

(仮訳)

Key Issues :

- 1 : 生物多様性
- 14 : 地域産業の振興

気候区分 :

Csb: 地中海性気候

主題 :

- Cape 植物区系に含まれる土地でのプロジェクト実施
- 流域変更、流域間の水移動

効果 :

- Cape 植物区系の保全
- 固有魚種の保護

プロジェクト名 : Palmiet 揚水発電所
国名 : 南アフリカ共和国

実施機関 / 実施期間 :

- プロジェクト : Eskom Holding Ltd. 社 & Department of Water Affairs and Forestry (DWAF)
1983年 (建設開始) -
- Good Practice : Eskom Holding Ltd. 社 & Department of Water Affairs and Forestry (DWAF)
1983年 -

キーワード :

Cape 植物区系 (Fynbos : 南西ケープの灌木密生地帯)、生物圏保全、環境影響管理計画、
ビジターセンター、外来種侵入防止

要旨 :

本計画は、世界の6植物区系のうち最も小さく、かつ多様性に富んだ Cape 植物区系の一部になる Kogelberg 国有林内に位置している。独立環境コンサルタントを含む多くの学術分野チームからなる Palmiet 委員会がプロジェクトの初期段階に設立された。全体の取り組みとしては、初期段階から環境影響管理を実施することであり、建設の全過程を通じて厳しい管理が実施された。環境影響管理の取り組みは効果的かつ経済的に実行可能なものであったことが証明された。

1. プロジェクト概要

Palmiet 揚水発電所計画は、南アフリカ共和国の西部州の Palmiet 川に位置している。この計画は、Grabouw 南部の Palmiet 川に位置する Kogelberg 下部ダムと、Palmiet および Steenbras 川の分水嶺上に位置する Rockview 上ダムの2つのダムによって構成されている。2つの調整池をつなぐトンネルによって Kogelberg 調整池河岸に設けられた 400MW の揚水発電機に水が導かれる。オフピーク期間、水は Kogelberg から Rockview 調整池にポンプアップされ、ここから “Department of Water Affairs and Forestry” に割り当てられた水が、別の導水路によって Steenbras 貯水池へ自然流下されている。この給水は、ケープタウンへの年間供給水に対して平均して 25 Mm³ の給水を補填している。

本計画の仕様を表 1 に示し、一般計画図を図 1 に示す。

(仮訳)

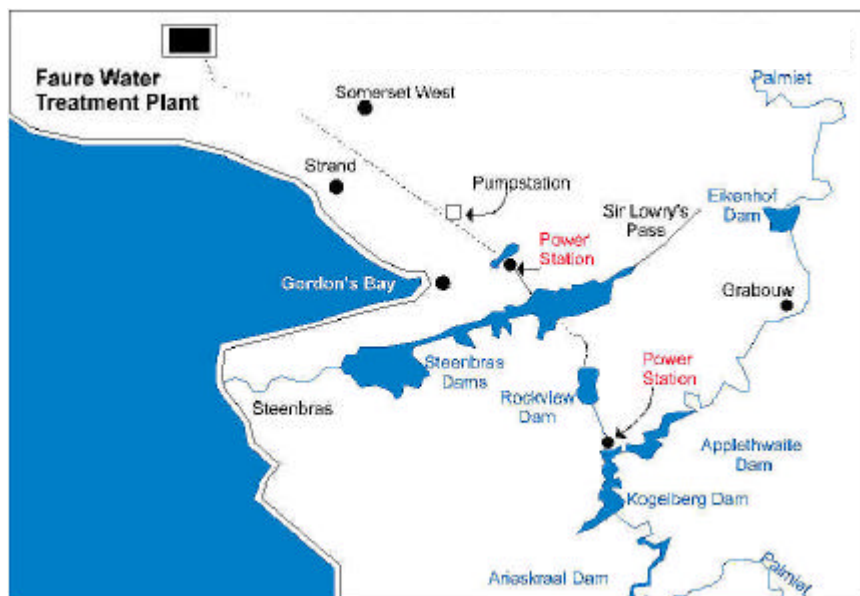


図1 Palmiet揚水発電計画レイアウト

表 1 Palmiet 揚水発電計画の仕様

項 目		仕 様
河川系		Palmiet 川
発電所	運用開始	1992 年 7 月
	出力	400 MW (200MW x 2)
	最大使用水量	185 m ³ /s
上部ダム および調整池	ダム	Rockview ダム
	型式	ロックフィル、アースフィル
	堤頂長	1,250 m & 700 m
下部ダム および調整池	ダム	Kogelberg ダム
	型式	コンクリートアーチ

