物の成長が問題になることがある。

送電線の施設用地の植生の管理は、除草剤の使用、管理下での野焼き、機械による伐採が行われるときに適切な対策が講じられなければ、広範な環境への攻撃になる可能性がある。

緩和および強化策

植物に対するこうした影響を緩和、是正、強化するために、発電企業はさまざまな対策を講じている。表 2.5 では、水力発電プロジェクトの一環として植生に関して講じられ、提案された対策が示される。

表 2-5 植生について導入可能な緩和および強化策

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池と流量の減った河川								
森林資源と地上生息地の喪失	植生の喪失を最小にし、森林を保護するためのプロジェクトの最適化。	M	TR-C	F	E	計画段階でこの対策が講じられれば間違いなく最も効果的。影響源で防止することで、多くの費用がかかる複雑な緩和策が通常は不要になる。二次的および残留影響の予測と抑制も可能になる。しかしプロジェクトの目的と物理的制約のためにこの予防策を講じることができないケースが多い。 妥協せざるを得なくなることが多い。	● 104 ◆ ＊ 2 □ 51	＊ 74 □ 99
	貯水池への湛水前の植生の伐採と除去	M	TR-T-C	F	LE	非常に多くの費用がかかる。熱帯では植生の成長が速すぎて、貯水池の伐採が完了する前に伐採された部分を埋めてしまう。新たに生成されるファイトマスの多さを考えれば、水質の問題はもっと厄介である。 水生植物の成長を防止するための栄養物の削減。	● 35, 42, 53, 104, 113 ◆ 2, 46, 126 ＊ 2, 16, 63, 130, 131 □ 51	● 26 □ 51
	再成長を促し、適切な河岸植生を維持するための、自然環境に応じた貯水池の水位と放流の管理	M	TR-T-C	M-T-W	E	草と茂みの成長によって堆積物の捕捉が促され、水生環境の劣化がもたらされる。 湖岸線の安定への貢献 亜北極、亜熱帯および赤道直下の地域では、安定した低流量の下での水生大型植物の成長増加が顕著である。 大規模ダム下流での流量の大幅な減少が氾濫原の森林の減退の原因になることがある。 貯水池の水位スケジュールの変更によって以前は不毛だった沿岸帯での大型植物の再すみつきが生じることがある。	● 88, 121, 134 ◆ 5, 28, 34, 50, 57 ＊ 127 □ 51, 142	□ 51, 142
	浸水する予定の破壊された生息地での土取り場の選定	M	TR-C	F	E	適切に導入されれば、用いられる場所を浸水区域と組み合わせることで生息環境の喪失を減らすことができる（必要な喪失の原則）。	● 104 ◆ ＊ 131 □ 51	＊ 74 □ 51
	影響を受ける場所、土取り場、野営地、ごみ集積所、工業用地の植林と種蒔き	M	TR-T-C	F	LE	自然の再成長はこの対策を講じた場合と同じぐらい速い。固有種の使用が推進されなければならない。浸水への感応性が非常に高い。この対策はカナダのケベック州では強制的。	● 104 ◆ 2, 46 ＊ 2, 16, 17, 21, 51, 65, 67, 77, 130, 131 □ 51	● 26 ＊ 73, 81 □ 51

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-5 植生について導入可能な緩和および強化策

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
	貯水池周辺の植林による再森林化（森林または川岸資源）	M-E-C	TR-T-C	F-S	E	この対策によって森林生息地の喪失がある程度まで緩和される。しかし、植林帯の主要部分は貯水池によって直接の影響を受けない地帯にある。これは森林資源に関しては主に強化策である。	● 35, 104, 111, 113 ◆ 57 ＊ 2, 21, 29, 30, 31, 59, 101, 130, 131 □ 51	● 26 ◆ 11 ＊ 64, 68, 75, 78, 81 □ 51
	水の自由な流れを可能にし、河岸帯の定期的な浸水を防ぐための湖への排水路の設置。	M	C	F	E	所期の目的に適合する。	＊ 64, 119, 130	＊ 64, 119
生物学的生産量の喪失	水流沿いの森林地帯や河岸植生を維持する。	M-C	C	M-F	E	水流沿いの森林地帯や河岸植生の回廊の維持は河川や流れにおける生物生産量にとって非常に重要であると同時に、鳥と狩猟のために極めて重要である。	＊ 142	
農業生産量の喪失	貯水池の水位スケジュール	M-C	T	M-T-V	E	表層水取水システムの変更が最も効果的な解決法。日本では冷たい水が米の成長不足の原因になる。	◆ 115	
生物多様性または植物相遺産の喪失	貴重種、脆弱種、絶滅危惧種の保全、法的保護	M-C	C	F	E	所期の目的に適合する。	＊ 102 □ 51	□ 51
	保護区域の新設	M-E-C	TR-T	F	E	所期の目的に適合する。政府機関との調整、十分な財源調達、集合体としての合意	● 35, 104, 113 ◆ 133 ＊ □ 51	□ 51
	保全目的の種子の収集、保存と他の場所への移植。遺伝的遺産の原位置での保全のための森林植物園の新設	M-E-C	TR	F-S	E	この施策の採用は成功したが、非常に費用がかかった。植物のニーズとの適合性を確保するために、移植の場所の特質を慎重に明らかにすることが非常に重要。	● 111 ◆ ＊ □ 51	□ 51
人間が使用するためのバイオマスの喪失	大型植物と藻類の収穫と使用（コンポスト、飼料、燃料、バイオガスの生産）	M	TR	F-W	E	所期の目的に適合する。	● 51	□ 99
機器の保護、美的感覚、航行、貯水池や分水路の富栄養化、水理条件の変化	取水口近くの水面の貯水池漂積物の除去（浮遊水生植物の物理的除去）	M	TR-C	F	E	所期の目的に適合する。	● 35, 113 ◆ 2 ＊ 2, 4, 50, 59, 65, 130, 131	● 26

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-5 植生について導入可能な緩和および強化策（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
（続き）	大型植物の成長を促進させる栄養物の負荷軽減のための農業、都市、産業活動の管理と支流の処理。 浸水地帯での選択的伐採	M	TR	F	ND	実施困難	● 53	
	制御構造物からの表層水の定期的な放水、貯水池の水位低下、堆積物の浚渫、ブームの利用による水生植物の管理と破棄。	M	TR	F	E	この対策によって浮遊植物の大部分の除去が可能になる。しかし、発電所の発電目的に関係した障害に直面する。	● 53, 104	● 26
	水生植物の管理のための特定の場所での選択的な除草剤の使用。 自然の捕食者による水生植物の生物学的管理	M	TR	F	E	単純だが有効な方法。だが継続的に行われなければならない。その単純さのために現地のコミュニティが行うことができ、それによってコストが削減され、現地住民の関与が推進される。 効果的だが大きな植物の管理のために繰り返して行うことが求められると費用がかさむようになることがある。	● 53, 104	● 26
送電線その他のインフラストラクチャー								
感応性の高い環境の保護、陸上または水中環境の汚染	送電線やアクセス道路建設の際の感応性の高い、または例外的な植物相環境の保護	M	TR-C	F	E	所期の目的に適合する。	● 42, 104 ◆ ＊ 2, 16, 17, 66, 67, 77, 131	
	機械的方法、手作業または生物学的方法で行われる植生の管理。管理コンセプトを統合しながら植生を管理。	M	T-C	F	E	所期の目的に適合する。	＊ 66, 67, 77 □ 51	□ 51

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

緩和および強化策の事例

⇒ セネガルのカイヨー排水路に関して、伐採された作業帯の樹木の現地住民による回復が既存森林の国内使用を求める違法な圧力の軽減に役立った。
出典 (026) : Consortium SNC Lavalin/BCEOM (1996)

⇒ セネガルのカイヨー排水路では、発電所の生産高に影響する可能性のある水生植物(ガマ、ボタンウキクサ、ホテイアオイなどの漂流物)の形成を管理するためにゲートの上流にブームが設置された。
出典 (026) : Consortium SNC Lavalin/BCEOM (1996)

⇒ セネガルのカイヨー排水路プロジェクトでは、水路の両側への森林帯の設置がきっかけとなって生物多様性の回復が推進された。プロジェクト以前には、ティエスの森の自然の構成の回復は過放牧のためにほとんど望みがなかった。
出典 (026) : Consortium SNC Lavalin/BCEOM (1996)

⇒ 米国、オクラホマ州のペンサコーラ・プロジェクトでは、貯水池水位の管理によって自然状態で記録されていた変動の再生が可能になり、湖岸の再植林のためのプログラムと相まって湖岸の生息地の発達に役立った。
出典 (057) : Grand River Dam Authority (1992)

⇒ ラオスでは、トゥン川のナムトゥン 2 ダム建設プロジェクトの一環として、貯水池から材木が回収され、ファイトマスが除去された。強化策としてトゥン川流域への 3,710km² の保全ユニットの創設が準備された。
出典 (035) : Dorcey et al (1997)
(113) : (051) GDG (1998) 中の Mobiot (1997)

⇒ ラグランデ・プロジェクト第 1 期(1978 年-1986 年)の一環として、ほぼ 1,100 万本の苗木(グリーン・オルダー、スペックルド・オルダー、バンクスマツ、ヤナギ、低木カバノキ、ヒロハハコヤナギ、セイヨウヤチヤナギ)が 6,000ha の土地に持ち込まれた。1986 年から 1996 年まで、500 万本以上の苗木が、カナダ、ケベック州のラグランデ水力発電複合施設の第 2 期の建設活動の影響を受けた 1,150ha の土地に植えられた。
出典 (131) : Societe d'energie de la Baie-James (1987)

⇒ エジプトのアスワンダムでは、ナセル貯水池によって Wadi Allaqi (ワジ・アラークイ) の砂漠における定期的な浸水の後で、貯水池周辺の川岸植物の成長が大いに促進された。
出典 (121) : Pulford et al (1992)
(134) : GDG (1998) 中の Springuel et al (1989)

2-4 人間環境

住民の強制退去は、特に経済的に遅れている国々においては、水力発電プロジェクトに伴う最も重大な社会経済的影響の原因となる。このことは、強制再定住が土着民または農村先住民を対象とする場合に特に当てはまる。彼らはほとんどの場合、自分たちの土地に深い愛着を持っている。浸水区域から

の退去だけでなく、道路、送電線、土取場、野営場などの付帯施設も住民の退去を引き起こす可能性がある。

たとえ水力発電プロジェクトによって物理的に立ち退かされない場合でも、漁場・猟場、農地・放牧地、さらには森林、飲料水源、原料源(レンガ、タイルまたは陶器の材料となる河原の粘土など)のようなその他の貴重な天然資源の喪失によって、住民が生計を失う可能性が残る。このような経済的損失は、貯水池への貯水または土取場の利用、新しいアクセス道路の建設などによって生じることもありうる。考古学的資源、歴史的資源、文化的資源または宗教的資源の喪失も、土着民または農村先住民コミュニティに多大な影響を及ぼす可能性がある。

⇒ 大規模貯水池に生息する魚類に含まれる水銀量の一時的増加を防止する簡単な方法は存在しない。貯水池から捕獲した魚類に含まれる水銀などの汚染物質を測定し、国内の市場基準に適合していることを確認しなければならない。さらに、リスク管理プログラムを立ち上げ、地元で影響を受けるコミュニティに対し、その伝統的生活様式は棄てずに汚染された貯水池の魚類の消費は避けるよう働きかけなければならない。北ケベック(カナダ)では、このようなプログラムが先住民コミュニティに対して功を奏することが証明されている。

出典 (145):Lucotte et al. (1999)

(146):Chevalier et al. (1997)

(147):Dumont et al. (1998)

孤立した環境に新しいインフラ(道路、送電線、労働者用野営地など)を導入することは、土着民または農村先住民の日常生活に潜在的に重大な変化をもたらす原因となりうる。このような住民は、彼らの居住地への新しいアクセスに惹かれて、またはプロジェクト(関連の開発)に付随するその他の施設に惹かれてやってきた外部からの労働者や移住者と初めて接触することになる。極めて伝統的な生活を送ってきた先住民は、社会的葛藤、犯罪、売春および伝統的慣習・信仰の喪失を引き起こす新たな原因の影響を特に受けやすい。

したがって、水力発電プロジェクトの社会経済的影響を最小化または緩和するため、次の原則に従っていくつかのプロジェクトを計画し、実施しなければならない。

- 再定住を回避するか、または最低限に抑える
- 生計を向上させるか、または元の状態に戻す
- 資源を配分し、利益を分かち合い、人々を集団で移動させる
- (住民のプロジェクトへの)参加を促進する
- コミュニティを再構築し、受け入れ側のニーズを考慮する
- 先住民を保護する

緩和、強化または補償策

表 2.6 から表 2.12 は、水力発電プロジェクトとの関連において人間環境に適用可能な一連の緩和策および強化策を要約したものである。

表 2-6 人間環境への影響に適用可能な緩和、強化および補償策－社会経済的影響

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池および関連構造物								
住民の強制退去および伝統的農村コミュニティにおける生計の喪失	新しい住居、農地、公共施設・サービス、および人々の生計を回復・向上させるための支援または教育訓練の提供による、退去させられた住民の再定住および社会復帰（R&R）	M-E-C	TR-T-C	F-W	E	再定住・社会復帰（R&R）プログラムを成功させるには、多大な政治的信用、財源および技術的資源が必要となる。多数の住民の強制退去はできる限り回避しなければならない。R&R プログラムの設計・実施は、包括的なコミュニティ開発計画の進展を通じた住民の生計向上を目指すものでなければならない。人々は集団で移動させなければならない。R&R は開かれた包括的で透明な参加プロセスに基づかなければならない。	● 7, 38, 54, 60, 90, 104, 111, 137 ＊ 15, 16, 131 □ 33, 50	□ 33, 50
						最もうまく計画・実施された R&R プログラムにおいてさえ、重大な社会的・政治的緊張が生じる可能性がある。R&R の目立った成功事例はほとんどない。コスタリカの熱帯高地で導入された R&R プログラムは、見習うべき成功事例・模範と考えられる。住民は移転後 5 年で当初の生活水準を回復した。		
						再定住プログラムは、退去させられた住民と受け入れ側のコミュニティの生活向上を確実にすることを目的とする。収入回復プログラムの好例は、ザンビアのカリバ湖漁場開発プログラムである。R&R プログラムが成功を収めるには適切な規制の枠組みの構築が必要である。また、地元の制度面での能力の構築も必要である。		
下流への経済的影響	水力発電ダムの下流の既存の状態を維持し、かつそれによって、灌漑、減水、農業、漁業、またはその他の水資源の経済的利用に応じて適時に確実に必要水量を（提供して）利用できるようにするための、貯水位および定期放水の管理	M	TR-T-C	F-W	E	セネガル川のマナンタリダムのケースは、代替の水管理技術が実現可能で多大な社会経済的利益をもたらすことが証明されうる、相当な熟慮の上の事例である。	● 42, 104 ＊ 2, 32, 50	◆ 11

