

論文の内容の要旨

氏名：小 松 俊 夫

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：水力開発における自然環境保全対策に関する実証的研究

第1章は序論で、本研究の背景ならびに本研究の目的と論文構成について述べた。

水力発電は、わが国の純国産エネルギーとして、明治時代以来約130年の実績を有し、その役割も国のエネルギー政策により国民生活に寄与してきた。水力開発はその特性上、山間部に立地するため、自然環境へ負荷を与える。開発初期の水力発電は流込み式など小規模だったため、自然環境への影響は小さかったが、ダム式など大規模な開発が促進すると、自然環境への影響も大きくなっていった。そして、これら自然への影響に対する自然環境保全対策は、国の環境政策に応じて実施されてきたが、近年では、持続可能な開発が叫ばれ、自然環境との共生が求められている。

このような経緯において、本研究では、大規模開発が行われた第二次世界大戦以降に実施されてきた環境保全対策は、その時代の環境政策に応じて推移してきたことを、わが国の34発電所対策事例により分析した。そして、近年求められている自然との共生に対して、申請者が1992年から1995年に携わった沖縄海水揚水発電実証プラント建設工事、1999年から2001年に携わった奥只見・大鳥発電所増設工事を通して、申請者が提案・実践した共生のための対策が、工学的・技術的に有効で普遍性があることを分析・検証した。

第2章は水力開発における自然環境保全対策の推移について、各年代における水力開発状況と環境政策の関わりを概説し、各発電所建設工事で実施された環境対策事例を分析した。分析結果を以下に要約して示す。

1950年代～1960年代は、戦後の復興を図るべく高度成長が本格的に開始され、急増する電力需要に対応するため、大規模貯水池式発電所や混合揚水式発電所の開発が全国各地で促進された。そして、ダム築造などで発生する濁水・濁水や水温低下など、河川水を生活の一部として利用している流域住民に直接影響が及んでいる事象を対象に、機能代替補償、金銭補償が行われた。

1970年代の自然環境保全対策は、影響発生源および自然生態を考慮した内容に変化してきた。すなわち、環境基準の導入により、水質では濁水処理設備の設置、騒音では低騒音型機器の導入、振動では火薬量の制限など発生源に対する対策がとられた。また構造物レイアウトや改変地修景緑化など、自然景観との調和が優先された。さらに、1970年代後半には環境影響調査制度（通産省省議決定）が開始され、統一された環境影響評価項目で保全対策がとられ、生態調査に基づく環境保全対策の立案、また、工事中モニタリングが実施されるようになってきた。

1980年代の自然環境保全対策は、本格的な環境影響調査が実施され、改変面積の最小化、現存植生を考慮した緑化対策が行われた。また、水質・騒音・振動では、設備・施工両面における対策が行われ、工事関係者には、環境教育が行われるようになった。さらに、流水の正常な機能を維持するために、河川維持流量が放流され、対策範囲も面的に拡がり、発電所の外観デザイン・色彩なども配慮されるようになった。このように環境保全対策は、生活環境を意識した産業優先時代から人と自然との調和、生活環境の保全から安らぎや潤いのある魅力的な快適環境の創造へと変化してきた。

1990年代は、地球サミットにより「持続可能な開発」が求められ、水力開発では「自然環境との共生」をめざし、生態系の維持、自然環境の復元、廃棄物のリサイクル、また、地域と共生していく取り組みが試行された。環境影響評価法施行(1999年)以降現在では、生物多様性の保全、行政・専門家・市民との合意形成が求められるようになった。

第3章は開発と自然との共生事例として、沖縄海水揚水発電実証プラント建設工事で実践した共生のための保全対策の考案・実施内容を説明し、提案事例の工学的・技術的な有効性を示した。

地球サミット、生物多様性条約を契機とし、沖縄海水揚水発電実証プラント建設工事では、調査・設計から工事中・工事終了後に至るまで、環境影響評価法に先駆けて「自然環境との共生」を目指し