上部調整池 Rockview ダム

上部調整池は、Palmiet および Steenbras 川の分水嶺に位置するため、実質的に天然の河川流域を持っていない。その調整池は、主堤体をロックフィル、北側堤体をアースフィルによって形成されている。水路は主堤体から発電所まで布設されている。北側堤体からの開水路および管路が Rockview 調整池と Steenbras 計画の上部調整池を繋いでおり、給水の補填は、このルートによって実施されている。

下部調整池 Kogelberg ダム

Kogelberg ダムは、重力式コンクリートアーチで設計されている。このダムは、左側面に最大高さ約 19m、長さ 850m にわたる別の鞍部ダムを備えている。

発電所および水路

発電所は Kogelberg ダムの上流約 2km に位置しており、発電能力は 400MW である。2つの 200MW ポンプ発電機と補助設備は、2本の直径 23m のコンクリート覆工された立坑の底部、地表下およそ 60m に位置している。発電時には、開削工法による長さ 750m、直径 6.2m の導水トンネルを通じて、上部調整池から (Rockview ダム) 最大 185 m³/s が取水される。そして取水は、傾斜 55 度、深さ 130m、直径 6.2m の

(仮訳)

取水口豎孔を通じ、長さ 487m 直径 6.2mの圧力トンネルの入口に導かれる。そこから水は、長さ 561m、直径 5.4mの埋設水圧鉄管を流れ、それぞれ長さ 131mと 139m、直径 3.9mと 2.6mに漸縮した2つの分岐水圧鉄管に流れ込み、さらに発電所に送り込まれている。発電所から、それぞれ長さ 84m、57mの2本の傾斜したコンクリート放水路トンネルが Kogelberg 調整池の放水口に接続している。

サージタンクは、埋設型導水トンネルの終点部に位置している。長さ 34m、直径 6.2mのトンネルが導水路トンネルから分岐し、サージタンク底部に導かれている。円筒自立コンクリート構造のサージタンクは高さ 61m、直径 21mである。景観悪化を最小限とするため、サージタンクは地形的に最も高い場所には建設せず、Palmiet 川エリアからの見学者から突出して見えないように崖から後退した位置としている。サージタンクは、一時的な水圧鉄管の過度の圧力変動を防止している。Rockview ダムから、高さ 68mの導水路タワーへ連絡橋が繋がっている。このタワーは、幅 15m、高さ 14mのスクリーン取水口、機械的に作動するメンテナンス用角落としおよび水理条件によって作動する緊急用ゲートを収納している。

導水路タワーは、水路においていかなるサージングが生じても緊急ゲートの閉鎖が可能な余水吐を頂部に備えた鉛直ダクトである。これは、Eskom の技術者によって設計されたユニークな安全機能である。ダクトは緊急用ゲートを収納し、緊急閉鎖時の余水排出とゲート閉鎖後の導水路トンネルの通気の確保に備えるものである。下部調整池の湖岸上の放流設備は、発電所に隣接して施工された高さ 45mの2つの放水路タワーから構成されている。それぞれのタワーは、幅 8.7m、高さ 9.5mの仕切られた開口部、機械的に稼動する巻上げ式メンテナンスゲートおよび火災時に使用される水中ポンプを有している。Palmiet 揚水発電計画で発電される電気は、Worcester 近くの Bacchus 変電所で基幹送電線に供給される。発電および揚水による Eskom 送電線網上での周波数調整に加えて、Palmiet 発電所の発電機は、ネットワークの電圧調整に使われることになる。