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-6 人間環境への影響に適用可能な緩和策、強化策および補償策－社会経済的影響（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池および関連構造物								
レクリエーション地域および農業地域における経済上貴重な土地利用の喪失	可能な場合、貯水区域において水没する貴重な資源（漁場、農地、放牧地）の交換	M-C	TR-C	F-S-W	E	この措置は、慎重に計画・実施した場合でも、不十分な補償金、移転先の環境での生活費の増大、新しい場所でのより複雑な農業などといった、その成功を脅かしうる多くの障害にぶつかる可能性がある。他方、輸送機関、通信機関などの設備の質は、移転先の環境のほうが優れている可能性もある。	● 53 ＊ 2, 15, 16, 65, 131, 133 □ 33, 50	□ 33, 50
土着民または先住民コミュニティにおける経済上貴重な猟場・漁場の喪失	土着民または先住民コミュニティにおける伝統的狩猟・漁業活動を支援するための所得保障プログラム	C	C	F	E	カナダ北部では、ジェームズ湾・北ケベック協定によって、地元のクリー族およびイヌイット族の先住民コミュニティは、独占的な狩猟権、捕獲権および漁業権を保証された。さらに、彼らは政府資金による所得保障プログラム（ISP）の恩恵も受けることができるようになった。この協定によって、これらのコミュニティは、その伝統的生活様式を維持できる、あるいは、ISP の恩恵を受けたことがない他の先住民コミュニティと比較した場合、少なくともこれまで守ってきたそのような活動の実践が衰退するのを減速できるようになった。	＊ 131	
貯水池の氾濫によって将来的土地利用および活動の進展が妨げられる	貯水池の利用（アクセス、航行、入渠、漁業）に関する全体的状況を改善するため、将来の構造物を保護するため、および景観の質を向上させるための、貯水開始前の貯水池地域全体の清掃	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	＊ 2, 17, 21, 29, 30, 59, 65, 101, 126, 130, 131 □ 33, 50	＊ 65 □ 33, 50
適切な計画の欠如によって将来的土地利用および活動の進展が妨げられる	貯水池周辺の将来的土地利用をコントロールおよび管理するための包括的基本計画の策定	M-E-C	TR-T-C	F	ND	この措置は、貯水池周辺の将来の経済開発のための好ましい状況を作り出すことを目的とする。	● 42 ＊ 15, 16 □ 33, 50	□ 33, 50
適切な計画の欠如によって将来の生活権漁業が妨げられる	貯水池での漁業をコントロールおよび管理するための商業漁業管理計画の策定	M-C	TR	F-W	E	この措置は、貯水池内での養魚のための好ましい状況を作り出すことを目的とする。	□ 33	□ 33
貯水池の土砂堆積および商業航行の可能性の低下	航行および浚渫のための水門建設	M-E-C	TR-T-C	F-S	E	この措置は当該河川における商業航行を円滑にすることを目的とする。	□ 33	□ 33

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-6 人間環境への影響に適用可能な緩和策、強化策および補償策－社会経済的影響（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
影響を受けるコミュニティにおける社会的影響	影響を受けるコミュニティにおけるコミュニティサービス（保健サービス、教育サービス、住宅供給サービス、社会サービス）発展のための財政支援	C	TR-T-C	F-W	E	影響を受けるコミュニティにおける社会的影響は、住宅供給サービス、教育サービス、社会サービスおよび保健サービスの向上によって、ある程度まで圧縮することができる。しかしながら、このような形で影響の圧縮は、地元で利用できる天然資源に大きく依存する、影響を受けやすい先住民族または少数民族の場合は特に十分とは言えない。	☐ 33	☐ 33
	プロジェクト計画へのコミュニティの参加	M-C	TR-T-C	F	ND	影響を受けるコミュニティにおける水力発電開発の社会的影響を完全に緩和または相殺することは困難である。このようなコミュニティはプロジェクトにおけるパートナーとして扱われ、さらに、問題点を正しく理解して彼らが十分な補償を受けられるようになりうる解決策を自ら提案できる十分な時間を与えられなければならない。 ケベック州におけるサントマルグリット 3 水力発電プロジェクトの場合は、先頃、先住民コミュニティとの間で、彼らが自分たちの経済発展を支援し、かつその伝統的生活様式を維持するのに十分な財政支援を 50 年間にわたって受けることになる協定が取り決められた。	☐ 33	☐ 33
貯水区域内の農地および伐採地の喪失	すでに農作業または伐採作業に当てられている土地での当該活動の最適化または強化 用水路の建設、乾燥による耕地の喪失を相殺するための制御流量	M-E-C	TR	F-S-W	E	所期の目的に合致する。	● 38, 42 ☐ 33	☐ 33
貴重な経済資源の喪失	貯水区域が水没する前の森林資源および鉱物資源の回収	M	TR-C	F	E	資源は貯水前に十分前もって回収しなければならない。この措置は資源の完全な保護を考慮したものではない。	● 104 ☐ 33	☐ 33
農地および耕地土壌の不十分な保護	土壌保全方法の実施および持続可能な農法の開発に関する方針の確立	M-C	TR	F-W	E	この措置はは成功と失敗が相半ばしている。相当な財源を必要とする。	● 38 ☐ 33	☐ 33
適切な計画の欠如によってダム下流の農地の将来的生産性が損なわれる	ダム下流の農業管理計画の策定	M-E-C	TR	F-S-W	E	適切な灌漑供給を確実にすることによって、この措置は農作物生産性の向上を可能にする。	● 38 ☐ 33	☐ 33

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

☐ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-6 人間環境への影響に適用可能な緩和策、強化策および補償策－社会経済的影響（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水区域内の新たな状況に適応するための適切な教育訓練および機会が労働者に与えられていない	余剰労働力の再訓練を促進し、当該地域における農業、動物の飼育、林業、漁業および手工業を発展させる	M-C	TR	F-W	ND		● 53, 54 □ 33	□ 33
地域コミュニティが十分な経済的利益を得られない	地元労働力の雇用および地元・地域企業への契約付与を促進する 新しい仕事を得るための支援または教育訓練、雇用エクイティプログラム	M-E-C	TR-T-C	F-S-W	E	このような措置は影響を受ける住民全員に利益をもたらす訳ではないが、好結果をもたらすものと一般に認識されている。 貯水池周辺で生活するコミュニティが得る利益の割合の増加を可能にする。また、労働力の安定および人件費の軽減を可能にする。	● 42, 53, 54 ＊ 17, 65, 130, 131 □ 33	＊ 74 □ 33
	プロジェクトの工期を延長して、地元労働力の雇用を促進する	M-E-C	TR	F	E	出稼ぎ労働者に対するピーク需要は低減するが、プロジェクトコストを増加させ、他の優先事項と競合する可能性がある。	□ 33	□ 33
文化的認識の不足による作業現場での紛争	労働者のための先住民コミュニティに関する情報プログラム	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	＊ 17, 65, 131	
土地利用、民族紛争、伝統的活動の維持をめぐる紛争	非居住者の居住地への立ち入り制限、様々な民族間の接触の禁止、労働者と居住者間の紛争の管理	M	TR-C	F	E	この措置は短期間で期待された効果をもたらした。中・長期的には、非居住者による伝統的猟場および漁場のレクリエーション的利用が著しく増加した。適用が非常に難しい措置。たとえば、労働者用の別個のレクリエーション施設、または先住民族用の別個の食料補給所（貯蔵所）の建設を含む可能性がある。	● 104 ＊ 65, 131 □ 33	□ 33
民族紛争、伝統的活動および生活様式に対する脅威	建設期間中の、地元住民と出稼ぎ労働者住民との間の既存の社会的関係への適応	M	TR	F	E		● 53	
飲料水供給の質に対する脅威	建設期間中の、地元住民と出稼ぎ労働者住民との間の既存の社会的関係への適応	M-C	TR-T-C	F-W	E		● 104 ＊ 65, 130 □ 33	● 26 □ 33
現在の住民および将来の居住者のためのコミュニティインフラの不足	プロジェクトに惹かれてやってきた住民にだけでなく居住住民にも役立つ、プロジェクトに付随する新しいインフラを設計する	M-C	TR-T-C	F-S-W	E	所期の目的を満たしている。一部の事例では、新しい道路の存在は地元コミュニケーションの向上や地域市場・地域サービスへのアクセスに役立ったが、有益な効果は流域の動物層に与えた影響によって相殺されている。さらに、経済的資力の欠如が道路の劣化をもたらしている。	● 38, 104 ◆ 22, 133 ＊ 50, 130, 131 □ 33	＊ 50 □ 33

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-7 人間環境への影響に適用可能な緩和策、強化策および補償策－公衆衛生および安全への影響

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池および関連構造物								
移行期間中の貯水区域における公衆衛生上の影響	再定住と社会復帰との間の移行期間中に、影響を受ける住民に生活手段を提供する	M-C	TR	F	ND		● 53 □ 33	● 53 □ 33
再定住と社会復帰との間の移行期間中の貯水区域における公衆衛生上の影響	臨床治療に加えて、予防、教育および追跡プログラムも含めた公衆衛生対策の実施 既存の地域健康予防プログラムとの連携 発現する可能性が高い疾病のスクリーニングおよび既存の疾病の治療 作業現場での出稼ぎ労働者の健康の組織的監視	M-C	TR-C	F	E	社会的・文化的格差が深刻な場合は大規模な教育的・社会的プログラムが必要とされる。しかしながら、公教育を通して全住民に適用するのであれば、衛生と正しい水の使い方に関するコミュニティの教育が長期的に見て最も有効な手段と考えられる。発生源における予防は、集団発生の機会および予期せぬ二次的影響の発生を低減する。他方、地域予防プログラムは文化的抵抗に直面する可能性があるため、このような措置の実施を困難にする。	● 53, 54, 104, 111 * 131 □ 33	□ 33
貯水区域における公衆衛生上の影響	生活廃水・工業廃水の処理および貯水池周辺の大気汚染防止	M	TR	F-W	E	所期の目的を満たしており、貯水池近隣に居住する住民の健康上の問題の解決に役立つ。	□ 33	□ 33
貯水区域における公衆衛生上の影響および飲料水供給の質に対する脅威	飲料水の処理および潤沢な供給	M	TR	F	E	所期の目的を満たしているが、重大な投資を必要とする。	● 38, 53, 111 □ 33	□ 33
貯水区域における公衆衛生上の影響	管理プログラムと利用しやすい診療所の設置	M	TR	F-W	E	この措置は、影響を受けるコミュニティおよび人口が密集した開発途上地域における地域保健センターの設置と要員の雇用・教育訓練、ならびに疾病管理を目的とした適切な医薬品供給を確保するためのシステムの構築の両方に関わっている。	□ 33	□ 33
貯水区域における公衆衛生上の影響	疫学的監視プログラムの設計および実施	M-C	TR	F-W	E	この措置は地元・地域住民の公衆衛生状態の変化を見つけ出すことを目的とする。	□ 33	□ 33
貯水区域における公衆衛生上の影響	公衆衛生教育プログラムの設計および実施	M-C	TR	F-W	E	この措置は主に影響を受ける住民を対象とする。	□ 33	□ 33
貯水区域における公衆衛生上の影響	出稼ぎ労働者住民の移動および近隣住民の流入の抑制	M	TR	F-W	E	この措置は、貯水池周辺における急激な人口増加によって生じる健康への影響を抑制することを目的とする。政府機関によって土地利用基本計画が整備されなければならない。	□ 33	□ 33
貯水区域における公衆衛生上の影響	病原菌媒介生物コントロールプログラムの設置	M	TR	F-W	E	この措置は病原菌媒介生物の駆除および静止水の管理を目的とする。	□ 33	□ 33

対策のタイプ
M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系
M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性
E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係
□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、*（C）寒冷地

表 2-7 人間環境への影響に適用可能な緩和策、強化策および補償策—公衆衛生および安全への影響（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
（続き）	貯水池および近隣の湖沼に生息する様々な魚類に含まれる水銀量の監視	M	C	F	E	この措置は、人の健康にリスクを与える魚類を特定すること、および低リスクの魚類に対する漁獲努力に新たな方向付けをすることを目的とする。しかしながら、低リスクの魚類の中には必ずしも消費者に人気があるとは限らないものもある。	* 65, 101, 126, 131 □ 33	* 74 □ 33
	殺虫剤の使用および／または蚊、軟体動物などの生物的防除 高地の水はけが良い区域における、網戸、衛生設備、廃棄物・廃水処理システムを備えた野営場の設置 蚊や軟体動物による植物および近隣の水のコロニー化の定期的監視 居住地域近隣の貯水池の水位低下区域における、排水や盛り土による湿地（沼、水たまり）形成の防止	M	TR	F	E	所期の目的を満たしている。	● 42, 53, 104 □ 33	□ 33
	メチル水銀を蓄積している可能性がある貯水池の魚類の消費に伴う健康上のリスクを低減するため、近隣の湖沼における家族およびコミュニティ漁業プログラムを設置する 地元居住者による、自らの伝統的活動を追求し、自らの生活様式を尊重するための取り組みを支援する 地元居住者に水力発電用貯水池以外の水域で狩猟・魚獲りを行うよう促す、または水銀含有量が低い産物を消費することによって食生活を多様化するよう促すプログラムを設置する	M-C	C	F	E	このタイプの措置は概して、貯水地への貯水後に水銀量が増加した魚類の漁獲への関心喪失をうまく相殺することができる。措置は関係するコミュニティ内の既存の価値および認識に適合させなければならない。当該措置は利用者にとって財務収益源、逃してはならない利益となりうる。ただし、魚類の乱獲防止のために講じられる厳しい監視と追跡調査を必要とする。	* 101, 126	
	潜在的に市場性のある非肉食魚類の商業漁業（チョウザメ個体群の居場所を見つけて市場に出すなど）を育成するか、または代わりとなる魚肉を地元コミュニティに提供する	M-E-C	C	F	E		* 101, 126	
貯水区域における公衆衛生上の影響および地元開発の利益	貯水池での商業養魚の導入	M-E-C	TR-T-C	F-W	E	この措置はその実現可能性を評価するパイロットプロジェクトの対象であった。結果は良好と思われる。最も魅力的な短期的効果は、水生種の飼育技術に関する先住民参加者の教育訓練であった。	● 53, 104 ◆ 50 * 2, 50, 101, 126 □ 33, 51	◆ 50 □ 33, 51
貯水池へのアクセスおよび航行の安全	航行水路を明確にし、航行図を作成する 航行可能域に印を付け、航行水路を作成する	M	C	F	E	アクセスのしやすさと安全が確保されている。短期的には効果が高く評価される。一時的利益。	* 65, 130	

