

# ボリビア Tuni 湖集水域での蒸発量の推定

東北大学工学部 学生会員 ○白鳥 総一郎

東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター 正会員 真野 明

東北大学大学院工学研究科 正会員 朝岡 良浩

東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター 正会員 有働恵子

## 1. 目的

現在、地球温暖化により、アンデス山脈にある熱帯氷河の後退が加速している。<sup>1)</sup>この融解水を主要な水資源とするボリビアの首都ラパスと隣接都市エルアルトは将来深刻な水不足になることが懸念されている。これらの都市では近年人口の集中やそれに伴う都市域、耕作地の開発により水需要が増加している。そのため、水資源の確保は喫緊の課題である。本論文では、水収支の項目の中で計測が困難な蒸発量を気象データを用いて算出し、現地の気候に適した蒸発量の推定の式を決定することを目的とする。

## 2. 対象地域と気象データ

ボリビアは南米大陸に位置する内陸国である。Tuni 湖に流入する河川は大きく 3 つあり、それぞれの流域の上流に大きな氷河が存在している (図 1)。この地域は半乾燥地帯であり、雨季と乾季において河川の流出パターンが異なる。なお流域面積は Condoriri が 15km<sup>2</sup>, Huayna Potosi が 35km<sup>2</sup>, Tuni Bajo が 10km<sup>2</sup> である。本研究では、対象流域に適した蒸発量の式を決定するためにデータが豊富に存在する Zongo (南緯 16 度 15 分, 西経 68 度 10 分, 標高 5050m) の気象データを用いた。Zongo の気象データは GLACIOCLIM<sup>2)</sup>から取得した。

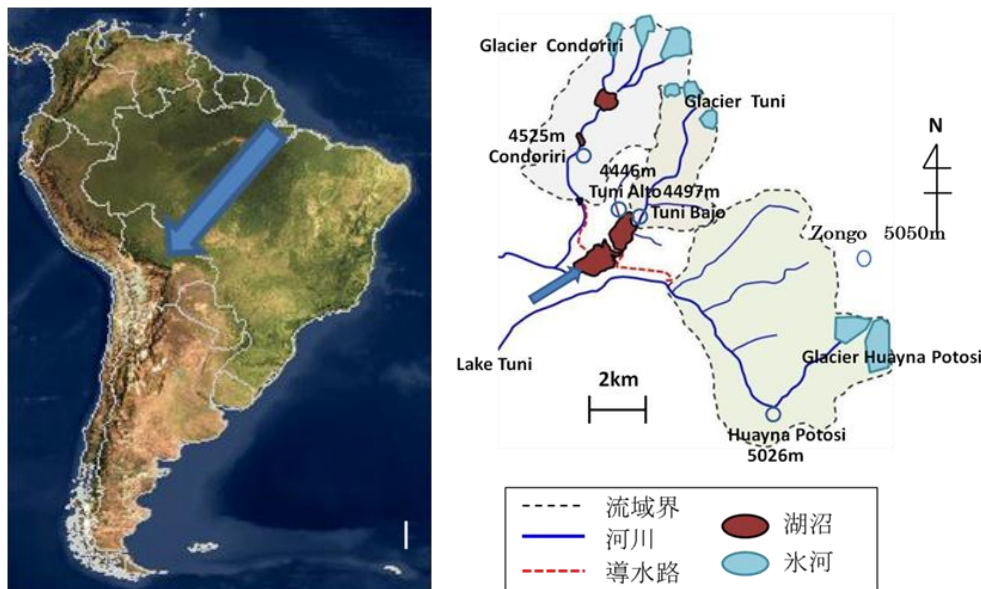


図 1：対象地域

## 3. 解析方法

対象地域の蒸発量を算出するために、2004 年 8 月から 2009 年 8 月までの Zongo の観測値のデータを用いた。なお、2007 年はデータ数が十分でないため解析期間から除いた。その他の年もデータ数が十分でないため、1 日を通してデータが得られる日のみを用い、1 月当たり 30 日とする月平均可能蒸発量を算出した。また、使用した観測項目は、短波放射量、長波放射量、気温、地表面温度、風速、湿度、地中伝導熱量であり、観測高度は地表面から 2m である。本研究では、理論的根拠に基づいて可能蒸発量を算出するボーエン比法と、熱収支式に経験則を導入することにより簡易化されたペンマン式を比較した。なお、地表面の湿度が飽和であると仮定して、可能蒸発量が実蒸発量にほぼ等しくなると設定した。