2. プロジェクト地域の特徴

オランダが 1652 年にケープで中間駅を設置した時、彼らがそこで見た植物は未知のものであった。多くが素晴らしい針状の葉を持ったものであったので、彼らはそれらを「素晴らしい葉を持った低木」を意味する「fijn bosch」と呼んだ。 - いわゆる今日、Fynbos 植物区系として知られているものである -。Fynbos は主に西部ケープの南部と南西部の山間部と平原に生育している。それは何千種類もの植物から構成され、3つの主要な植物科である Protea Erica および Restio に分類される。Fynbos 植物種のほぼ 70%は土地固有の植物であり、従って、地球上の他地域には自生していない。Fynbos 植物区系は単一的ではなく、それは信じられないほど多様性に富んでいる。

Kogelberg は、こうした土地固有植物の中心とみなされており、Fynbos 種の約5分の1の原産地であることが知られている。そこには、約1,500種類の植物、70種類の哺乳類、43種類の爬虫類、22種類のカエル、そしておびただしい数の鳥と昆虫が生息している。植物のうち約150種は、世界中の他のどのような地域にも生育しておらず、それはまさしく Fynbos 植物区系の中心として知られている。UNESCO が MAB(人と生物圏)プログラムの下で生物圏保護区として本地域を登録した 1988 年に、Kogelberg の特有性と生物の多様性が認識された。Kogelberg 国有林は生物圏のコアとして取り込まれている。Eskom は UNESCO に提出された生物圏状況申請書への署名者の一人であり、また、セベリア戦略の中で確認された生物圏保護区に関する UNESCO 行動計画の



図 3 Fynbos 植物区系 Protea Flower

(仮訳)

目的を実行するために、組織責任を承認する約束宣言にサインした。生物圏保護区は、陸上および海岸 / 海の生態系エリアであり、その中での土地利用と資源管理は、保全と開発を強化することを保証するものである。生物圏保護区は、ゾーニングシステムの適用によって実現化されている：

コア： 自然環境保全が優先されるべき最も生態学的に敏感で原初的の地域

バッファ： レクリエーションおよび天然の産物の持続利用が可能であり、生態学的にそれほど敏感ではないが自然環境の多く残る地域

トランジション： 農場、商業プランテーションや街など多く土地利用形態が存在し、生態学的に敏感ではない地域

したがって、このような保護区は、水力発電のように持続可能なように管理された活動はもちろん、Kogelberg 国有林のように - 厳密に保全された地域を受け入れることができる。