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、*（C）寒冷地

表 2-7 人間環境への影響に適用可能な緩和策、強化策および補償策—公衆衛生および安全への影響（続き）

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池へのアクセスおよび航行の安全	貯水池内の様々な地点におけるアクセス・入渠に安全な状況を作り出すための、道路、貯水池への入口ランプおよび堤防安定化構造物の建設	M	T-C	F	E	所期の目的を満たしている。	◆ 50 ＊ 2, 17, 50, 65, 130, 131	◆ 50 ＊ 50
航行の安全	貯水池からの屑木材の回収	M	C	F	E	一般に航行には役立つが、漁業資源のためのシェルターの設置と競合する。重要な場所で必要に応じて行うこと。この措置は通常、しっかりした計画と財政支援を必要とする。この措置を実施する前に、これが他の環境構成要素（水生動物相など）に与える影響を認識しておくことが重要である。	＊ 2, 50, 65, 130, 131	
浸食および航行の安全	堤防の安定化	M	C	F	E	湖岸の状態を維持し、かつそれによって入渠および航行の状態を維持するのに役立つ。	＊ 2, 50, 130	＊ 50
安全	貯水池や河川での氷上移動の危険性に関する情報の浸透	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	＊ 130	
	貯水池およびその他の水路変更箇所のマッピング	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	＊ 130	
安全および公衆衛生	汚染物質および有害廃棄物を管理するためのプログラム	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	＊ 67, 77	＊ 81
アクセス道路上での利用者の安全	路上の安全を確保するための予防プログラム	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	＊ 65, 67, 77	＊ 81
地元居住者の生活の質	適切な作業計画および市街地での週末	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	＊ 65, 67, 77	＊ 81
生活の質および騒音公害	環境に与える騒音の影響を軽減するための、市街地における大型車両の強制検査および空圧ドリルではなく油圧ドリルの使用	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	＊ 65, 67, 77	＊ 81
	専門委員会によるプロジェクトの追跡調査、ならびに作業計画・緊急対策の策定および実施 竣工後の安全検査	M	TR-T-C	M-F-S-W	ND	公衆安全に対するリスクを解消すること。	□ 33	□ 33

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-8 人間環境に対する緩和、強化または補償策－狩猟および漁業への影響

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池および関連構造物								
漁業資源の利用	貯水池およびセクターにおける漁獲可能性の高い漁場の開拓 先住民コミュニティによる水鳥狩猟に適した湿地の創出 流量が減少した河川における堰の建設	M	T-C	F	E	この措置は、漁獲可能性が十分重要で、かつ地元コミュニティがアクセスしてそのコストの正当性を証明できる場所において適用されなければならない。	* 17, 50, 59, 130, 131	* 50
資源の喪失および近隣地域における可能性の増加	集中的なビーバー用のわなの設置およびビーバーの移動	M-C	C	F	E	この措置は利用者の連携度に大きく依存する。移動の成功は自ら移動するビーバーの自然の行動によって相殺されるものであり、ビーバーは自ら移動する。	* 60, 131	
伝統的猟場の喪失	捕獲区域を移動させるプログラム	M-C	C	F	E	この措置の成功には、コミュニティ、利用者、および地元の慣習に関する幅広い知識の連携が不可欠である。	* 131	
伝統的活動	網漁の状況を向上させるための、堤防、ダム側面および特定の二次堤防の障害物除去および清掃	M-C	C	F	E	この措置はいくつかの角度からプロジェクトの影響を緩和する。主に、網漁にとって最適な状況および進水ランプ・入渠ランプへのアクセスの維持を確実にするのに役立つ。さらに、景観への影響も軽減する。	* 18, 59, 131	
漁場へのアクセスのしやすさおよび狩猟資源の喪失	道路および貯水池への入口ランプの建設 冠水居住地内の資源の喪失の代償として、新しい居住地内の資源へのアクセス道路の建設および整備	M-C	C	F	E	この措置は、冠水区域によって生じる喪失を相殺する新しい資源へのアクセスを創出する。既存の航行ルート of 質を維持するのに役立つ。	* 65, 130, 131	* 74
伝統的活動の喪失	ダム下流における、地元での商業漁業およびスポーツフィッシング方法の成功を向上させるための、最小管理流量の使用	M-C	T-C	F	E	流量の低減およびその後の調整が釣り漁法を可能にし、新しい釣り場を利用しやすくする。	◆ 2, 23 * 2, 32, 50 □ 51	* 50, 64 □ 51
資源の過剰利用	労働者による野生生物資源の利用に関する管理プログラム	M	C	F	E	所期の目的に合致する。	* 131	
資源の利用しやすさ	スノーモービル用走行ルートの設置	M-E-C	C	F	E		* 130, 131	

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系

M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性

E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、*（C）寒冷地

表 2-9 人間環境に対する緩和、強化または補償策－レクリエーション的利用への影響

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池および関連構造物								
居住区の利用	他の河岸所有者の活動を促進するための、発電目的の湖水利用の制限	M	T	F	E	短期的には、この措置は、水位、レクリエーション活動および航行施設の元の状態を一部回復するのに役立った。長期的には、発電減少にコストがかかりすぎて、このような措置を正当化できなくなる可能性がある。	◆ 8, 12, 50 ＊ 50 □ 33	◆ 11 ＊ 50 □ 33
経済活動および地域の利益	施設の景観への統合 レクリエーションおよび観光施設（遊歩道、ロックアウト、キャンプ場、ピクニック場、公園創出、水上活動用アクセス） 観光用および教育用施設の推進	E-C	T-C	F	E	この措置はどのプロジェクトにおいても不可避である。プロジェクトに関する情報の提供が地元住民によるプロジェクトの受け入れを円滑にし、協力を強化することが認められている。この措置は地域独自の特性も促進するので、地元グループおよびコミュニティはできれば措置の実施に参加することが望ましい。	◆ 23 ＊ □ 33	□ 33
資源の利用	生態学解析センターの資金調達および建設	C	T	F	E	所期の目的を満たしている。	◆ 50	◆ 50

対策のタイプ

M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系

M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性

E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係

□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-10 人間環境に対する緩和、強化または補償策－遺産への影響

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
貯水池および関連構造物								
遺産および考古学	考古学的資料の救済、および概要の公表による関連情報の浸透	M	TR-T-C	F	LE	この措置は必ずしも所期の目的を満たしているように思われるとは限らない。この措置は綿密な計画によって適用されなければならない、プロジェクト仕様にはこの点が欠けている。さらに、影響を受ける構成要素の移転先として選定された場所は通常、元の状態の歴史のおよび文化的制約に対応しない。ほとんどの場合、社会的緊張が引き起こされる。	● 54, 104, 111 ◆ 50 ＊ 50, 65, 131, 133 □ 33	◆ 50 ＊ 50 □ 33
史跡および考古学	考古学的遺跡、古生物学的遺跡、史跡、信仰の場所および聖地の保護	M-C	TR-T-C	F	E	所期の目的を満たしている。	● 104 ◆ 23, 35, 50, 57, 139 ＊ 50, 65, 67, 131 □ 33	◆ 50 ＊ 50 □ 33
考古学的遺跡および文化遺産の保護	考古学解析センターの建設	E-C	C	F	E	所期の目的を満たしている。	＊ 65	
考古学的遺物の喪失	影響を受ける地区における遺跡発掘プログラム	M	TR-C		E	所期の目的を満たしている。	● 104 ◆ 23, 50 ＊ 50, 67, 131 □ 33	◆ 50 ＊ 50, 74 □ 33

対策のタイプ
M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系
M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性
E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係
□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、＊（C）寒冷地

表 2-11 人間環境に対する緩和、強化または補償策—流量が変化し分水路のある河川の影響

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
農地および収入の喪失	他の河岸所有者の活動を促進するための、発電目的の湖水利用の制限	M-C	TR	F-S-W	ND		☐ 33	● 26 ☐ 33
経済活動	経済・社会活動の多様化のための支援機関に対する援助	C	TR	F-S-W	ND		☐ 33	● 26 ☐ 33
経済発展	制度的強化	C	TR	F-S-W	ND		☐ 33	● 26 ☐ 33
社会発展	女性が収入を得るための活動の多様化の促進	M-C	TR	F-S-W	ND		☐ 33	● 26 ☐ 33
生活の質	農村コミュニティにおける生活水準の向上	M-C	TR	F-S-W	ND		☐ 33	● 26 ☐ 33
土地利用計画	分水路の一方に多数の近隣住民から成る単一の集落が形成されるのを防止する プロジェクト影響圏内の土地割当計画 灌漑地に適した質および量の水資源を維持する	M-C	TR	F-S-W	ND		☐ 33	● 26 ☐ 33
	既存の土地所有者と部落の同一性および結束を尊重する	M-C	TR	F-S-W	ND		☐ 33	● 26 ☐ 33
アクセス道路の質	劣悪な状態のアクセス道路の修復	M-E-C	TR	F-S-W	E	所期の目的を満たしている。	☐ 33	● 26 ☐ 33
考古学的遺跡および史跡の保護	史跡、聖地および考古学的遺跡の保護	M-C	TR-C	F-S-W	E	所期の目的を満たしている。	☐ 33	● 26 ☐ 33
人の健康	労働者の健康状態の組織的監視	M	TR-C	F-S-W	E	所期の目的を満たしている。	* 131 ☐ 33	● 26 ☐ 33
飲料水の質	居住者が飲料水に利用できるように分水路からの水を濾過することを目的とする貯水池の設置	M	TR	F-S-W	ND		☐ 33	● 26 ☐ 33
	人や畜牛が自由に近づけないよう飲料水用貯水池を保護・監視する	M	TR	F-S-W	ND			● 26
	周辺および村の貯水池の恒久的な給水を確実にする 取水量を維持する	M	TR	F-S-W	ND			● 26
飲料水の質および人の健康	軟体動物（住血吸虫症の中間宿主）用のわなとして役立つ沈殿池を分水路の入口に設置する	M	TR	F-S-W	ND			● 26
	水系疾病の中間宿主の支えとなりうる水生植物の発生を防止するための用水路の整備	M	TR	F-S-W	ND			● 26

対策のタイプ
M：緩和、E：強化、C：補償

生物群系
M：山地、F：森林、S：サバンナ、W：湿地

有効性
E：有効、LE：限定的効果、NE：効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係
☐ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、*（C）寒冷地

表 2-11 人間環境に対する緩和、強化または補償策－流量が変化し分水路のある河川の影響(続き)

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
公衆安全	利用者の保護および安全（橋や歩道に隣接した金網塀、認識、教育）	M	TR	F-S-W	ND			● 26
公衆安全および家畜の安全	道路橋、歩行者用道路、および畜牛・大型野生動物用通路の建設	M	TR	F-S-W	ND			● 26
利用者の安全	氷上の（大気）循環に伴うリスクに関する情報の浸透	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 130	
生活の質および騒音公害	大型土木機械に使用されている内燃機関へのマフラー設置による騒音公害の軽減	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67	
土地利用	ボート遊びなどのレクリエーション活動に適した水位を維持するための堰の建設	M-C	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 50	* 50, 64
	レクリエーション活動および観光活動のためのアクセス通路の移動	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 50	* 50, 64
資源の利用	適切な漁業の質が維持されるようにスポーツフィッシング用の魚類が通り抜けられない障害物を設置する	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。		* 64
	適切な漁業の質を維持するための流量の管理維持	M-C	C	F	E	所期の目的を満たしている。	◆ 2 * 2, 50	* 50, 64

対策のタイプ
M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系
M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性
E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係
□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、*（C）寒冷地

表 2-12 人間環境に対する緩和、強化または補償策－送電線および関連構造物の影響

影響	対策	タイプ	気候帯	生物群系	有効性	コメント	講じられた対策	提案された対策
生活の質および騒音公害	車両を良好な動作状態に保持する（大気汚染、騒音、泥汚れ）	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
生活の質および大気汚染	認可された粉塵対策（水、カルシウム塩化物、アンモニウムまたはリグノスルホン酸塩カルシウム）の使用	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
	居住区域周辺の大型車両の通行および通常作業時間外の騒音が出る作業の実施を防止する	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
土地利用	レクリエーション活動および観光活動用の通路をふさがないようにする	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
景観への影響	高層建築物を連絡通路から見えすぎないように配置する	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
土地利用および施設用地の利用	施設用地の多目的利用（ガーデニング、緑地、公共インフラ、レクリエーション区域）を促進する。	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
飲料水の質	飲料水供給拠点、取水口および地下浸透設備付近での機械類の使用を避ける	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
土壌および地下水の質	保管区域における事故による汚染物質の流出を防止する	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
	事故による汚染物質の流出に対する緊急対策の策定および適用	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
公衆安全	爆破マット、弾薬の時差配置または爆発を同時にしない方法を用いることによって、施設用地内での岩の爆破破壊を制限する	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
農地へのアクセスおよび農地の利用	既存の道路上の農地および耕作地内の施設用地へアクセス、ならびに農民と相談の上でのアクセスの整備	M	TR-C	F	E	所期の目的を満たしている。	● 42 * 67, 77	
遺産の保護	確認された考古学的遺跡を保護する	M	C	F	E	所期の目的を満たしている。	* 67, 77	
	送電塔に登ることの危険性に関する一般の人々の認識を守り、高める	M	TR	F	E	所期の目的を満たしている。	● 42	
環境の保護	環境上脆弱な地域を保護するために、機械による森林の伐採・搬出および除草剤による再生の抑制を適用する	M	TR	F	E	所期の目的を満たしている。	● 42 * 67, 77	
農地の保護	主要な農業区域または放牧区域を避ける	M	TR-C	F	E	所期の目的を満たしている。	● 42 * 67	
農地および生産の喪失	農地の喪失に対する補償	M-C	TR	F	E	所期の目的を満たしている。	● 42	
農業生産	建設（工事）を農期に合わせ、乾燥期を避ける	M	TR	F	E	所期の目的を満たしている。	● 42	
地域経済	地元労働力の雇用	M	TR-C	F	E	所期の目的を満たしている。	● 42	* 68

対策のタイプ
M：緩和、E：強化、C:補償

生物群系
M：山地、F:森林、S:サバンナ、W：湿地

有効性
E:有効、LE:限定的効果、NE:効果なし、ND：確認できない

気候帯との関係
□ 一般的、●（TR）熱帯地域、◆（T）温帯、*（C）寒冷地

データベースからの 分析に見る緩和策

3 データベースからの分析に見る緩和策

データベースは世界中の水力発電企業が回答したアンケートから作られた。このデータベースの最終目標はさまざまなタイプの水力発電施設で実施された緩和策の有効性を評価することである。しかしながら、私たちが使うことのできたデータベース中の 24 のプロジェクト(表 3.1)の大部分は寒帯の生態系の中にある。データベース中の情報の全容については、読者は付録Ⅲ-サブタスク1の、「水力発電開発における環境および経済的影響と緩和策の効果」と題された報告を参照されたい。

アンケートは 4 つのパートからなる。パート 1 ではプロジェクトの技術的側面が示される。この部分はかなり詳細で、プロジェクト、その規模、その所在地の環境についての貴重な記述データからなる。パート 2 では計画段階での問題発見プロセスが取り上げられている。パート 3 は影響の検証でアンケートの中核をなし、サブタスクⅢ/1 にすべて記述されている。最後に、パート 4 はさまざまなプロジェクトで講じられた緩和策の有効性を評価しようとするものである。

