

ラオス国ナムニアップ1水力発電プロジェクトにおける長期気候変動影響評価について

関西電力株式会社 正会員 ○加藤 雅弘
関西電力株式会社 正会員 山本 悠貴
関西電力株式会社 正会員 村上 嘉謙

1. 概要

関西電力がラオス国で実施しているナムニアップ1水力プロジェクト（2019年運転開始）においては、融資銀行団から融資条件の一つとして長期気候変動影響評価が義務付けられた。これは、長期的な地球温暖化による対象河川流域の気候・水文への影響を想定し、将来的な売電収入の減少や、プロジェクト費用の増加がないことを確認しようとするもので、プロジェクトファイナンスにおける広義でのリスクアセスメントの一環として、水力プロジェクトでは初めて実施されたものである。本稿では、検討結果の概要を紹介する。

2. 評価手法

（1）評価フロー

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の気候変動予測手法に基づき、大気大循環モデルを用いて気候予測計算を行い、その結果を基にプロジェクト流域の流出解析を実施して影響を評価した。

（2）解析手法

（a）気候変動予測計算

気候変動予測シナリオには、IPCCの温室効果ガス排出シナリオ（IPCC,2000）のうち、A1b（普通排出シナリオ）およびB1（低排出シナリオ）を採用した。（以下、本稿ではA1bシナリオでの評価結果を示す）

大気大循環モデルには、過去、メコン川流域全体の同種検討に用いられたモデル（空間分解能 100～300km）を比較検討し、最適なモデル（mpi_echam5）を採用した。大気大循環モデルによる計算を行った後、更に統計的手法によるダウンスケーリングを行ってプロジェクト流域の気候変動予測計算（日単位気温、降雨量）を実施した。

（b）流出解析

上記予測計算で得られた気温、降雨量を入力値とし、分布型流出モデル（VModモデル）を用い、流域を5km x 5kmのグリッドに分割し、流域の地形（図1参照）、土地利用、土壌タイプ情報を加味してプロジェクト流域の流出量を計算した。次に、この計算結果を基にネットワークフローモデル（MODSIMモデル）を用い、ナムニアップ1より上流にある3つのプロジェクトの発電、ダム運用も考慮した流出解析を実施した。

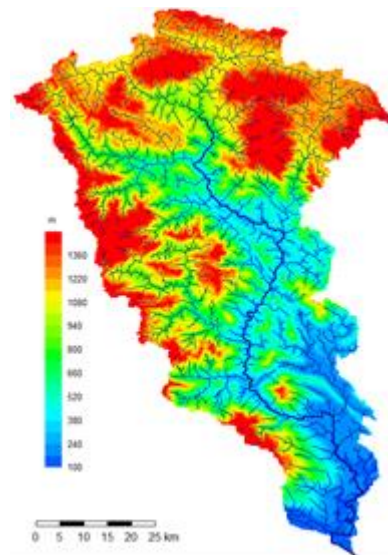


図1 分布型流出モデル（標高データ）

3. 評価結果

（1）気候および河川流量への影響

（a）気温

2050年には現在（Baseline, 1998年～2011年平均）に比べ、乾季（11月から4月）で2.1℃、雨季（5月から10月）で1.6℃、日最高気温が上がる予測結果となった。

日最高気温の現在と気候変動後（2045年～2058年）の比較を図2に示す。

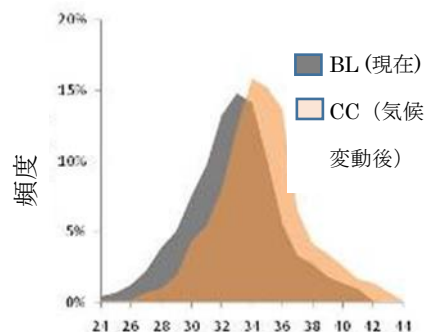


図2 日最高気温の比較

(b)降雨量

雨季の降雨量頻度分布の現在（Baseline, 1998 年～2011 年）と気候変動後（2045 年～2058 年）の比較を図 3 に示す。雨季の降雨量は平均値が約 19%約 400mm 増加している。