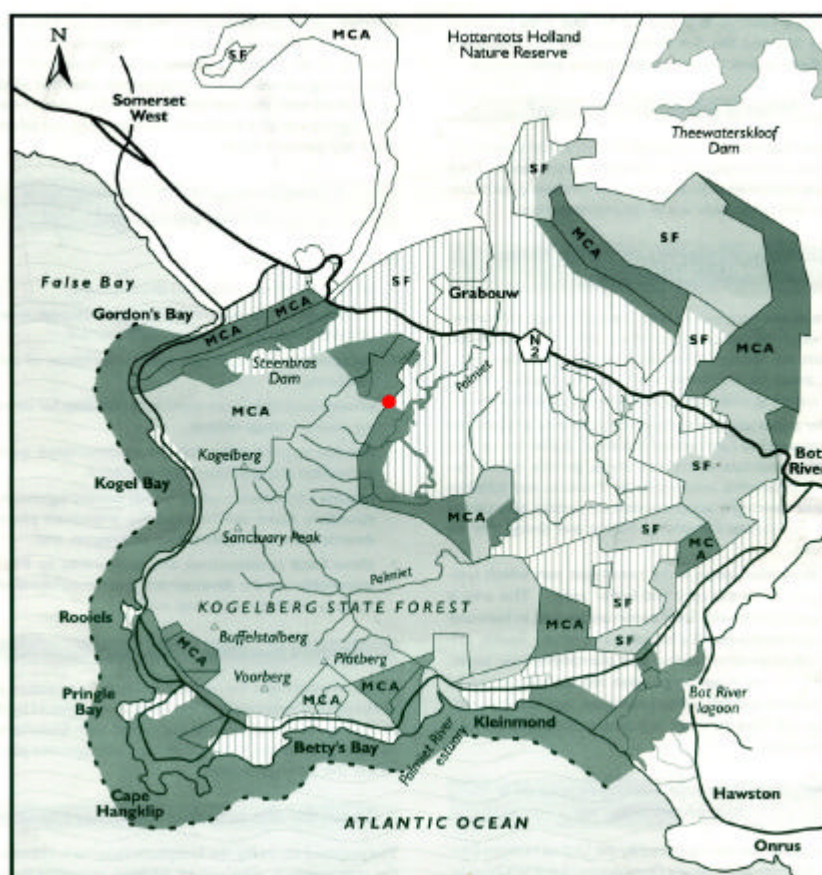


図 4 Kogelberg 生物圏保護区

3. 主要な影響

3.1 プロジェクト地域における建設の影響

Palmiet 揚水発電所計画の建設は、生物圏保護区宣言に先立つ 1983 年から 1988 年にかけて実施された。その当時、南アフリカでは現在の環境法規レベルのものは実施されていなかった。しかしながら、Eskom は Kogelberg の独特な生物多様性を認識し、その当時の先駆けとして環境影響管理計画を策定・実施した。それは、大規模な建設活動の間、自然環境の保全がどのように達成されたかという絶好の一例である。

(仮訳)

3.2 河川環境に関する運用の影響

The Department of Water Affairs and Forestry は、主に水系の運用管理について責任を有しており、Palmiet から Steenbras 流域への水の転流に関する決定は、Eskom と共同で行なわれる。

下部調整池は、Palmiet 川に位置しているが、通常運用における放流は、流量変動が Kogelberg ダムに抑制されるため、直接的に下流河川へ影響を及ぼさない。流域間の水移動に関しては、ケープ環境保護局メンバーの研究によって、同じ2つの固有魚種が両方の河川系で生息していることが分かっていた。両方の種は、ケープ南西部のほとんどの河川において広く分布しているものである。The Department of Water Affairs and Forestry は、専門コンサルタントと連携し、生態学的必要性を満足するために、Palmiet 川が必要とする河川流量を設定した。河川に対する運用ルールは、Eskom との協議で設定し、放流が自然の季節サイクルを模擬すること、その結果は河川内の流れの必要条件として問題がないことを確認している。

4. 影響緩和策

4.1 建設段階における環境影響管理計画

1) Fynbos の再生

Fynbos の保全に関連する要因には高い優先度が与えられた。

- 建設エリアから表土を剥ぎ取り、慎重に保存した。一旦作業が完了すると、表土がもとに戻され、その安定化と固有植物の再生が図られた。
- 制御不能かつ破壊的火災を防止するため、効果的な「火災防止計画」が立案され、極めて厳密に実施された。
- 近傍の生態学的均衡を乱すような外来植物の導入を防止するため、当該エリアに持ち込まれたすべての材料に対し慎重な検査を実施した。
- 当該サイト全体の造園では、同じ理由から土地固有の植生の栽培のみに限定した。

2) アルゼンチン蟻

Fynbos への最も大きな脅威の一つは、外来のアルゼンチン蟻がサイトへ出没する可能性であった。この蟻は fynbos の種を除いた多肉質部分を食べるが、土地固有の蟻と違い、それらの種を埋めることをしない。それらは地面上に無防備に放置されるため、火あるいは他の要因によって消失する危険にさらされる。これらの蟻の流入を防止するため、衛生に関する極めて高い基準を準備し、それを遵守すること、すなわち、特別に設計された食堂が労働者のために建てられ、すべての残飯が毎日慎重に廃棄された。アルゼンチン蟻は、そのようなゴミに大いに引き付けられるため、この努力は必要なものであった。