データベース中のほとんどの貯水池の表面積は 20km² 未満だが、表面積が 400km² を超えるものもいくつかある(表 3.1)。非常に大きな貯水池の環境要素(魚、水質など)ならびに地元コミュニティ(土地利用、プロジェクトに対する認識)への影響は、浸水地域がずっと大きくなれば拡大することが予想される。これらのケースで講じられる緩和策は小規模の水力発電プロジェクト講じられるものとは異なる。

アンケートではプロジェクトの理論的根拠と歴史、ならびに一般的な社会データについても述べられている。再定住と補償の問題に関連するデータが併せて取り上げられている。こうした補償は、新たな住宅や村へ一年中アクセスできるようにする道路の建設、一定額の金銭の支払い(一括または数年にわたる定期的支払い)、または湛水のために失われた土地の代替地の提供に関連するものである。しかし、データベース中ではこれらの補償策の成功を評価するための情報は入手できない。

プロジェクトの実施と地元コミュニティによるその受け入れにとって、影響評価への地元コミュニティの組み込みは重要と思われる。貯水池新設の社会的影響のフォローアップに関する情報はほとんどない。しかし、地元コミュニティの理解は一般的にはプロジェクトの開始から終了に向かって前向きなものになっていく。

アンケートでは緩和策について相当量のデータが示される。しかしほとんどのデータは記述的なものである。さまざまなキーワードとのリンクの構築は困難である。とは言っても、緩和策の成功と、それが機能したりしなかったりした理由に関する情報は示されている。ほとんどの措置は有効だったと推測される。

表 3-1 本章で用いられるプロジェクトに関する情報

Project name	Country	Year of operation	Types of project	Installed capacity (MW)	Reservoir area (km ²)	Catchment area (km ²)
La Grande-2A	Canada	1991	Upgrading power station with reservoir and river(s) diversion	1998	2835	174 490
Robert-Bourassa (RB)	Canada	1979	New power station with reservoir and river(s) diversion	5328	2835	174 490
Kokkosniva	Finland	1990	New run of river power station	25	18	51 127
Kurkiaska	Finland	1992	New run of river power station	25	6.5	51 127
Lokka	Finland	1967	New power station with reservoir	0.15	417	51 127
Petäjäskoski	Finland	1996	Upgrading run of river power station	127 to 151		
Porttipahta	Finland	1981	New power station with reservoir	35	214	51 127
Mis Dam - Sospirolo	Italy	1963	New power station with reservoir and river(s) diversion	16	1.33	768
Kurotani	Japan	1994	New run of river power station and river(s) diversion	19.6		7 710
Okumino	Japan	1994	New power station with daily pumped storage	1500	0.39	1840
Shin-Takanosu	Japan	2001	Upgrading run of river power station	15.7	0.35	1 150
Takami	Japan	1983	New power station with daily pumped storage and river(s) diversion	200	6.75	650
Batang Ai	Malaysia	1985	New power station with reservoir and river(s) diversion	108	90	1200
Hunderfossen	Norway	1963	Upgrading run of river power station	112		?
Aurland I	Norway	1973	New power station with reservoir	675	?	773
Aurland II	Norway	1983	New power station with reservoir	70	2.64	
Reppa	Norway	1983	New power station with reservoir	9	0.83	773
Stjørdalselva	Norway	1995	New run of river power station with seasonal pumped storage	140	16.5	561
Agavanzal	Spain	1995	New power station with reservoir	23	3.65	4 528
La Remolina - Riano	Spain	1988	New power station with reservoir	85	22.3	591
Valparaiso	Spain	1988	New power station with reservoir	68	12.2	4 528
Maan I	Taiwan	1998	New power station with reservoir and river(s) diversion	133.5	0.18	1 236
Mingtai	Taiwan	1992	New power station with daily pumped storage and river(s) diversion	1600	8.4	3 155
Great Ruaha - Mtera	Tanzania	1988	New power station with reservoir	204	660	68 000

緩和策は 3 つの主要カテゴリーに分けられる。1) 経済および社会的影響の管理、2) 陸上生息地の緩和と管理、3) 水中生息地の緩和と管理である。これらの各カテゴリーの中で、広範な地域、建設地域および現場、下流地域、貯水池地域における措置が分けられている。完了した緩和策が付属文書 A-1、A-2、A-3 に示され、表 3.2、3.3、3.4 では主要な措置のタイプがまとめられている。

表 3-2 経済および社会的影響の管理と緩和策

Actions	Projects
Mitigation measures for local or indigenous communities	
Agreements and compensation	Robert-Bourassa; La Grande 2A
Jobs opportunities	Robert-Bourassa; La Grande 2A
Control access of workers to native village	Robert-Bourassa; La Grande 2A
Relocation and construction of a new village	Robert-Bourassa
Improvement conditions and facilities for hunting and fishing	Robert-Bourassa; La Grande 2A; Kurkiaska, Aurland I ; Great Ruaha
Agriculture improvement	Great Ruaha
Financial compensation	Robert-Bourassa; La Grande 2A
Provision of schools, health education and medical care	Great Ruaha
Risk management program	La Grande-2A ; Great Ruaha
Mitigation measures for recreational activities	
Route and road adjustments	Aurland I; Robert-Bourassa ; Stjørdalselva
Recreational facilities and infrastructures - terrestrial	Takami ; Hunderfossen ; Stjørdalselva
Recreational facilities and infrastructures - aquatic	Petäjaskoski; Kokkosniva; Kurkiaska; Robert-Bourassa
Water level management for recreational uses	Mis Dam - Sospirolo
Mitigation measures for traffic adjustments and noise control	
Traffic regulations	Shin-Takanosu; Takami; Kokkosniva; Kurkiaska; Lokka; Kurotani
Noise control	Takami
Financial compensation and relocation	
For land loss	Kokkosniva; Lokka; Porttipahta; Robert-Bourassa; La Grande-2A; Valparaiso; Kurkiaska
For natural resources loss	Robert-Bourassa; La Grande-2A
Relocation of indigenous people	Robert-Bourassa; La Remolina-Riano; Porttipahta
Relocation to protect historical amenities	La Remolina-Riano
Infrastructures	
Equipment	Lokka; Porttipahta ; Hunderfossen
Water supplies	La Remolina-Riano; La Grande-2A

経済および社会的影響に取り組む緩和策は非常に一般的である。関心事項は経済的でもあり社会的でもある。ほとんどの提唱者は社会状況を改善し、建設段階の不都合を予防しようとする。長期的な補償策としては協定、金銭補償、レクリエーション施設、インフラストラクチャーなどが実施されている(表 3.2)。

次のカテゴリーは陸上生息地に関するものである。ほとんどの緩和策は景観と植生の変更や喪失を緩和しようとするものである(表 3.3)。この場合も、通常これらの措置が提唱者によって講じられる。

表 3.3 陸上生息地の緩和策および管理

Actions	Projects
Landscape adjustment	
Removal of vegetation and clearing	Kurkiaska; Lokka; Petäjäsoski ; Hunderfossen ; Stjørdalselva
Architectural or amenities concerns	Shin-Takanosu; Kurotani
Weir	La Remolina-Riano ; Stjørdalselva
Construction sites rehabilitation	Mis Dam-Sospirolo; Robert-Bourassa; La Grande-2A; Valparaiso
Revegetation	Kurotani; Lokka, Mis Dam-Sospirolo; Robert-Bourassa; Porttipahta; Takami; La Grande-2A; Kurkiaska; Kokkosniva; Agavanzal; La Remolina-Riano ; Underfossen ; Great Ruaha
Protection of valued ecosystem component	Kokkosniva ; Stjørdalselva

最後の緩和策と管理は水中生息地のためのものである。どの提唱者も、水質と水量の管理、魚類の保護または侵食および堆積物の管理または防止のために水中生息地の緩和と強化を行う(表 3.4)。

表 3.4 水中生息地の緩和策と管理

Actions	Projects
Erosion prevention and control	Lokka; Porttipahta; Kokkosniva; Kurkiaska; Petäjaskoski; Robert-Bourassa; La Grande-2A ; Great Ruaha
Sedimentation prevention and control	Kokkosniva; Kurotani; Mis Dam-Sospirolo ; Great Ruaha
Fish protection and enhancement	
Electric fence	Kurkiaska; Kokkosniva
Fishway	Kurotani; Shin-Takanosu; Robert-Bourassa ; Hunderfossen
Construction of weirs	Stjørdalselva ; Robert-Bourassa
Fish stocking and enhancement programs	Kurkiaska; Kokkosniva; Aurland I; Kurotani; Takami; Robert-Bourassa; Agavanzal ; Mann ; Hunderfossen ; Great Ruaha ; Mingtan ; Stjørdalselva;
Water quantity control	
Instream flow (minimum, maximum, flood control, etc.)	Porttipahta; Agavanzal; Kokkosniva; Kurkiaska; Lokka; Valparaiso; Takami; La Remolina-Riano; Kurotani; Robert-Bourassa; La Grande-2A; Aurland I; MisDam-Sospirolo ; Petäjaskoski ; Maan ; Hunderfossen ; Great Ruaha ; Stjørdalselva
Water quality control	
Control and purifying devices	Kokkosniva; Robert-Bourassa; Kurkiaska; Aurland I; Takami; Kurotani; Valparaiso; Shin-Takanosu; Agavanzal ; Mann ; Great Ruaha ; Mingtan
Design improvements, pipes, selective intakes, air injection	Kokkosniva; Takami; Agavanzal; Mis Dam-Sospirolo, La Remolina-Riano, Valparaiso

アンケートから抜粋された緩和策はどれもすでに第 2 章で文献調査によって明らかにされたものである。どちらの場合も、革新的な緩和策はほとんどない。提唱者が積極的にそうした緩和策を講じる場合は、通常はもっとも効果的な対策が実施される。アンケートで述べられた緩和策の 65% が大いに成功したと提唱者によって考えられたのは驚くに当たらない。アンケートによれば、建設現場で講じられた措置がもっとも効果的 (84%) であり、貯水池区域内でのもの (72%) と下流区域でのもの (70%) がそれに次いでいる。フォローアップの方法は明らかにされていない。

最も有効な緩和策 に関するレビュー

4 最も有効な緩和策に関するレビュー

4-1 はじめに

本章は、長年にわたり水力発電プロジェクトにおいて有効であると証明されてきた、生物物理学的および社会経済的両面の緩和策、補償策ならびに強化策について要約している。本文はテクニカルレポート (Technical Report (Volume2)) からの抜粋である。テクニカルレポートは、OECD 諸国、そしてとりわけ北欧諸国の電気事業のサンプルに対して提出されたアンケートからその情報を引用している。さらに、本文は最新文献のレビューに基づき、またその文書の寄稿者ら、ならびにとりわけ1999年3月のマドリッドテクニカルセミナーにおいてワークショップ No.1 および No.5 に出席した参加者らの職業上の経験に基づいてまとめている。

以下の項目は、関連する緩和策、強化・補償策にとりわけ重点を置き、6 つの主要な生物物理学的および 4 つの主要な社会経済的問題に焦点を当てている。これらの問題は次のとおりである：

- 貯水池による貯水
- 生物学的多様性の減少
- 堆砂
- 水質の変化
- 水文学的状況の変化
- 魚類の回遊および河川航行の障害
- 強制的退去
- 公衆衛生上のリスク
- 少数弱者集団に対する影響
- 開発利益の共有

もちろん、アンケートないしは文献レビューで言及されているが、以下では論じられていない他の問題もある。

4-2 生物物理学的な問題

基本的に水力発電は、貯水池の設置により、およびあるいは水流環境の重要な改修を通じて、結果として生態系の転換をもたらす。影響の質や大きさは極めて地域特定のであり、またプロジェクトにより非常に多様で、プロジェクトの立地が決められたビオトープにより異なる。しかしながら、プロジェクトが正しく計画され設計されるならば、ほとんどの影響は、合理的に軽減され得る。上記で述べたように、アンケートの分析や文献レビューの後で、最も一般的に見られる物理的ならびに生物的影響は、次の6つの主要な問題と関連している。

- 貯水池による貯水
- 生物学的多様性の減少
- 堆砂
- 水質の変化
- 水文学的状況の変化
- 魚類の回遊および河川航行の障害

以下の項目は 6 つの主要な生物物理学的問題それぞれに、影響を削減するために適用され得る最も有効な緩和策、補償や強化策のみならず、水力発電で最も見られる影響についてまとめている。一般に、緩和策は 3 つのカテゴリーに分類される。

- 最初に、適切な計画ならびに設計を通じて影響を回避するための行動が取られる
- ひとたび影響回避が可能な限り確保された後は、緩和策や損害の補償策が適用される
- そして最後に、最初の状況を改善するために強化プログラムが導入される

4-2-1 貯水池による貯水

貯水池による貯水の後に陸上および水生生物生息地、湿地生息地の洪水は、水力発電プロジェクトによる主要な生物物理学的影響を招く。発電所の操業は、貯水池内ならびに下流で、通常湖や川で生じるものとは異なる水位の変動をもたらすことになり得る。より理解を深めるためには、ここで物理的変更とその生物学的影響とを区別することが有用である(生物物理学的影響に関する詳細については、Subtask 5 report の付録 D および E を参照)。

物理的變更

- 陸環境や湿地環境、水生環境が一つの大きな水域に変換されることにより、河岸や水生の生息地の変更のみならず陸生物の減少も招くことになる。
- 貯水池内の堆積作用(次項を参照)。
- 水質における変化(次項を参照)。
- 陸地の浸水により生じる水生や湿地、陸生の生息地の損失。
- 大きな水域における水位低下や対岸距離の増大から生じる河岸浸食。
- 自然の湖沼で見られるものとは異なる水位の変動がもたらす水位低下地域の不安定化。

生物学的影響

- 生物学的多様性に対する影響(次項参照)
- 魚群の変化;急流種を犠牲にして大きな水域から得られる一部の種
- 一部の事例において、生物学的増加の結果としての魚類生物量の増加;他の事例において、富栄養化およびあるいは酸素不足の結果として魚類生物量の減少が生じ得る
- 多くの貯水池の魚種におけるメチル水銀の一時的増加

- 産卵環境の減少。魚類に対する影響の重要性(プラスであれマイナスであれ)は、商業的漁業もしくはスポーツフィッシング、生活権としての漁業に関して貴重な種類の状況に依存する
- 河岸生息地や浸水に見舞われた土地と関連する資源の減少

貯水池の計画および設計の期間における影響の回避

ほとんどの水力発電プロジェクトにおいて貯水池は最も重要な施設である。自然環境や人間環境においてその存在は、重要なプラスやマイナスの影響を持ちうる。適切な対策をとることが、貯水池の不都合な環境的影響を排除ないしは軽減し、そしてプラスの影響を最適化するために有効である。