た環境保全対策を実施した。

実証プラント建設工事地点は、沖縄本島北部（ヤンバル）に位置し、絶滅危惧種に指定されているノグチゲラ、ヤンバルクイナなど希少貴重動物が生息しており、また、海に流出するとサンゴの生息に影響をあたえる赤土土壌が分布している。このような生物多様性に富んだ沖縄ヤンバルで、生物多様性の確保、赤土流出防止、工事跡地の自然環境への復元を目指した保全対策を独自の方法で専門家と協働しながら現場サイトで生態系を中心に行う一連のモニタリングおよびそのデータによる評価（エコサイトモニタリング）を実施した。すなわち、工事着手前の予防的保全対策として、ほとんど例のない希少貴重動物の移動試験を行い、工事影響がない同様の生息環境に移動・保護し、さらに、万一、希少貴重動物が戻ってくるリスクを想定して、生態行動を考慮した侵入防止柵、小動物の自力脱出を可能にした片側傾斜を有する側溝を設置し効果をあげた。工事中の対策として、騒音・振動、水質の定期的な調査の他に、両生類・爬虫類、土壤動物、水生動物、サンゴ、鳥類の生態を考慮したモニタリング、晴天時および降雨時に対応できる濁水対策、赤土流出が発生しにくい緑化対策、また工事関係者の環境教育活動や日常的な環境パトロールなど事業者と工事関係者が一体となったソフト対策を展開し成果をあげた。工事終了後の対策として、世界で初めて取り入れられた海水揚水発電の自然環境に与える影響を調査するための環境モニタリングを実施した。さらに、環境創生地として新しい環境の創出を考案・実施した。それらの実施が調査・分析の結果から自然環境への復元につながることを検証した。

第4章は、環境影響評価法に先駆けて実践した開発と希少猛禽類との共生事例として、奥只見・大鳥発電所増設工事で、エコサイトモニタリングを実施し、イヌワシとの共生を可能にした保全対策の考案・実施内容を説明し、工学的・技術的な有効性を示した。

増設工事が行われた奥只見地域は、イヌワシ、クマタカなど数多くの希少猛禽類が生息する生物多様性が豊かな地域である。工事区域周辺には、イヌワシ2つがいが生息していたため、イヌワシ保護を中心とした環境保全対策を実施した。すなわち、水力建設工事における環境管理システムの一環として環境方針を提示し、事業者、工事関係者全員でイヌワシ保護を中心とした環境保全対策を実施した。また、工事期間中、工事箇所近傍のイヌワシつがいが2度繁殖に成功し、幼鳥が巣立ったため、飛翔能力が低い幼鳥に対してほとんど前例のない順応的管理を計画・実施し、工事と幼鳥保護との両立を可能とした。環境保全対策を体系的にかつ確実にを行うために、希少貴重鳥類に対する保護対策実施状況などを発信するための環境コミュニケーションを図り、その評価を客観的に得ることができた。

具体的には、工事期間の制限を設け、イヌワシの営巣期である11月～6月は、営巣中心域（営巣地から半径1.2km）では、地上部工事および工事用道路の通行は行わないこととした。このため構造物の地下式化、既設構造物の有効利用、仮設備の営巣中心域外設置を行った。また、イヌワシが生息する周辺の自然生態を保全するため、発破・工事車両などへの騒音・振動対策、照明・色彩対策、水質保全対策を実施した。さらに、巣内育雛期には定期パトロールを行い、写真撮影者、ハシブトガラスなど外部の侵入からイヌワシ幼鳥を保護する対策を考案・実施した。

第5章では、「結論」として、上記の成果をまとめたものを記述した。水力建設工事にあたって未解明な部分が多い自然との共生のためには、工事区域周辺の自然条件を正確に把握し、科学的根拠に基づいて保全対策を立案・実施し、その有効性を判断すること、およびハード・ソフト両面での対策、エコサイトモニタリングを適切に組み合わせて実施することについて記述した。

すなわち、沖縄海水揚水発電実証プラント建設工事、奥只見・大鳥発電所増設工事で、申請者が提案・実施した環境保全対策から、①希少貴重動物の生態特性を考慮した予防的保全対策、②未知な自然現象に対応するための試験の実施、③イヌワシ幼鳥保護に向けた順応的管理、④自然の回復力を利用した生態系復元、⑤事業関連者との環境コミュニケーション、⑥工事関係者の環境教育活動、⑦日常的な環境パトロール、⑧エコサイトモニタリングによる的確な状況把握および対策への反映、科学的根拠の構築などの事例について考察し、これらから得られた結果から、自然と共生するための環境保全対策の手法を示した。

本研究は、1950年代～1980年代の水力開発で実施された自然環境保全対策を分析し、1990年代には、自然環境との共生をめざした沖縄海水揚水発電実証プラント建設工事および奥只見・大鳥発電所

増設工事が実施した環境保全対策について実証的に分析を行い、工学的・技術的に有効な手法を提言した。そして、水力建設工事における自然との共生をめざす環境保全対策立案に必要なことは、建設工事周辺の自然条件（生態系や土壌など）を正確に把握することであり、その把握した自然特性に基づいて立案する環境保全対策を工学的に解決できる方法を示した。

本研究の成果は、二酸化炭素を排出しないクリーンな再生可能エネルギーである水力発電を今後積極的に開発する必要があることを踏まえて、自然環境に配慮した水力建設技術の実例とともに、水力開発における自然環境保全および環境政策を十分反映した技術的な解決策に大きく貢献するものである。