

熱帯アンデス氷河の縮小が水資源運用に及ぼす影響評価

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○船木 翔太
日本大学工学部土木工学科 正会員 朝岡 良浩
東京工業大学大学院総合理工学研究科 正会員 木内 豪

1. はじめに

南米ボリビアの首都圏は、上流域の熱帯氷河の融解水を生活用水や灌漑用水として利用している。一方、熱帯氷河は気温変化に敏感に反応するため、近年の地球温暖化に伴う急速な氷河の縮小や消滅が報告されている。氷河の急速な縮小や消滅は、水資源の枯渇を惹起するため、将来にわたり安定した水資源確保を行なうために対策を講じる必要がある。このため現在までに氷河変動やダム流量の観測あるいは、氷河融解・流出モデル¹⁾が開発されてきた。本研究は首都圏の浄水場への送水と下流域への灌漑用水の需要を賄うトゥニ貯水池に氷河融解・流出モデル GRM (Glacier Runoff Model) を適用して、貯水池流入量に対して氷河面積の感度分析を行った。また氷河縮小が水資源運用に及ぼす影響を評価した。

2. 研究対象地域

本研究は首都圏から北西に 30km 離れたトゥニ貯水池(標高 4437m)の集水域(約 90km²) (図-1)を対象とした。トゥニ貯水池は首都圏の浄水場へ送水しており、首都圏の水需要の約 30%を賄っている。また、トゥニ貯水池の下流では越流水を灌漑用水として利用している。トゥニ貯水池は 3 河川が流入している。トゥニ貯水池へ自然流入するトゥニ川集水域と、導水管から人工流入させているコンドリリ川集水域とワイナポトシ川集水域である。

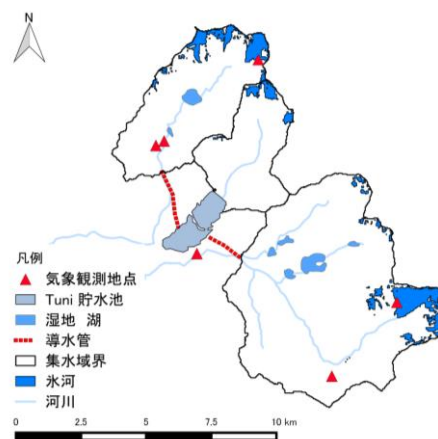


図-1 トゥニ貯水池集水域の概要

3. 研究手法および使用データ

3. 1 氷河面積と高度分布の算定方法

人工衛星 LANDSAT5 および 8 から観測された画像データ(水平分解能 30m)を用いて、氷河域を抽出した。また氷河域を標高データと重ね合わせ氷河面積の高度分布を算定した。氷河域の抽出には、NDSI (Normalized Difference Snow Index)を用いた。これを、3つの集水域で氷河面積の異なる 4つの年代(1987年、1992年、2003年、2014年)で行なった。

表-1 トゥニ貯水池集水域の氷河面積と流出解析の概要

実験ケース	年	面積(km ²)	倍率(*)	気象データ
ケース1	2014	4.9	1.0	2011~2013
ケース2	2003	5.9	1.2	2011~2013
ケース3	1992	7.3	1.5	2011~2013
ケース4	1987	8.7	1.8	2011~2013
ケース5		0.0	0.0	2011~2013

* 2014年の氷河面積を基準

3. 2 氷河融解・流出量推定方法

氷河面積の高度分布と気象データを氷河融解・流出モデル GRM(Glacier Runoff Model)¹⁾に inputs し、トゥニ貯水池の各集水域を対象として流出解析を行なった。氷河面積と高度分布の 4 ケースに、氷河の融解が発生しないと想定したケースを加えた計 5 ケース(表-1)の流出解析を行なった。モデルに inputs する気象データは全ケース共通して 2011 年 7 月 1 日から 2013 年 7 月 1 日の観測データを使用した。

3. 3 水資源量の推定方法

表-1 に示す 5 ケースの流出解析の結果を基にトゥニ貯水池の貯水量を算定した。貯水量は水収支式を用

キーワード Glacier Runoff Model, ボリビア, 感度分析, 氷河面積, 水収支

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8732

いて推定した。貯水池への流入は各集水域からの流入量とし、コンドリリ川とワイナポシ川からの導水に関しては実際の規定を適用した。貯水池からの流出は浄水場への送水量および越流量とした。