3) 野生生物の保護

野生生物の保護に関する厳格な管理は、世界的に適用可能な自然保護条例に沿って実施された。例えば、当現場の人々は、多くの大きなヒビの数を観察し、楽しむことを奨励された。但し、動物に餌を与えることは禁じられた。なぜなら、自然な餌の探索行動を乱すことは、動物に飢えや大きな行動変化をもたらすことになるからである。

4) 環境教育

現場の労働者の環境意識の向上を図るプログラムは、主な言語グループのすべてに対して実施された。これは、この地域における達成計画を確認するために、再度実施されたものである。

(仮訳)

4.2 運用段階における環境影響管理手順

影響管理対策の成功は、建設段階に限られたものではない。

- 1) 資源の持続的利用の哲学は、日常活動として運用される実用的な環境影響管理手続きというかたちで、発電所の運用段階へと引き継がれた：
その手続きは次の事項を重点的に取り扱っている；
 - 地所管理
 - a) 往来のコントロール
 - b) 外来植物種のコントロール
 - c) 土砂侵食
 - d) 土地固有の動物相/鳥類の保護
 - 廃棄物およびリサイクル
 - 上水および下水
 - 大気汚染/オゾン層破壊
 - 教育訓練
- 2) Palmiet ビジターセンターは、1991年に建設され、毎年訪れる数千の訪問者に対し天然資源の持続可能な利用に関するメッセージを伝えている。
- 3) Palmiet は、Palmiet 川の利害関係者および利用者が参画する Palmiet 流域管理委員会に代表を送っており、当該委員会は Palmiet 流域での水と土地利用に関わる地域活動の影響を監視している。

我々自身の内部監査による判断では、現在の Palmiet 環境管理計画は、ISO14001 に適合しており、2003 年末までに、ISO14001 団体として国際認証機関より認定を受ける予定である。

4.3 Palmiet 水供給運用規則

余剰水は、Palmiet 川の Kogelberg ダムから Rockview ダムに供給される。Palmiet 揚水発電計画は、週単位で運用されており、週末の間に 16,500,000m³の水が Kogelberg ダムから Rockview ダムに供給され、次の一週間に放流される。また、追加 3,000,000m³を上部の Steenbras ダムへの供給分として Rockview ダムに蓄えることができる。Palmiet 川の下流域は、Kogelberg 生物圏保護区を形成しており、河川流量の必要条件を満足する場合のみ、Steenbras ダムへの水供給が実施される。Kogelberg ダム下流の堰は、河川流量が環境の必要条件を満たしているかどうかをチェックするために使われており、現在、以下の運用規則が管理と水供給実施のために使用されている：

- Arieskraal ダムは Kogelberg ダムの直下に位置し、放流容量は僅か 2m³/s である。Arieskraal は、通常夏の終わりに水位が低下するため、Kogelberg ダムへの初冬の流入が Arieskraal ダムへの供給に使用される。その後、Arieskraal ダムを越流するように、環境にとって必要な流量として 15m³/s までの環境放流が Kogelberg ダムから実施される。
- 堰での流量を補給するために Kogelberg ダムから実施されている放流は、Klein Palmiet 川および Krom 川の自然流出によって供給されている。一方、余剰水は、Kogelberg および Rockview ダムに貯留される。もし堰での流量が 4.3m³/s 以下であれば、Kogelberg ダムへの流入量の 58%までが放流される。
- Palmiet 揚水計画の運用は、16,500,000m³の貯留を必要とする。Kogelberg ダムにおいて、あまりにも

(仮訳)

多くの水が貯留されると、発電による 156m³/s 放流で Kogelberg ダム下流部の流失を引き起こす危険性がある。Eskom は Kogelberg ダムの管理に責任があり、上部の Steenbras ダムに放流するために貯留された追加容量は、3,000,000m³ を越えることは許されない。

- 冬の終わりに、3,000,000m³ の水が Rockview ダムに蓄えられ、予備的容量が有効となった場合、上部の Steenbras ダムに放流される。
- Palmiet 川からの供給は、10,000,000m³ から 40,000,000m³/年で変化し、平均的には、22,500,000m³/年により西ケープ系の生産高（収穫量）を増大させている。