(c)河川流量

表 1 に現時点と気候変動後の各諸量の比較結果を示す。気候変動後は現在に比べ、年平均流量、ダム設計流量（Design Flood: 1000 年確率流量）等も増加している。

表 1 河川流量の比較

	現在 (1998 年～ 2011 年)	気候変動後 (2045 年～ 2058 年)
年平均降水量(mm/年)	1,845	2,149 (116%)
年平均流量(m³/s)	139.9	178.1 (127%)
100 年確率流量(m³/s)	2,375	3,300 (139%)
1000 年確率流量(m³/s)	3,200	5,550 (173%)
PMF (m³/s)	—	11,985

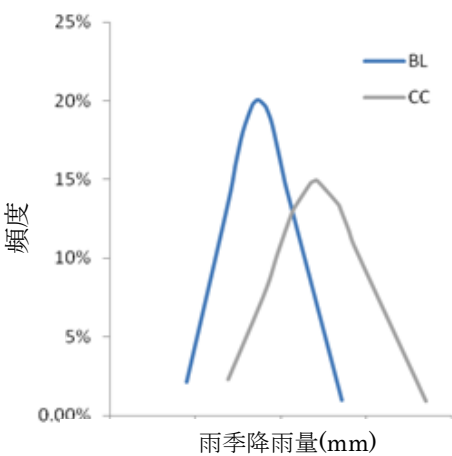


図 3 雨季降雨量の比較

(2) 設備安全性への影響

気候変動後の PMF（Probable Maximum Flood）時のダム流入量、放流量、水位を図 4 に示す。ダム水位は最高 EL.323.4m まで上昇するが、ダム非越流部のパラペット天端の標高が EL.323.5m であり、越流しないことを確認した。その他上記諸量の変化に伴う、当初設計による設備の安全性への影響はないことを確認した。

(3) 発電への影響

上述の MODSIM モデルにより、現在（Baseline, 1998 年～2011 年）と気候変動後（2045 年～2058 年）の各々14 年間の年間発生電力量を計算した。それらの平均値を比べると、気候変動後は現在に比べ約 12%増加する。なお、上流域プロジェクトの規模がナムニアップ 1 に比べて相対的に小さいため、今回はその影響は小さいが、一般的には上流プロジェクトも考慮したモデルによる検討 (Cascade Analysis) は重要であると考える。

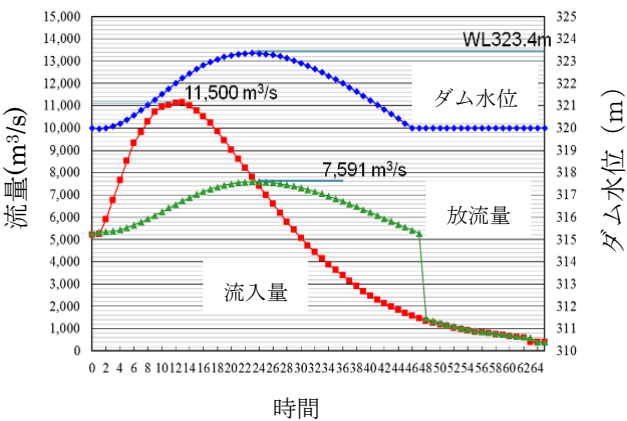


図 4 PMF 時のダム諸量

4. まとめ

将来の長期的な気候変動による本プロジェクトへの影響について、貯水池の堆砂量の増加や上流ダム（他のプロジェクト）の破堤の影響等も考慮して、（1）気候および河川流量（2）設備の安全性（3）発電、の 3 つの観点からの評価を実施した。その結果、それらの影響を見込んでも、将来的な売電収入の減少や、プロジェクト費用の増加がないことが確認できた。

なお、この評価結果に基づき、融資銀行団より同流域の他のプロジェクトとの気象・水文情報の共有や運用連携について推奨されたことを受け、本プロジェクトの Watershed Management Program の中で、流域全体の管理を視野に入れたプロジェクト横断的な機関を設けて、広域的な情報共有と連携が行われる計画である。

キーワード 長期気候変動影響評価,

連絡先 〒553-0003 大阪市福島区福島 5 丁目 1 番 7 号 (株) 関西電力 水力事業本部 TEL 06-4796-8853