多くの貯水池は、水力発電、灌漑、洪水調節、漁業(商業的やスポーツ、生活権として)、レクリエーション、航行、水生生息地や湿地帯の保護などを含め、様々な目的で使用されている。適切な貯水池の立地選定は、人口密度、水質、野生生物や自然の保護、国立公園、貴重な農業、貴重な林業、地震活動などの重要な問題を考慮しなければならない。最も重要な影響の回避行動は、浸水する範囲を限定することである。

貯水池の貯水による影響を軽減するための最も有効な対策は、

- 技術的、経済的および環境的問題に基づき、可能な限り浸水地域を最小限にとどめる
- 熱帯もしくは亜熱帯環境にある貯水池では、特に水の滞留時間を縮小する

建設期間中における緩和策

建設段階における最も有効な対策は、関連する環境法、基準、規制および実施規範を遵守することに関係している。これらの対策は、体系的に入札書類に統合される場合、もっとも有効である。

建設期間中あるいは建設後すぐに、もっとも広範にわたり影響を受けた動物種に対して適切な在来植物種を用いることにより、通常土採地域や建設現場への修復技術の適用が成功され得る。さらに、特定地域の浸水前の森林地帯の伐採が、ある種の水生あるいは陸生の生息地には有益である場合がある。

新たなアクセス道路建設に続く建設活動および新しい地域の開拓に関連した影響は、ここでは特には取り上げない。しかしながら、一部の事例において、建設作業員や訪問者の存在が、プロジェクトの周辺地域を使用する地域のコミュニティとの重大な緊張関係ないしは衝突の原因となりうる。そのような地域における漁獲の増加は、地域の野生生物資源を危うくし、地域の生物学的多様性に影響を与え得る。そのような累積的影響は、プロジェクト作業員による漁業や狩猟活動を制限することと同様に、新たなアクセス道路の適切な管理により軽減できることがある(第 4.3 項を参照)。

水性生息地に関する最も有効な緩和、補償、および強化策

適切な計画が実施されており、貯水池の水質が確保されたならば(以下の項を参照)、その他の緩和・補償策は、貯水池に関連した望ましくない影響を軽減するのに適用することができる。

一般に貯水池は、魚に最適な生息地である。しかしながら、魚種に対する貯水池の影響は、それらが商業的利用、スポーツや生活権としての漁業にとって価値のある種を含む場合、また魚類の汚染レベルの上昇が

ない場合にのみ、プラスと認められるだろう。新しい貯水池は、レクリエーションとしての航行、スポーツや商業的漁業ならびに観光といった新たな活動を支援しうる。

貯水池における魚群や漁業の発展のための最も成功する対策は、以下のとおりである。

- 産卵・飼育環境の創造
- 貯水池に十分適合した商業種の成魚や稚魚の放流
- アクセス道路
- ランプや上陸区域
- 航行通路や釣り場のための貯水に先立つ局所的な森林伐採
- 案内図や海図
- 浮遊がれきの回収
- 養魚技術
- 漁獲、水産加工および販売に関する施設

このような出来事が生じる多くの事例において、大きな貯水池における魚の一時的な水銀の増加を防ぐ簡単な方法はない(Lucotte et al.1999)。国内の販売基準を遵守するために、水銀ならびにその他の汚染物質について貯水池から収穫された魚は監視されなければならない。さらに、局所的に影響を受けるコミュニティがその従来の生活様式を捨てることなく、貯水池の汚染魚種の消費を避けるよう、リスク管理プログラムが設置されなければならない(Chevalier et al. 1997;Dumont et al. 1998)。そのようなプログラムは、ケベック州北部の先住民コミュニティ(カナダ)において成功している。

利用者らは、イデオロギー的、文化的、宗教的あるいはその他の理由により貯水池から捕獲することを拒む可能性がある。そのような場合には、そして水質が水産資源にとって不適切である場合、貴重種については他の湖の水質を高めるような対策が、影響を受けるコミュニティとの協力において取られなければならない。

貯水池での緩和・補償策が実施されたならば、水生生息地の強化策あるいは漁業強化プログラムが、周辺の湖や貯水池の支流で実行され得る。

貯水池の境界を越えた魚群や漁場の開発における一番の成功策は、次のとおりである。

- 産卵・飼育環境の創造
- 水生生息地の多様化
- 魚道に関する河川の新規拡大開拓の開始、あるいは滝や急流の再配置
- 人工の早瀬や堤防、堰といった流量制御装置
- 成魚や稚魚の放流
- 魚類孵卵器の設置

陸生生息地に関する有効な緩和、補償、および強化策

貯水池は、陸生動物を含めた陸生および湿地の生息地や資源に損害を与えて作られる。一部の対策は、特定の生息地を作り保護するために局所的ではあるが、非常に有効であり得る。さらに長期的な補償・強化策は、陸生生息地の保護にはさらなる有益となるだろう。

陸生生息地の回復に最も成功する緩和、補償、強化策は、次のとおりである。

- 失われた土地に対して環境的に同等のあるいはそれ以上の価値のある地域の保護
- 環境目的および浸食保護に関して貯水池と隣接する貴重な土地の保護
- 厳格で有効な保護対策による環境保護区の設置
- 水鳥のひな飼育の最適地域における新生森林の保護
- 植物相的利益と群体性鳥類を単位とするような保護を目的とした貯水池における島の保護強化
- 浸水前の森林地帯の部分的伐採
- 草食性哺乳類のための木材の選択的裁断
- 鳥類の営巣地域の開発ないしは強化
- 猛禽類の巣作り台の設置

一部の貯水池において、大規模な水位低下地域は生息環境の修復には適切ではない。それらは、今度は水生、川岸や陸生の生息地に対する影響の原因となりうる浸食や堆積の問題を引き起こす可能性がある。このような影響を最小限にするために、地域の状況によっては、植生を促進する、ないしは浸食を調節する対策が、貯水池の貯水の後に適用することができる。

貯水池の貯水の後に植生を促進する、あるいは浸食を調節する対策は下記のとおりである。

- 砂利による堤防、捨石、蛇籠といった保護構造
- 護岸ならびに強化のための生物工学
- 川岸植生増強を含めた土手修復（揚水発電所貯水池において、大規模水位低下地域の緑化は成功するようである）

景観調整および遺産のアメニティ

景観や植生の損失に対する緩和や補償、および遺産のアメニティの保護や修復について、非常に多くの対策が利用可能である。自然や文化遺産のある地域は、適切な貯水池や建設地域の計画や立地選定を通じて最も有効的に保護される。植林や緑化による景観調整を含めた緩和策は、通常、建設現場の汚染除去や復興と併用されて実施される。また一部の事例では、このような対策は、貯水池周辺や下流地域での適用が有効である。地元のコミュニティ、そして国や地域当局との協力が、このような活動の成功における重要な決め手となっている。

付録 A-1 および A-2 は、様々な環境の下で実施された数多くの有効な対策例を記載している。もっとも一般的なものは以下に記載する。

- 貯水池の湖岸線の清掃
- 土採場の開拓中における表土の確保
- 特定植物種の移植
- 水位復元のための堰の建設
- 土地の形態学的調整および再緑化

4-2-2 生物学的多様性の損失

生物学的多様性の影響に関する環境上の対策を考慮する前に、環境アセスメント(EIA)を背景としてこの概念の重要性を十分に規定しかつ理解することが不可欠である。

我々の知る限りでは、科学界が同意する生物多様性の定義は、今のところまだ単一ではない。生物多様性という用語は、たとえその最も厳しい語源的意味に従って原則的に考慮したとしても(ラテン語の *diversitas*: 特徴、異なる状態、およびギリシャ語の *bios*: 生活より)、なお極めて複合的な概念のままである。定義を試みる著者たちの分野ならびに関心により、様々な意味で解釈されている。したがって、現在でも生物多様性には非常に様々な定義があり、それがこの概念に対する理解を極めて難しいものにしている。それでは、この言葉は環境アセスメントを背景としてはどのように考慮されるだろうか。

生物多様性に関する条約(国連環境計画 1994 年)は、生物多様性という用語の定義について次のように提議している。「すべての生物(陸上生態系、海洋その他の水界生態系、これらが複合した生態系その他生息又は生育の場の如何を問わない。)の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性及び生態系の多様性を含む」

生物多様性の 85 の定義の分析を行った DeLong(1996 年)は、生き物と多様性という用語からなる二つの単語の意味を用いて、様々な定義が包含される広い範囲を指摘した。彼が提案するものも含めて、DeLong が分析した定義のどれもが、時間におけるその自然変動を反映していないことを指摘することは重要である。すべての定義は、あたかもそれが不変の状態であるかのように論じている。この概念の本当の範囲を理解し、環境アセスメントにおける生物多様性を考慮する効果を評価するためには、生物多様性は常に変化の状態にあることを指摘し、基本的な定義に時間的側面を含めることが必要である。

したがって、Harms(1994 年)ならびに Rodd(1993 年)が指摘したように、生物多様性を研究する様々な科学者たちが提案するアプローチのどれもが、実際にはテストにかけられていない。また彼らは、生物学的多様性を測定し維持するという非常に複雑な問題について解決策を示すより、生物多様性の概念が間違っ用いられてきた点を挙げることの方がはるかに容易であることも指摘した。すべての関連する利害関係者と最初にこのことに関して決めておかずに、環境アセスメントの中で生物多様性を考慮するときは必ず、このような概念の適用に関する課題が明らかになる。

水力発電プロジェクトに関する環境アセスメントが全般的に非常に広い範囲を包含することを考えると、研究は通常、絶滅の危機に瀕しているか、社会経済学的に重要な種の生息地に限定される。その後、このような生息地に関するプロジェクトの構築と運営に関する影響の可能性を評価し、これらの影響が、生物多様性に関する条約(CBD)が要求しているように、生物多様性における重大な結果を持ちうるかどうかを決定することが可能になる。実際のところ、生物多様性が考慮されるべきか否かについては別にして、同様な情報は、水量発電プロジェクトの生物物理学的影響の可能性を評価し、対応する緩和策を特定するために必要である。したがって、本報告書で述べられている生息地に関するすべてのその他の緩和策に加えて、絶滅の危機に瀕しているか、社会経済学的に重要な種の生息地における水力発電プロジェクトの影響を防ぎ、ないしは軽減しうるいかなる対策も、CBD ガイドラインを遵守している。

多くの自然生息環境が人間の目的により成功裏に転換している一方で、一部のその他の地域の自然的価値は細心の注意をもって使用されているか、あるいは手をつけられていないままの状態である。人間社会は、影響を受けやすい、あるいは特別と見なされる環境を保護することが可能であり、また保護地域の確立は通常、このような環境の長期にわたる継続性を確保するための有効な手段を構築する。

生物学的多様性の損失を回避するための最も有効な対策は、以下のとおりである。

- 特別な生態系の損失を最小限にする貯水池の場所を選択する
- 生産されるエネルギーの単位当たりの貯水池の規模を可能な限り制限することを試みる
- 研究対象地区内における動物相や植物相、特定の生息地に関して種の一覧表を作成し、さらに詳しい知識を得る。
- 影響を受ける区域に隣接した浸水区域に匹敵する地域を保護する。
- 未知の種が保護されるであろうということを仮定して、一部の隣接する生態系を手つかずのまま残す。

4-2-3 貯水池の堆積作用

堆積作用は、貯水池のライフサイクルに関する大きな問題である。それは水力発電プロジェクトのコストや実現可能性にまでも直接的影響を有する。最も一般的な貯水池の堆積作用の問題は、浮遊するか巻き上げられた粒子の非常に高い集積性を持つ河川による運搬作用によって引き起こされる。したがって、今後のあらゆる貯水池の候補地は、堆積作用の一因となるあらゆるパラメーターを正しく評価するために、非常に注意深く研究されなければならない。貯水池の過度の堆積作用が不可避であれば、プロジェクトの必要な寿命に対応する貯水量の供給に対して、プロジェクト計画中に適切な注意が払われなければならない。(Alam 1999 年)。

堆積負荷が生じる場合、a)出水の間、堆積物を流せるよう放水路のゲートを開放する、あるいはb)主要ダムに水路を増やすことにより、軽減され得る。様々な堆積物の捕獲装置の使用も成功している。また多くのアプローチも ICOLD により薦められている (Stigter *et al.* 1989 年)。しかしながら、流域における自然植生の保護が、浸食を最小限にとどめ、堆積負荷を防ぐのに最も良い方法である。

貯水池の堆積作用を防ぐ最も有効な対策は以下を含む。

- 適切な場所の選択
- 貯水池への長期的な堆積物流入の特徴に関する正確な知識
- 集水域における適切な堤防の保護
- 川床からの粗粒物除去
- 堆積物の浚渫
- 自然条件と同等の水流状態を持つ、ゲート付きの堆積物を流す構造物の使用
- 適切な堆積物排除機を備えた運搬システムの使用
- 堆積物捕獲装置の使用

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">● 洪水を迂回させるバイパス設備の使用 |
|---|

4-2-4 水質の変化

貯水池の貯水に関連した水質の問題は、軽減するのが最も難しい問題である。しかしながら、その大部分は、適切なプロジェクト計画や設計、管理を通じて低減することが可能である。

貯水池は集水域の中心を成すため、貯水池に流入する地方自治体や産業、農業の排水は、水質問題の増加の一因となっている。そのような場合には、プロジェクト提案者や利害関係者は、プロジェクトの計画、設計、建設、運営のあらゆる段階中にこの問題を適切に評価し、対処しなければならない。

貯水池内および下流において最も多い水質問題は、以下に要約される。

貯水池内の水質問題

- 浸水した有機物の分解による溶解酸素の減少
- 安定した層状環境における無酸素深層水の形成
- 水温の変化
- 河岸浸食に関連した濁度の上昇
- 排水の集中および流域や貯水池の堆積物による汚染
- 浮遊水生雑草の増殖による富栄養化
- 浅瀬の停滞域における水系感染症の拡散

貯水池下流における水質問題

- 無酸素水の貯水池からの放出
- 温度構造の変化
- ガスの過飽和
- 河岸浸食に関連した濁度の上昇
- 水流環境の変化

貯水池の計画および設計中における影響の回避

大部分の水質問題は、貯水池の形態学や水理特性に基づいた適切な建設用地の選択と設計を通じて、回避されるか、あるいは最小限にとどめることが可能である。追求されるべき目的は、浸水の影響を受ける地域を縮小し、貯水池における水の滞留時間を減らすことである。

(平地とは反対に) 高度の高い支流における開発計画は、多くの水質問題を削減するか、あるいは予防することが可能である。低温の貧栄養環境に位置する貯水池には、それが広範囲にわたる浸水を含む計画に関しても、水質問題が全くないのである。このような環境において、水系感染症は存在せず、酸素の減少も限られている。わずかに人口が集中する地域にある貯水池において、あるいは土地の利用が制限されている場合、排水や汚染物質の問題は回避あるいは容易に軽減が可能である。

取水口の選択あるいはさまざまなレベルの取水口を使用することにより、貯水池内および下流の両方において、温度成層や濁度、温度変化を抑えることができる。またそれらは、酸素減少や無酸素水の量も軽減しうる。水力発電施設に再酸素化設備を追加取付けして使用する例では、そのほとんどが貯水池の下流で成功している。下流のガス過飽和は、放水路の設計や減勢池の設置、適切な脱気設備の追加設置により、軽減され得る。