4. 結果および考察

4. 1 氷河融解・流出量

トゥニ貯水池集水域における流出量の再現計算の結果を図-2に示す。氷河面積を仮定した流出量と、氷河融解が発生しないと仮定した流出量の差分をとり、氷河融解による流出量を算出した。ケース1(2104年相当)の年間の流出に対して氷河融解の寄与率は4.5%であった。同様に、ケース2(2003年相当)、ケース3(1992年相当)、ケース4(1987年相当)は18%, 28%, 42%の寄与率となった。氷河融解水の寄与は乾季の終わってから雨季の始まりの約4ヶ月間(9月~12月)に集中し、ケース1(2104年相当)では21%, ケース2(2003年相当)では43%, ケース3(1992年相当)では54%, ケース4(1987年相当)では65%を占める。

4. 2 トゥニ貯水池の貯水量

3月15日を満水と仮定した一年間のトゥニ貯水池における貯水量の計算結果を図-3に示す。ケース4(1987年相当)の計算では、1シーズン後に満水に達する時期が最も早く、ケース1(2014年相当)では48日遅れる。図-4にトゥニ貯水池の水資源運用と氷河面積の関係を示した。ケース4(1987年相当)に対してケース1(2014年相当)は氷河面積が43%低下し、それに伴い貯水池からの越流量が80%減少していることが示された。

5. 終わりに

本研究は熱帯氷河が分布するトゥニ貯水池流入量に対して氷河面積の感度分析を行い、氷河縮小による水資源運用に及ぼす影響を評価した。その結果、トゥニ貯水池集水域において1987年~2014年に氷河面積は43%低下し、それに伴い1シーズン後に満水に達する時期が遅れる傾向が確認された。また、越流量が80%減少していることが示された。今後は、水資源運用に及ぼす影響をより詳細に把握するために様々な気象条件について考慮する必要がある。

謝辞: 本研究の一部は科学研究費補助金(15H06642, 代表: 朝岡良浩)の助成を受けた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) T. Kinouchi, T. Liu¹, J. Mendoza, and Y. Asaoka: Modeling glacier melt and runoff in a high-altitude headwater catchment in the Cordillera Real, Andes, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., Vol. 10, pp.13093–13144, 2013.

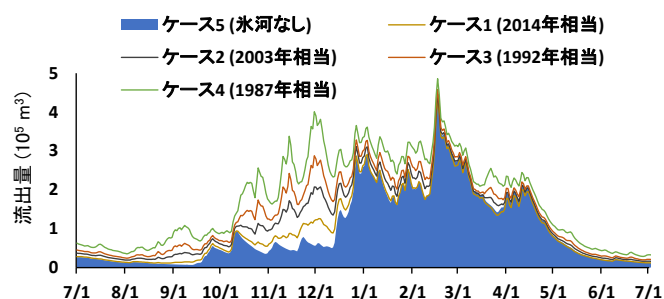


図-2 トゥニ貯水池集水域の流出量

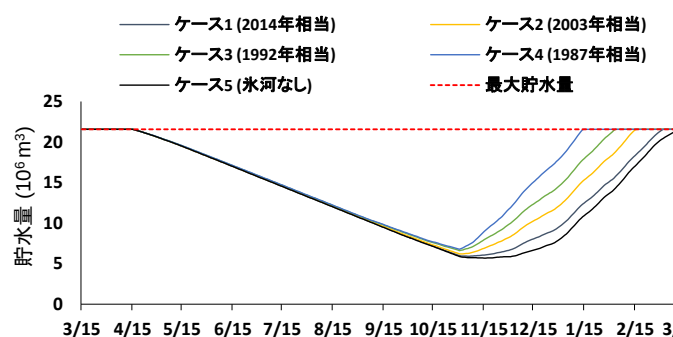


図-3 トゥニ貯水池集水域の貯水量

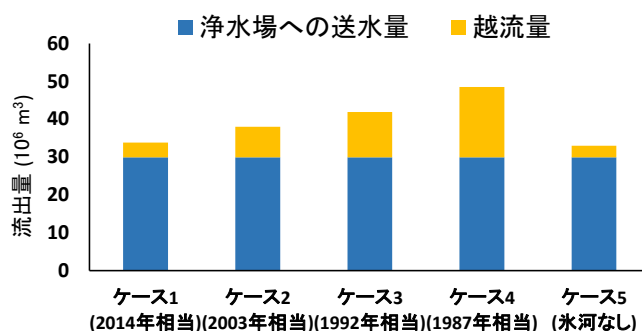


図-4 氷河面積とトゥニ貯水池の水資源運用