キーワード 気候変動、熱帯氷河、蒸発、ボーエン比法、ペンマン式、

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-11

東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター TEL 022-795-7525

#### 4. 推定手法の比較

ペンマン式は熱収支式に経験則を導入しているため、今回の対象地域に適用できるのかという不確実性を含む。30分毎に観測されている気象データを、1時間、3時間、6時間、1日、1月で平均し、各平均データから算出される可能蒸発量を比較した。表1に各平均データを用いたボーエン比法とペンマン式の相関を示す。

表1：各平均データを用いた2通りの可能蒸発量の相関

|      | 30分  | 1時間  | 3時間  | 6時間  | 1日   | 1月   |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 2004 | 0.91 | 0.62 | 0.96 | 0.95 | 0.92 | 0.99 |
| 2005 | 0.73 | 0.74 | 0.73 | 0.95 | 0.9  | 0.97 |
| 2006 | 0.81 | 0.76 | 0.80 | 0.90 | 0.94 | 0.92 |
| 2008 | 0.68 | 0.76 | 0.94 | 0.78 | 0.94 | 0.98 |
| 2009 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |
| 全体   | 0.75 | 0.71 | 0.84 | 0.89 | 0.92 | 0.97 |

表1から平均する時間が大きくなるほど、2通りの手法で算出した可能蒸発量の相関が大きくなることが分かる。図2に日平均データを用いた2通りの手法の相関を示す。

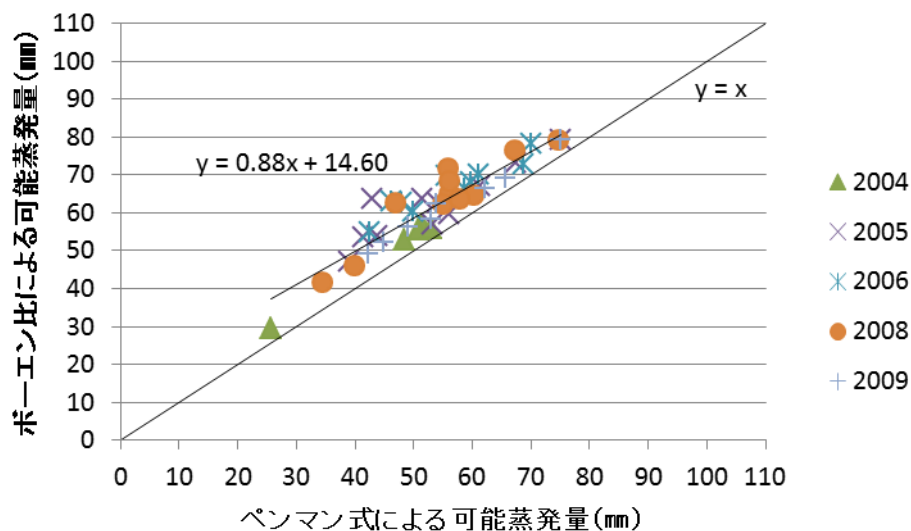


図2：日平均データを用いたボーエン比法とペンマン式による可能蒸発量の比較

#### 5. まとめ

本研究では熱帯アンデス地の Zongo 地域を対象として、ボーエン比法とペンマン式が適用できる事を確認した。観測項目は時刻によって変動が大きいため、ある程度の時間で平均して可能蒸発量を評価することが適していることが分かった。今後は、土壌の含水率を考慮にいたれた関数を決定し、今回のペンマン式と組み合わせることによって実蒸発量を推定する手法を検討する意向である。

#### 参考文献

- 1) 田中 仁、真野 明 (2010)：ボリビアにおける氷河後退と同国の水資源問題、東北地域災害科学研究、第46巻、pp. 161-166.
- 2) GLACIOCLIM： <http://www.lgge.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/>

**謝辞：**本研究は JST/JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業「氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発」の成果の一部である。また、気象データは GLACIOCLIM で公開されているデータを利用した。ここに記して関係各位に謝意を表する。