一部の専門家は、貯水池地域の貯水前の清掃を薦めている。しかしながら、これは慎重に行われなければならない。一部の事例では、貯水前に大量の再増殖が生じることがあるからである (Zwahlen 1998 年)。

計画及び設計段階において、水質問題を防ぐ最も効果的な対策は以下を含む。

- 適切な場所の選択
- 選択式あるいはマルチレベル式の取水口の使用
- 適切な放水路の設計あるいは適切な脱気設備の追加設置
- 再酸素化装置の追加設置

貯水池の建設及び操業中における最も効果的な緩和、補償、および強化策

適切なプロジェクト計画が行われ、貯水池内の許容水質が確保されたならば、追加的対策により残りの影響は軽減が可能である。利害関係者を含めた流域の管理は、水質改善の責任を共有するためには有効な手段である。

貯水池において浸水した有機物の分解に関する問題 (酸素減少および富栄養化) は、植生や覆土の除去により軽減することができる。しかしながら、浸水が広範にわたっていたり、地域の植生が豊かであったり、あるいは貯水池が遠隔地に位置する場合には、このような対策は非常に高いコストを伴うことがある。熱帯林では、植生を完全に除去した後に、急激な再増殖により貯水中に酸素減少の増大が生じることもあるようである。

水の濁度の上昇は、浸食を非常に受けやすい沿岸線を保護するか、あるいは下流の浸食を縮小する方法で水流環境を管理することにより、軽減され得る。

定期的な最大流量を計画することで、水生雑草の移動を増やし、水草の成長の適切な基質を減らすことが可能である。

排水および汚染物質の問題は、排水処理設備の向上あるいは農作業の改善により軽減され得る。これらの対策は、貯水前に開始することが可能である。

浅水域における機械的処理ならびに薬剤処理が、水系感染症の媒介生物である昆虫の繁殖を軽減するためには有効であるが、高いコストがかかり、また慎重で継続的な作業が必要である。局所的に影響を受けるコミュニティの公衆衛生状態の改善が、水系感染症の管理にはいっそう有効である場合がある (公衆衛生リスク、4.3.2.を参照)。

建設および操業段階において、水質の向上に最も有効な対応策は以下を含む。

- 利害関係者の参加を含めた流域の管理
- 実施可能であれば貯水前の清掃
- 沿岸線の浸食制御
- 病気を媒介する昆虫の繁殖を軽減するような浅水域における機械的処理ならびに薬剤処理
- 流域における肥料や農薬の過度の使用防止

4-2-5 水文学的状況の改善

水力発電プラントの操業は通常、貯水池の下流における水循環の改善を含んでいる。その上、一部のプロジェクトには、a) 分水場所の下流における河川流量の縮小、および b) 分水路に沿った河川流量の比例的増加を通じて、貯水池の上流と下流の両方の水循環を改善する河川流路も含まれている。しかしながら、河川が流量の増減を有してはいても、それでも自然の水循環には従う。

発電から生じる下流の水流環境の物理的変化

- 流出量が制限される場合における最大流量の減少と最小流量の増加
- 通常洪水流量は貯水池に蓄えられるが、エネルギー需要のパターンに左右され、発電より生じる大流量は、年間のうち自然洪水と同時期に起きるわけではない
- 堆積負荷の不足により生じる土手や川床の浸食
- 最大流量の削減により生じる氾濫原地域の縮小
- 電力需要の変動により、季節や月、日単位で水位に重大な変化が生じる
- 水位の変化が小さい場合、通常土手や川床の浸食の減少が起きる
- 短期間における水位の変動が大きい場合、通常土手や川床の浸食の増加が起きる

発電により生じる下流の水流環境の変化による生物学的影響

生物学的影響は常に発生するわけではない。発生するか否かは、下流の水流環境に対する物理的変化の大きさに左右される。発生する場合には、以下の影響が見られる可能性がある

- 水質の変化(4.2.4 参照)
- 河岸植生の損失あるいは不安定化
- 水生生息地の損失あるいは不安定化
- 水流環境の変化および水位変動による魚類の産卵・飼育環境の損失
- 水産資源の損失
- 氾濫原と関連する農地の損失

分流により流量が減少した河川における物理学および生物学的変化

- 水位の一般的低下
- 河川形態および美的資質の変化

- 水生生息地の減少
- 漁獲資源の損失
- 河口の塩分侵入

分流により流量が増加した河川における物理学および生物学的変化

- 水位の一般的上昇
- 浸食および堆積作用の増加による河川形態の変化
- 河岸生息地の一時的減少
- 沿岸地域における淡水ブルームの増加

水文学的状況の改善に関連する最も有効な対応策

制御構造の下流では、水流環境は自然流出とは時間と量の両方において異なる。物理的および生物学的変化は、水位のプラスまたはマイナスの変動と関わっている。これらの変化の大きさは、流出管理により軽減できる。つまり、短期の水位の変動が小さければ、その変化も小さい。

水の制御構造の操作に最低限の生態学的流量を組込むことには、監督官庁から一層の圧力がかけられている。この最低限の流量は様々な目的、たとえば、貴重魚種の要件、航法、水質などにより設定されることがある。また細粒堆積物の排出やその他の目的で、一定の間、人工制御洪水を作ることも必要かもしれない。これらの要件は、利害関係者からなる委員会により討議され、受諾、管理されなければならない。

適切な流出管理が実現され、貯水池下流の水質が確保された(水質の項目を参照)ならば望ましくない影響を削減するために、一部の緩和策を適用することができる。その多くは、土手の修復ならびに魚類生息地プログラムと関連しているが、前者についてはすでに十分討議されている。

主要な土手の修復技術は以下を含む。

- 植林および播種
- 砂利による堤防、捨石、蛇籠といった保護構造
- 護岸のための生物工学

河川の分流は水生生息地の全般的な減少をもたらす。最適な流入量は設計段階において定められる場合がある。流出量はその目的により一定のままか、あるいは変化する可能性もあり、たとえば後者の例では、制御構造がダムに追加設置されなければならない。これらの要件は、利害関係者の委員会により討議され、受諾、管理されるものとする。分水ルートによる流量の増加は、以下に要約する追加的な修復技術を必要とすることがある。水流環境における大きな変化は、塩水の侵入範囲が淡水の流出に依存する場合、河口の変化を伴うことがある。ダム建設に関連する別の影響は、河川デルタに対する堆積負荷の減少である。沿岸平野はたいてい農業や養漁業、その他の活動に集中して使用されるため、生息地や資源の損失を防ぐために厳しい流量管理プログラムが確保されなければならない。ここで再び、利害関係者の委員会により、要件が討議され、受諾、管理されるものとする。

その他の土手修復技術は以下を含む。

- 上流の塩分侵入を防ぐための堰の建設
- 沿岸生息地保護のための堤防の建設
- 危険期における洪水の制御

水文学的状況の改善に関連する最も有効な緩和策は以下を含む。

- 利害関係者による流量管理
- 土手修復技術
- 魚類生息地修復プログラム
- 沿岸生息地の保護

最後に、すべての可能な緩和策が実施された後に、まだ重大な影響が残る場合、隣接した流域において追加的な補償・強化策が設計され、実施されることが可能である。

4-2-6 魚群回遊および河川航行に対する障害

水力ダムは、回遊性魚種および河川航行の動きに対する障害を作る。しかしながら、天然の滝もまた上流の魚類回遊や河川航行の障害となっている。多くのダムは、このような滝に建設されるため、通行の追加的障害となっているわけではない。大半の水力発電ダムは、下流の回遊時には、死亡や損傷を引き起こすことにより、魚類の脅威となる。

影響

- 上流および下流における回遊性魚類の移動の障害は、以下のことを引き起こす
 - －産卵場所や飼育水域に対するアクセスの減少
 - －回遊性魚類個体数の減少
 - －非回遊性魚類個体数の崩壊
- 下流回遊時における魚類の死亡や損傷
- 河川航行の障害

上流移動に関する最も有効な緩和策

ダム現場における航行を確保するには、水門を閉じることが最も有効な技術である。小型船舶に関しては、リフトやエレベーターの使用が成功している。運河の閘門もまた、その設備を一部調整することにより魚道として用いることが可能である。時として、上流引力流量を増加することも必要である。一部のプロジェクトでは、バイパスや分水路がダム周辺で掘られている。

魚道や魚梯については多数の実例があるが、その効果は、関連する魚種、河川の規模、水頭、設計などにより安定していない。しかしながら、たいていは選ばれた場所や関連する魚種に適切でないような魚道の設

計の問題である。魚道や魚梯の入口に魚類を導けるリーダーを追加で取り付けることにより、有効性は強化される。その他の一般的な装置は、魚用エレベーター、捕獲や移送を含む。

上流での移動を確保するために最も有効な技術は以下を含む。

- 船には閘門、リフトやエレベーター
- 引力流量を有する魚道、バイパス水路、魚用エレベーター、あるいは魚を魚道に導くためのリーダー
- 魚類の捕獲および移送

下流における魚類移動に関する最も有効な緩和策

下流移動時における多くの魚類の損傷や死亡(成魚および稚魚)は、タービンや放水路を通る魚道によるものである。タービンの設計や放水路の設計、排水口の設計の改善が、魚類の損傷や死亡を最小限にとどめることに成功している。発電所の水流環境の適切な管理により、あるいは回遊性種の下流移動時の放水路の開放を通じて、さらなる改善を行うことが可能である。

主要な要素(工場、放水路、排水口、流量管理)の設計が、魚道のために最適化されたならば、一部の回避システム(スクリーン、閃光灯、音波砲など)が設置され得る。このような装置の有効性は、とりわけ大規模河川においては開きがある。導水路や上流で魚類を回復させるか、あるいはその個体を下流に移送することがさらに有用である。

下流での魚類の移動を確保するために最も有効な技術は以下を含む。

- タービンや放水路、排水口の設計の改善
- 回遊性魚類の下流移動時における流域や放水路の管理
- 発電所上流における回避システムの設置
- 魚類の捕獲および移送

最後に、すべての可能な緩和策が実施された後に、まだ影響が残る場合、魚種放流プログラムを追加的な補償・強化策としていつでも設計、実施することができる。

4-3 社会経済上の問題

物理的あるいは生物学的影響にもまして、水力発電プロジェクトに関する社会経済上の影響は、プロジェクト関連の緩和策および補償パッケージの性質により、そしてその設計や実施に至るまでの過程により、大いに左右される。かなりの程度で、社会経済上の緩和策や補償パッケージに関する実際の設計や実施が、水量発電プロジェクトが開発とエンパワーメントの手段、あるいは貧困化と依存の道具となるかどうかを決定する。したがって、水力発電プロジェクトは、地元のコミュニティとそれらが関係する地域の両方に対して、正味の利益あるいは損失となりうる。しかしながら、多くの場合において水力発電プロジェクトは、経済的および社会的利益と損失の両方を生み出している。

先に述べたように、アンケートや文献レビューの分析後に見られるもっとも一般的な社会経済上の影響は、以下の4つの主要な問題と関連している。

- 強制的な住民退去
- 公衆衛生上のリスク
- 弱い立場にある少数民族集団に対する影響
- 開発利益の共有

以下の項目は 4 つの主要な問題それぞれに、このような影響を軽減するために適用され得る最も有効な緩和策、補償や強化策のみならず、水力発電で最も一般的な影響についてもまとめている。

4-3-1 強制的な住民の退去

水力発電開発を取りまく最もデリケートな社会経済の問題は、a) 住民の退去と移住、および b) そのコミュニティの再建や「復興」を通じた住民の生活の回復、という密接に関連しながらも明らかに異なる二つのプロセスからなる強制的な住民の退去を中心に展開されている。この問題の詳しい討議については、Subtask 5 Report、第3巻、付録F—社会経済的環境、第6章を参照されたい。

影響

強制的な住民の退去における悪影響に対する意識が高まっている。退去させられたコミュニティはたいいてい、プロジェクト実施前に何年もの間、生活水準の低下を経験するため、住民の生活の再建や回復といったよく言われる目的は、もはや十分であるとは考えられていない。一部の事例では、プロジェクトの計画が 10 年以上もかかることもあり、その間に、指定貯水地域の境界内にあるコミュニティは、地元の公共部門と民間セクターの負の投資に関連する問題に直面している。不安を抱えながら、コミュニティの住民は、地元の事業に対する投資を止めるか、あるいは自分たちの住宅や農地を維持することまでも止めてしまうことも珍しくない。

いつどこで最終的に住民の退去が起きるのか、不利な影響を受ける住民の数、このような再定住に対する住民の脆弱性、そして貯水池地域からの移転の間や移転後に引き起こされる苦痛に関して、影響の重大性はたいいていの場合相当なものである。

悲しむべきことに、これらの影響に対する適切な管理は、不適切な開発政策、不適当な制度や規制の枠組み、不十分な資金調達、そして偏向した設計や計画手順により、国内および国際的開発機関から、これまでほとんどなおざりにされてきた。多くの場合において、資金コストの超過のために、退去させられたコミュニティの再定住および復興のための資金を犠牲にして、インフラが完成されてきた。

発展途上世界、特に厳しい制度上の能力の制約のみならず、乏しい国土、競合するニーズ、限られた資源と直面している低所得国の政府にとって、強制的な退去に資金を出し、管理することは困難である。さらに、多くの発展途上国では有効に機能する土地や労働市場が不足していること、国が割り当てる財産に対する実質的や手続き上不適切な補償制度、そして適当な社会的セーフティネットの欠如が、なぜ土地収用法の

下で失った財産に対する単純な金銭補償が、退去させられた住民に対して満足できる結果の提供を現実には期待できないか、ということに対する3つの主な理由である。

発展途上国におけるプロジェクト関連の強制的退去に関する認知は、以下の要因により次第に変化している。

- プロジェクト実施の遅れおよび給付金の見送り
- 過去に影響を受けた人々の貧困のレベル
- 基本的人権および住民の福祉に対する関心の高まり
- 住民の貧困化が発展途上国の経済の重大な流出のもととなっている

最も有効な緩和策

世界銀行の移住政策(Cernea 1988 年)で記述されているように、開発プロジェクトの社会的影響を最小限にとどめる、あるいは軽減するために、プロジェクトは以下の原則に従い計画され、実施されなければならない。