The Department of Water Affairs and Forestry は、河川の健全性に関する研究を開始した。河川沿いの様々な現場の確認が実施され、生態系においてどのようなタイプの生物が存在しているかを決定するために、モニタリングが実施されている。このことは、河川状態の将来予測に対して基礎的情報を提供するものである。

5 成功の要因

5.1 地域社会の協力

建設に先立ち、計画の短期および長期的影響を認識するため、地域の利害関係者との打ち合わせが開催された。近隣農家と彼らに影響を及ぼす連絡道路に関しての協定について協議が行われ、農家との親密な関係が維持されるとともに、外来植物の除去のような共通の関心について協議が行われた。

5.2 Palmiet 流域管理委員会

1996 年に The Department of Water Affairs and Forestry の大臣によって着手が指示された - 流域間相互水供給実施に先がけて - 委員会の仕事は、Palmiet 川に対する流域管理計画の作成であった。南アフリカは、新しい国家水資源戦略の実施過程にあり、Palmiet 川に対して策定された流域管理計画は最初のものであり、他の流域のための原案として役割を果たすものであった。公的な参加型協議体の結果として、Eskom、地方自治体、レクリエーション組織、農業組織、産業/企業、環境組織政府部門、観光旅行局、地方税納税者協会、市と農家の労働者組織から代表が選出された。水問題から土地利用にわたる地域問題に対し、委員会はフォーラムとロビーグループとしての機能を果たしており、Palmiet 川の河口資源に対する利害関係者が含まれている。委員会の理想像は、「生態学的、社会的、経済的要求を維持するため、そして地域の独自の保全状況と景観を維持するために全体資源（土地、水および空気）が最適利用されるよう、Palmiet 川流域を管理すること」である。Palmiet 発電所は、その導入以来、積極的に委員会に参加してきている。

5.3 Palmiet ビジターセンター

センターには観光客が訪問しているが、社会的責任に基づく、正当な目的が保持されている。環境、資源の持続可能な使用および技術について学童と地域社会を教育することは、ビジターセンターのおもな目的である。南アフリカにおける以前の恵まれない地域社会の学童にとっては、これらは新しい概念と経験である。今までのところ、約 70,000 の人々（大多数は、学校と第 3 の教育機関から）がセンターと発電所を訪問した。またビジターセンターは、Grabouw ような地方では他にこのような場所がないため、地域社会会議の開催場所としても使用されている。そのような地域社会との相互関係は、発電所の事業活動に対する積極的な姿勢へ貢献した。

(仮訳)

6 第三者のコメント

Palmiet 揚水発電計画は、以下の賞を受賞した。

- 1) 1987 年、「The Most Outstanding Civil Engineering Achievement」を南アフリカ土木研究所から受賞
- 2) 1988 年「EPPIC Award」を「The Environmental Planning Professions Inter-disciplinary Committee for integrated environmental planning and management」から受賞。
- 3) 1997 年、すべての南アフリカ人の生活向上を保証するために、環境の効果的な保全と持続可能な利用に関する優れた業績に対し「Conserva Award」を南アフリカ環境・観光大臣より受賞
- 4) 2003 年「Blue Planet Prize」を International Hydropower Association(IHA)より受賞した。本賞は、IHA によって 2 年毎に授与されるもので、UNESCO の国際的水文プログラムによる評価支援に基づいている。本賞は、技術、経済、社会的環境基準に基づいて、これらの側面のうち一つ以上に功績があると考えられる水力発電開発と運用における好事例と健全経営を認定するものである。プロジェクトは、水力発電にとって第一級の大使であることが考慮されているとともに、持続可能な開発に関する世界首脳会議の実施計画と近年の世界水フォーラムの大臣宣言に一致する特徴を示している。

7 詳細情報の入手先等

7.1 参考文献

- 1) The Palmiet Pumped Storage Scheme Environmental Impact Control Plan
- 2) The Palmiet Technical Brochure
- 3) The Palmiet Environmental Impact Management Procedure
- 4) The Kogelbelg Cape Nature Conservation Department

7.2 問い合わせ先

Peaking Generation,
Generation Division, Eskom