- 強制的な退去を回避あるいは最小限にとどめる：住民の退去に関する長期的な経済的および社会的コストは、あらゆる可能な対策がこのような影響を最小限にするために最初から調査されることを要求している。
- 生活の向上：住民の退去に関する不利な社会的結果は、提案者らに、退去させられたコミュニティのあらゆるメンバーがプロジェクトの前より後の方が暮らし向きをよくなることを保証させることを要求している。
- 資源の配分および利益の共有：退去させられたコミュニティのメンバーの暮らし向きが、プロジェクト後によくなることを確保する最良の方法は、このようなコミュニティに利益共有のメカニズムに基づいた長期の収入源を提供することである。
- 集団での住民移動：コミュニティがプロジェクト開発のために移動しなければならない場合、コミュニティの集団は、その転地に関連する不利な社会的結果を最小限にするために、ばらばらに別れないことが薦められる。
- 参加の促進：退去させられたコミュニティのメンバーの暮らしに影響を与え得る決定は、関係するコミュニティ集団と共にオープンに論議され、かつ承認されなければならない。
- コミュニティの再建：退去させられたコミュニティは、その長期的な生存性を確保するために必要とされる地方自治サービスおよび社会的サービス(交通機関、エネルギー、給水、電気通信、教育、健康に関するサービスなど)が提供されなければならない。
- 受入れ側のニーズの配慮：退去させられたコミュニティの移住者に土地や資源を供給する既存の「受入れ側」のコミュニティは、「受入れ側」と「退去側」との間の衝突を回避するために、退去させられたコミュニティに提供されるものと同様の利益が提供されなければならない。
- 先住民の保護：先住の、あるいはその他の文化的に脆弱なコミュニティに対する社会的影響を最小限にするには、このようなコミュニティが、開発を対立する価値を持つ外部の機関により課せられたものとして見るのではなく、水力発電プロジェクトの開発における協力的なパートナーになることが必要である。また地元のコミュニティが、このようなプロジェクトの結果を受け入れる、あるいはじっくりと検討し、また提案された開発を進めるために用意されるであろう条件について、合意に基づいて決められる十分なリードタ

イムが与えられることが必要である。

世界銀行の1986年から1993年までの強制的な移住を含めたプロジェクトのレビュー (World Bank 1994) によると、移住の成功に寄与する主要な共通要因は以下のとおりである。

- 借り手による政治的なコミットメント、すなわち法律や公式の政策、資源配分などの声明
- 借り手および設定されたガイドラインを持つ銀行による計画的な実施
- 開発から生じる移住計画における健全な社会的分析、信頼できる人口統計評価および専門知識
- 土木作業と連動した移住スケジュールに沿った正確なコスト評価および相応の資金調達
- 地元の開発のニーズ、機会および制約に対応する有効な執行組織
- 移住目的の設定、復興解決策の特定および実施における住民参加

強制的な住民退去は、ますます開発の課題として考えられているが、そのようなものとして、開発戦略を中心に移住プログラムは構築されなければならない。この傾向は、インフラ整備の要素とインフラプロジェクトの移住要素とを切り離す必要性を強調している。国際的な資金提供機関の支援による移住プログラムは、ますます頻繁に、別個のスケジュールと予算を持つ単体の開発プロジェクトとして考えられてきている。

移住プログラムが、退去住民および受入れ側コミュニティの生活の迅速かつ適度な改善を以下により保証されなければならない、ということにコンセンサスが得られてきている。

- 適切な規制枠組みの採用の促進： 移住に関連する規制ならびに制度の側面は、多くの場合対処が難しい。法的ないしは制度的な枠組みの変更には、関係する政府の積極的な参加とコミットメントが必要である。
- 必要な組織能力の構築： これは、制度化されたプロジェクト計画プロセスに対する必要性、政策決定プロセスにあるプロジェクトに影響を受けるあらゆる集団の参加を確保する必要性、そして地元の土地管理能力の強化に対する必要性に対処する。
- 必要な所得回復および補償プログラムの提供： 経験によると、資産や収入の損失に対する補償において退去住民に対し現金を支払うことは、プロジェクトに影響を受ける住民の暮らし向きを悪くする。したがって、プロジェクト活動の結果として個人やコミュニティが被る損失は直接的に交換され、あらゆる補償は可能な限り同種のものでなされるべきである。所得の回復および補償プログラムは、二つの主要なカテゴリー、すなわち土地ベースおよび土地以外をベースとしたプログラムに分類される。
- 長期の統合コミュニティ開発プログラムに関する開発および実施の保証： 移住プログラムの行政および財政管理は、移住地域近くに位置する地域の社会サービスの既存のネットワークを通じて統合されなければならない。経済的な持続可能性は、市場が接近していること、健全な天然資源管理、そして移住計画の受益者として受入れ側のコミュニティを包含することが必要である。

移住に関して提案された新たな開発戦略では、多くの場合共有資源に対するアクセスの制限に基づく従来のシステムとは対照的に、発展途上世界の地方のコミュニティにおける資源の私的所有権を重視している。また移住のプロセスに対する幅広い支持や成功を確保するために、コミュニティの組織的奉仕活動プログラムを通じて、プロジェクトの目的や関連情報を公表し普及することにさらに重点が置かれている。最終的には、政策決定プロセスにおいて影響を受けるコミュニティの積極的な参加が、何よりも重要である。

4-3-2 公衆衛生リスク

影響

水力発電プロジェクト、ならびに特に大規模または重要なプロジェクトは、人口密度のみならず、水文システムにも影響を与える。人口密度の増加に関連する行動疾患だけでなく水系感染症の罹患率の高まりは、とりわけ熱帯ないしは亜熱帯環境におけるダム建設や人工貯水池の出現により頻繁に見られる結果である（Goldsmith and Hildyard, 1984a,b; Hunter et al. 1982）。この問題についてさらに詳しい論議は、第3巻、付録F—社会経済環境、4.1を参照されたい。

悲しむべきことに、従来の多くの熱帯地方の水力発電プログラムは公衆衛生と経済発展との本質的な関係を考慮していなかった。公衆衛生に対する大規模ダムの影響は、常に利用可能な水や電気がもたらす利益と比較して、多くの場合取るに足らないものと考えられてきた。

さらに、大規模ダムに関係する多くの健康への影響は、貯水地帯の浸水後しばらくたってから現われると考えられている。このことにより、不十分な公的サービス、不適切な衛生習慣、あるいは新たに利用可能となった水資源に対するコミュニティの不十分な管理を引き合いに出すことにより、提案者らが貧しい地元の公衆衛生状態へ非難を転換することを許してきた。

いくつかの国々では、このようなプロジェクトの設計や実施に責任を有する機関と公衆衛生担当官との協力が欠如していたために、局所的に影響を受けた住民に重大な影響を与えていた。電力および灌漑プロジェクトに関連する疾病の発生管理は、多くの場合において、資金不足の構造的に弱い保健サービスに委ねられてきた。

このような次第ではあるが、最近の一般的な認識は、必ずしも適用されるわけではないが、長期的な水力発電プログラムの成功を確保するために、公衆衛生への影響はプロジェクトの開始より考慮され、かつ対処されなければならないというものである。大規模水力発電ダムプロジェクトに関連する公衆衛生への影響を最小限にするための努力は、最近まで、地元の健康状態をプロジェクト前に可能であったものと同質レベルで維持することを目指してきた。現在では、水力発電プロジェクトは、影響を受けたコミュニティの公衆衛生状態の改善に寄与しなければならないということに、コンセンサスが得られてきている。

このような目的の達成を可能とするために、保健サービスの一部のコストは、公衆衛生にリスクを及ぼすようなこれら貯水計画の提案に含められなければならない。健康教育に関する経常コストもまた、このような計画の経常営業コストに包含されなければならない。貯水池計画の完了後の健康維持コストは、その計画の収入から部分的に支援され得る（Hunter et al. 1982）。

水力発電貯水池周辺における過度の人口増加による健康への影響の管理は、その他の地域や地方からの移入労働者や移住者の流入を管理し、居住区の洪水をできるかぎり最小限にすることが必要である。貯水池周辺の開発に制限を課すことは、開発を監督しその方向を見定めるために有効な地域使用計画や管理プロ

グラムの採用ならびに実施に対して責任を有する強力な政府(あるいは非政府)の計画機関なしには、始めることはできない。

効果的であるために、大規模水力発電ダムプロジェクトに関連する公衆衛生の介入は、全体的アプローチに基づいて、設計および実施されなければならない。そのようなアプローチは以下を必要とする

- a) 地方や地域の既存の公衆衛生制度に基づいた強力な基盤の確立
- b) 一連の多様なかつプロジェクト特有の緩和策から構成される有効な手段の利用

計画および設計段階における有効な対応策

最初の計画および設計段階において必要な対応策は以下のとおりである。

- プロジェクトの非常に早い段階で公衆衛生リスクを回避する、あるいは最小限にすることを旨とする
- ダムの建設予定地として選ばれた地域における現在の健康状態や公衆衛生改善のための戦略に対する適切な理解の獲得を目指す
- プロジェクト開始より設計チームに保健の専門家の包含を規定する。有効であるために、このような専門家には必要な財政、行政および技術に関する支援が与えられなければならない。
- 計画・設計チームならびに保険専門家により開始される特別な活動は以下を含む。
 - (地元の公衆衛生制度の存在に関して) 受け入れ準備のない地域への早期の住民移住を避けるために、プロジェクトの発表を計画する
 - 国内や地元の公衆衛生担当官および NGO の専門家らとの有効なコミュニケーションネットワークを確立する
 - プロジェクト設計を改善するために予定地域から地元の公衆衛生状態に関する利用可能なデータを集める
 - 予見される住民移住を考慮して国内や地元の公衆衛生担当官および NGO の専門家らの早期における介入プログラムを策定する
 - プロジェクトの発表後できるだけ早く、疾病予防プログラムの段階的实施を計画する

建設段階における有効な対応策

建設段階および建設後の疾病によりもたらされる人間の健康悪化を最小限にとどめるための緩和・補償対策は、数多くあり十分に裏付けされている。有効な対応策は、数ある中でも以下を含む。

- 疾病の潜在的な病原菌媒介生物の抑制および滞留水の制御の両方を一般的に含む水系感染症媒介生物対策
- プログラムの設計および実施
- プロジェクトの影響を受けるコミュニティおよび住民の人口密度が増加すると思われる地域において容易にアクセスできる病院や診療所の導入、これらの新規施設に必要とされる職員の雇用および研修、ならびに疾病管理に必要な薬剤の確保に対する定期的な支援
- 貯水池周辺の都市下水や産業排水ならびに大気汚染の抑制および処理
- 地元や地域の住民の公衆衛生に関する変化を監視するための、専門家チームによる症例発見および疫学的監視プログラムの計画および実施
- プロジェクトにより影響を受ける住民に対する公衆衛生教育プログラムの設計および実施

稼働段階における有効な対応策

稼働段階で必要とされる対応策は、建設段階で開始される様々な緩和策を推進し、地元住民の日常生活でそれを実施することを目指す。これらは、地元の公衆衛生状態の長期にわたる実行可能性を確保するための一連の監視および追跡調査も含む。

たいてい疫学的問題は、主要な建設活動が完了した後初めて生じる。したがって、地元の公衆衛生プログラムの適切な実施を確保する重要性は、計画や建設段階で始まっている。

すでに開始されている対応策の継続に加えて、一部の追加的対策は、操業段階での公衆衛生の介入を支援するために実施されなければならない。これらは以下を含む。

- 一般的な衛生状態を監視する公衆衛生調査の実施
- 疫学的な監視プログラムの開発
- 適切な灌漑インフラの使用
- 産業排水および大気汚染の処理や削減に対して地元にあった対策の段階的实施

このような数々の緩和策の有効性および持続性は、その適切な実施を確保するために、あるいは少なくとも監視し支援するために、既存の公衆衛生管理制度の能力に主として依存している。

地方および地元の公衆衛生制度に必要な性能評価基準

水系感染症や行動疾患を撲滅し、全体的な公衆衛生を改善する能力を獲得することは、公衆衛生制度がいくつかの基本的な性能基準を遵守できることが必要である。下記に要約された基準は発展途上国で実施され成功している熱帯病管理プログラムの研究から得られたものである (Liese et al. 1991) :

- 首尾一貫したパッケージの管理技術を拠り所とする重要性
- 信頼できる組織と管理を備えた段階別に細分化された特定のキャンペーンの設計
- 技術問題を決定する権限を有する専門スタッフグループに大いに依存する能力
- 技術的支援を提供する有能な専門家により支持される明確な権限系統の確立
- 戦略策定においては主として集中化し、運用においては分散化されるシステム
- 組織を職務に合わせることの重要性を理解するシステム、逆ではない
- 周辺地域で実行可能なことについて、信頼でき、有効で、現実的な現場のシステム
- 有効なリーダーシップおよび人事管理の重視
- 地域の特異性に沿った組織文化を発展させる意識的な努力

このような有効なシステムは一般的ではなく、確立することは容易ではないが、ジンバブエやエジプト、ブラジル、中国、フィリピンといった国々はそれらを実施するために必要な対策を開発している。プロジェクトの計画者らが、組織された有効な国の保健制度に頼ることができない場合、彼らは少なくとも、a) 地元の健康状態に対する潜在的な効果、および b) 適切な緩和策を実施するのに必要な制度上の支援に対する適切な理解に基づいて、そのプロジェクトを設計しなければならない。

4-3-3 脆弱な少数民族集団に対する影響

世界銀行は、先住民あるいは少数民族について、「…社会の多数派のために開発のプロセスにおいて不利益をこうむりやすくさせられている、社会の多数派とは異なる社会的および文化的アイデンティティを有する社会集団」と説明している。多数の伝統的な地方の、あるいは農業や先住のコミュニティに対する世界観は、環境の道徳的重要性およびコミュニティが生活するために依存する資源を中心に構築されている。

影響

先住の、あるいは従来の資源に基づいた地域における水力発電開発プロジェクトは、コミュニティレベルで広範囲に及ぶ文化的および社会的影響を及ぼし得る。そのような影響の範囲は、多くの場合すでに被っている外的影響の数（従来の土地に対する侵略、地元資源の採取、移住労働者、学校、商業取引など）を考慮すると、確定することは困難である。そうはいうものの、そのようなコミュニティはたいいてい、その文化に破壊的であるような、物理環境に対する一大変化に気付いている（本問題に関する詳しい論議は、Subtask 5 Report、第三巻、付録 F-社会経済的環境、5.2 および 5.4 を参照）。

水力発電プロジェクトにより引き起こされるコミュニティの伝統や生活様式に対する変化は、プロジェクトによって大きく異なる。たとえば、水力発電ダム建設のためにこれまで孤立していた地域へのアクセス道路の開設により、住民や財貨の移動は容易になり、他のコミュニティやより多種多様な財貨サービスと交わる新たな機会が与えられる。一方、外の世界へのアクセスの改善は、コミュニティ内の社会的結束や団結を緩めることになり、利用可能な資源に関して外部の人間との競合や衝突のリスクを増大させる。

有効な緩和策

コミュニティの基本的信条に反して、その物理的環境の一大変化が広まるような、先住のあるいはその他の文化的に脆弱なコミュニティに対し、大規模水力発電プロジェクトの社会的影響を緩和する、あるいは完全に補償することは非常に困難である。

このような影響を最小限にすることは、地元のコミュニティが、水力発電プロジェクト開発を相反する価値を持った外部機関により強いられるものとするのではなく、前向きにプロジェクト開発のパートナーになることが必要である。またコミュニティが、このようなプロジェクトの影響を受け入れる、あるいはじっくりと検討し、また提案された開発を進めるために用意される条件を、合意のうえで決定するのに十分なリードタイムが与えられることが必要である。

これらの条件を、外部の開発機関が実行することは必ずしも容易ではない。したがって、このような機関は、局所的に影響を受けるコミュニティの承諾を得る前に、たいいてい最優先の国家目的に関するプロジェクト設計を推し進めたがる。これに代わり、提案者の目的は、水力発電プロジェクトが必要な場合に従来の生き方を支援する代替的な対策のみならず、変化する状況に適用するのに十分な時間と資源を提供することを確認することではなければならない。

したがって、影響を受けるコミュニティの人望が厚いメンバーが、プロジェクト計画に早期に関与することが、

コミュニティの懸案事項を明らかにし、地元には有益な解決策を生み出すためには不可欠である。たとえば、このような解決策は、土地の損失に対する補償の提案やプロジェクトにより脅かされる可能性のある既存の収入源に対する選択肢を含む場合もある。土地に対する地元民の権利書(特に先住民に関して)が紛失していたり、あるいは明確でない国々においては、影響を受けるコミュニティが残りの伝統的な土地および補償として得られる新たな土地の排他的占有権を保持できるよう、法的保護が地方自治体により与えられることが可能である。

コミュニティの伝統や生活様式の変化に対する補償は、住宅、教育、社会サービスおよび健康管理の改善を通じてある程度は達成され得る。しかしながら、このような補償の形態は、主として地元で利用可能な天然資源に依存しているような、特に文化的に脆弱な先住民あるいは少数民族の場合には、必ずしも十分とは言えない。そのようなコミュニティが水力発電プロジェクトの導入により経済的な利益を得るような事例においてさえ、コミュニティはたいいてい、プロジェクトをその文化的価値の暗黙的な拒否として受け止める。そのような場合には、地元の文化的特異性を規定する活動の長期にわたる財務支援を確保することが、水力発電プロジェクトにより引き起こされるコミュニティの伝統や生活様式に対する変化を最小限にとどめるために必要となる場合がある。

たとえば、カナダ北部のジェームズ湾プロジェクトにおいて、1975 年に署名されたジェームズ湾・北ケベック協定は、地元のクリー族およびイヌイット族の先住民コミュニティに、独占的な狩猟、捕獲、漁獲に関する権利を保証した。またこの協定により、政府援助による先住民の狩猟および捕獲に関する所得保障プログラム (ISP) から、利益を受けることが可能となった。このプログラムは、伝統的な生活様式の実践を続けることを望むコミュニティのメンバーに手当を支給する。先住民のジェームズ湾のクリー族コミュニティに関する狩猟および捕獲に対する ISP の効果は、数名の社会学者により研究されている (Salisbury 1986; Scott and Feit 1992; Proulx 1992; Simard et al. 1996)。ISP から利益を受けていないその他の先住民コミュニティと比べると、ISP がこれらのコミュニティにその伝統的な生活様式を維持する、あるいはジェームズ湾水力発電プロジェクトの実施前に見られていたこのような活動の実践の減少を遅らせることが少なくとも可能であることを、これらすべての研究は示している。

4-3-4 開発利益の共有

影響および利益

長期にわたる構造上の影響により、十分に立地が決められ設計された水力発電プロジェクトは、国内や地域に著しい経済利益を生み出す可能性を持っていることに疑いの余地はない。農業や産業には乏しい水資源、在来石油やガス、石炭の供給源に対するアクセスの制限、そして頻繁な電気不足により、影響を受ける人口密度の高い国々に対して、水力発電や灌漑ダムの経済的重要性を誇張することは難しい。

しかしながらほとんど多くの場合、水力発電プロジェクトは勝者と敗者の両方を結果的に生み出してしまふ。すなわち、局所的に影響を受けたコミュニティは、たいいていプロジェクト関連の経済的および社会的損失の矢面に立たされる一方で、近隣地域は、手頃な電力および安定した下流の水量や水位へのアクセスにより、利益を受けている。この問題についてさらに詳しい論議は、Subtask 5 Report, 第 3 巻、付録 F—社会経済環

境、第3章を参照されたい。

貯水池地域内および下流のコミュニティが多くの場合負担する水力発電に関する直接的および間接的な環境コストや社会的コストは以下を含む。

- 貴重な土地や資源の浸水および関連する税収入の減少
- 下流の水質低下および土壌の貧困化
- 下流の川床および河口の長期にわたる浸食、ならびに沿岸部の浸食
- 自給自足農業の継続性の低下および下流地域の漁業の減少
- 肥沃でない内陸土壌にあるその他の脆弱な環境資源に対する過度の使用
- 長期にわたる国家の債務負担

下流のコミュニティに対する河川流量調節の主要な地域的利益は、洪水調節や灌漑と関連している。下流の河川流量調節および低流量の増大もまた、ダムの方下および貯水池内における商業的およびレクリエーションとしての航行を促進すると思われる。たとえ洪水調節を確保するためのダム関連の水管理慣行の有効性が討論の主題にとどまっていたとしても、上流のダムの存在は、地元住民に下流の川床の近くか、あるいは氾濫原の区域内で定住することを強く促すことになる。管理された河川流量および低流量の増大の存在は、たいてい以下を促進する。

- 灌漑農業および換金作物の開発
- 河川水の大規模かつ定期的な供給量を必要とする産業の発展
- 農業や工業関連企業に材料を供給し、それらの製品を販売する様々なサービス産業の発展

次々と、これらの新しい経済活動は、たいていは他の要素と組み合わせ、間接的にあるいは誘発された付加的な一連の社会経済的利益や影響を生み出すことになるが、それを当初の水力電力ダムプロジェクトまでさかのぼることは次第により困難になる。たとえば、経済活動の増加は川の流域外からの移住者の流入を招き、下流地域の人口密度を増加することになり、そして結果的に新たな都市コミュニティの発展を導くことになる。

水力発電の地域的利益の最適化

水力発電による電力供給の持続可能な基盤を確保するためには、関係する利害関係者と密接に協力して遂行されなければならないような念入りな計画が必要である。水力発電開発は通常、さらなる産業および商業の活動の基盤として役立つような低コストの電力を提供する。経済的利益は多くの場合、相当なものであるが、地元や地域のコミュニティが水力発電プロジェクトから十分に利益を受けることを確保するために有効な強化策がある。強化策には限定的にプロジェクトの建設段階で適用されるもの、稼働段階の初めから終わりまで継続しうるものがある。

水力発電の地域的利益を最大限に利用するための対策は以下を含む。

- 地元や地域の機関とのクイティ・シェアリング・パートナーシップソリューションズ (equity-sharing partnership solutions) の開発。これらの機関は、電力発電所の共同所有者となり、地域の直接的利益および運営の意思決定における意見を確保する¹
- 発電所所有者および地元および／あるいは地域の機関により、共同で運営される環境緩和および強化資金の設置²
- 地元のコミュニティと水力発電プロジェクトとのつなぎ役として働く渉外担当責任者の雇用
- 協力の可能性について情報の提供や相談、討議するために、発電所と地元/地域の経済的利害関係者(企業、労働組合、商工会議所、経済開発機関など)との間で地域の経済開発委員会を設置する。
- 地域の小さな企業が入札可能にするための建設契約の細分化
- 大規模建設契約には、サービスおよび／あるいは設備の一部を供給するために地元の企業を使うことを奨励。
- 直接的には建設作業および／あるいは付帯的サービス(道路維持管理、ケータリング、警備など)、そして間接的には二次サプライヤーまでの、地元労働者の優先的雇用
- 地元労働者の能力や雇用の機会を向上するための地元労働者への研修の提供 (Corfa and Milewske 1998)。
- 貯水池地域および下流域において、関連する利害関係者の水需要を考慮した河川流域管理計画の設計および実施
- 関係するインフラや商業的・公的サービスのみならず、貯水池漁場や低水位農業を開発および維持する長期的な取り組み
- 一部の事例において、新しい貯水池は、レクリエーション用の航行、スポーツフィッシングや観光事業のような新しい活動の支援が可能である。
- プロジェクトの影響を受ける人々が、実際には新しい開発計画の受益者になることを確保するために、このような計画の早い時期において、プロジェクトの影響を受ける人々による参加の保護になるような、訓練や専門的支援が必要である。

¹ 例: the COCOM (Societe en Commandite), by Hydro-Quebec

² 例: the SOTRAC (Societe des Travaux Correcteurs) by Hydro-Quebec

結び

5 結び

貯水池は大部分の水力発電プロジェクトにおいてとりわけ重要な特性である。貯水池とそれに関連した下流の水文環境の変更にはプラス、マイナス両面の影響がある。しかし、適切な対策を講じることでプロジェクトの環境に対するマイナスの影響を除去または軽減し、プラスの影響を最大にすることができる。影響の回避、緩和、補償、強化策が第2章と3章で十分述べられるのに対して、第4章ではそれらの中で最も効果的なものが検討される。

最終章となるこの章では、結論として水力発電所の設計と管理の改善のステップが提案される。提案される6つのステップは新たなプロジェクトに向けたものである。しかし、ステップ1と4から6までは既存のプロジェクトで水力発電の持続可能性を確保するために導入することができる。

ステップ1 調査チームの設置

- 最適な対策を構想、実施するために、プロジェクトの開発者は環境専門家(健康およびリスクマネジメントの専門家を含む)およびプロジェクトとそれが実施される地域に精通した技術者のチームを立ち上げなければならない。チームはプロジェクトのすべての段階(例えば計画、設計から建設、運転まで)で協力しなければならない。

ステップ2 適切な計画作りと設計による影響の回避

- プロジェクトの計画づくりと設計の段階では、詳細分析の対象となる複数の水力発電所候補地の選定に先立って、調査チームは調査区域の生物物理的および社会経済的特徴を熟知していなければならない。これには例えば現地の地形学、植生、水質、野生生物生息地の土地利用ならびに、歴史上および現在の人間居住のパターンと行動についての徹底的な理解が求められる。そうすることで調査チームは、土壌侵食、堆積、水質、陸上および水中生息地、農地、景観、レクリエーションの場などの喪失に関連して発生する可能性のある問題が回避され、または最小限になる水力発電所用地の選定と設計を行うことができる。
- 大規模な貯水池の新設に関しては一つの重要な問題が関わってくる。開発のための水域の選択肢が比較されるとき、それぞれの選択肢について環境の完全性がどの程度まで保全される可能性があるかを評価する指標として最も適切なのは、浸水し、または変更される土地の表面積である。他には比較される要素がなく、浸水する土地の表面積が大きく違う場合には、最適な選択肢の選定のためにはそれ以上の比較は不要である。
- 選択肢の比較において建設コストと環境への影響の間で明確な対立が見られない限り一言い換えれば、環境の完全性が最高に保全される選択肢が最高に費用のかかる選択肢でない限り、関連する表面積の質を考慮する必要はない。万一こうした事態が生じた場合は、a) 浸水を免れる表面積、b) プロジェクトの建設コストに基づいたプロジェクトのさまざまな選択肢の比較が、保全される区域の環境上の価値の評価に基づいて行われなければならない。したがって、以下の比較にも同様のアプローチを用いることがで

きる。

- a) 切り離され、または流量が大幅に減る河川部分の延長と、b) プロジェクトの建設コストに基づいたプロジェクトのさまざまなオプション
- a) 移設される住居と、b) プロジェクトの建設コストに基づいたプロジェクトのさまざまな選択肢

ステップ3 最適な選択肢の影響の緩和、補償、強化

- 技術的、経済的、社会的、環境的条件から見て最適なプロジェクトの選択肢が選定されたら、a) プロジェクト自体の環境的、社会的成果の向上ならびに、b) 調査区域内の既存の環境または社会状況の改善の双方のために求められる追加的な対策が、実際のプロジェクトの設計に組み込まれなければならない。こうした緩和措置はプロジェクトに関連した環境的および社会経済的な影響の最終的な評価に先立って明らかにされなければならない。つまり、実行可能性調査の際に明確にされ、プロジェクトの計画と仕様に明確に示され、プロジェクトの実施とモニタリングのプロセスが進行し、プロジェクトの環境的、社会的な実際の影響がさらに明らかになる中で精緻化されなければならない。
- すべての対策は、適用される国際的な協定と合意、ならびに適用される環境および社会経済基準、プロジェクトの建設が行われる国、地域、地方、州などにおける規制と指針を尊重、順守したものでなければならない。プロジェクトに固有の政府指針(適用される場合)も順守されなければならない、影響を受ける可能性のあるコミュニティの社会・政治的背景にも合致しなければならない。
- それぞれの対策は技術的、経済的に実行可能でなければならない、とりわけ実行された特にモニターすることが可能なものでなければならないことを、チームメンバーは肝に銘じておかなければならない。

ステップ4 環境管理計画の確立

- 水力発電計画の設計が完了すると、影響を受ける可能性のあるコミュニティと関連の政府および非政府機関との協力のもとで、調査チームによって明らかにされ、状況に適合、調整されてきたすべての対策が、その後のプロジェクト建設と運転の段階で実行されるべき総合的な環境管理計画に統合されなければならない。

ステップ5 緩和策の現地ニーズとの調整

- 調査チームは、影響を受ける可能性のあるコミュニティの代表およびメンバーによって表明されるニーズに沿って緩和、補償、強化策の選定、計画、調整を行うために、水力発電プロジェクトについて求められる市民参加プログラムを活用しなければならない。可能な場合にはいつでも、地方政府機関と非政府機関(NGO)はそうした対策の実施への参加を求められなければならない。緩和策をプロジェクトの影響を受けるコミュニティと人々のニーズおよび強い願望と調和させるのに、そうしたアプローチが役立つ。

ステップ6 モニタリング・プログラムの立ち上げ

- すべての緩和策のモニタリングは、無視されることが非常に多いが非常に重要なステップである。それによってすべての対策の有効性と効率の評価が可能になる。ある場合には無用だったり逆効果だったりする対策を発見するのに役立つことがある。実施される緩和、補償、強化策のそれぞれについて、調査チームは必要なモニタリングのための活動をできるだけ的確に定めなければならない(対象地域、必要な

期限、必要な人的および物的資源ならびに推定費用について)。

- モニタリング・プログラムから得られた教訓は、多くの場合プロジェクト実施期間中の予期されない問題の修正に直接生かすことができる。そうした教訓は、将来の水力発電プロジェクトの影響評価プロセスの改善と、すべての利害関係者によるプロジェクトの受け入れを推進するための貴重な情報源ともなる。

第4章では水力発電のマイナスの影響を緩和または補償するための管理の重要性が強調された。管理計画作り(ステップ4)は、新たな、または既存の水力発電施設についての地元のニーズに合わせた緩和措置(ステップ5)のための必須条件である。緩和策の有効性と効率についての情報の不足について言えば、講じられ、または講じられる予定の緩和策のモニタリング(ステップ 6)が、業界にとっての近い将来の課題であることは間違いない。