

## 米須地下ダム流域の降雨水質特性と影響要因に関する考察

### Study on water quality characteristic and influence factor in precipitation of Komesu groundwater dam basin

○ 越口紗衣\*, 中野拓治\*, 安元純\*, 具志堅勇人\*\*

Sae, KOSHIGUCHI, Takuji NAKANO, Jun YASUMOTO, Yuto GUSHIKEN

#### 1. はじめに

沖縄本島南部地域（以下、調査地域という）は、米須と慶座の2カ所の地下ダム築造と付帯営事業等の実施を通じて2013年には地下水が農業用水として732haの畑地に利用されており、多様な形態の営農が展開されている。一方、沖縄県のような島嶼地域では、地下水の水質形成への海水飛沫や風雨に含まれる海水成分による関与を無視できないが、降雨の水質特性に関する研究事例は少ない。

このような状況を踏まえ、本研究では、今後の水質管理を含めた適正な地下水利用に資する観点から、降雨の水質特性を把握するとともに、その影響要因を検討・考察した。

#### 2. 研究方法

本研究では、大渡海岸から内陸部に向けて9カ所の雨水採水地点を選定して、水質分析を行うとともに、気象庁系数地点の降水量、風速・風向等の気象データも活用して検討した。雨水採水は、雨水取水装置（蒸発や異物の混入防止を図るため、ピンポン玉を漏斗内に挿入）を用いて、2014年8月から10月までは週1回、11月から2015年2月の間は月1回程度の頻度で実施した。水質分析項目は、主要イオン成分（ $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{PO}_4^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ ）と $\text{HCO}_3^-$ であり、降雨後1週間以内に雨水を回収したうえで、イオンクロマトグラフ等を用いて測定した。

#### 3. 結果と考察

##### （1）降雨中の海塩性・非海塩性成分と水質特性

降雨中のイオン成分は、採水地点や調査日によって大きく変動するとともに、いずれも広い範囲の濃度（ $\text{Na}^+$ ：0.5～690.1mg/L、 $\text{Cl}^-$ ：0.3～332.2mg/L、 $\text{SO}_4^{2-}$ ：0.4～1010.6mg/L）に分布していることが確認された。また、雨水は採水地点と調査日に応じて、その水質特性は変化するものの、ほとんどが塩化ナトリウム（Na-Cl）型の特徴を示している（Fig.1）。降雨中の各イオンを海塩性成分と非海塩成分に分類したところ、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、及び $\text{Mg}^{2+}$ の海塩性成分はそれぞれ54%、14%、6%を示すとともに、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、

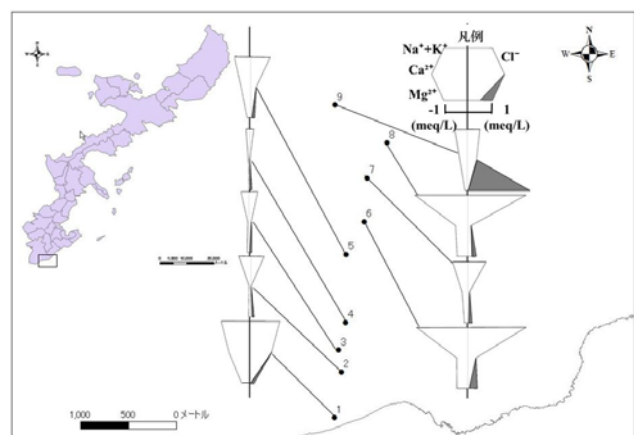


Fig 1 降雨水質のヘキサダイアグラム

\*琉球大学農学部 Faculty of Agriculture University of The Ryukyus, \*\*糸満市土地改良区合同事務所 Itoman Land Improvement District. キーワード：降水、水質、影響因子、多変量解析

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>のイオン成分には海塩性成分をほとんど含まないことが分かった (Fig.2).

### (2) 調査地域の降雨水質への影響因子

Na<sup>+</sup>やCl<sup>-</sup>は、風向が南東時に濃度が高くなる傾向を示しているが、これは海水成分が風で内陸部まで影響したことに起因しているものと考えられる (Fig.3)。一方、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>は調査地域海岸近傍で風向が北、内陸部では風向が南のときに濃度が高くなる傾向があり、降雨時の風向・風速が関与していることが示唆された。さらに、重回帰分析結果により、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>とNH<sub>4</sub><sup>+</sup>以外のイオン成分は、海岸から距離、勾配に応じて濃度が低下しており、Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、及びCa<sup>2+</sup>の濃度値には海岸からの距離が大きく寄与していることが明らかになった。

主成分分析及びクラスター分析結果より、雨水採水地点の位置が水質に大きく影響しているとともに、降水量も水質特性に関与していることが確認された。また、降雨中の海塩性成分には地理的要因（海岸からの距離等）が大きく関与するとともに、非海塩性成分は気象要因（風向・風速）が強く影響していることが示唆された。

### (3) 調査地域の降雨に伴う年間負荷量の推定

調査地域における2004～2014年（10年間）の降雨に伴うCl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、及びPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の年間負荷量（年/ha）を次式によりを用いて算定した。

$$\text{年間負荷量 (kg/ha)} = \text{各イオンの加重平均濃度 (g/m}^3\text{)} \times \text{年間降水量 (mm/year)} / 1000 \quad (1)$$

Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、及びPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の年間負荷量は、それぞれ293.2～543.1kg/ha（平均：398.6kg/ha）、17.6～32.6kg/ha（平均：23.9kg/ha）、14.4kg/ha～26.7kg/L（平均：19.6kg/ha）の値が得られ、雨水によってCl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、及びPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>等の物質が陸域にもたらされることで地下水の水質形成に大きな影響を与えていることが示唆された。また、雨水中のCl<sup>-</sup>濃度には地下水ダムの水管理水質の基準値（200mg/L）を超過するような観測値が存在していることを踏まえると、高い塩分濃度時には灌漑施設の除塩的な活用も必要になるものと考えられる。

## 4. まとめ

本研究で得られた知見と成果が沖縄本島南部地域の農業用水の水利用や地下水ダムの水管理に活用されることを通じて、畑地灌漑地域の持続的な農業生産活動と健全な水環境の保全・創造に寄与することが期待される。

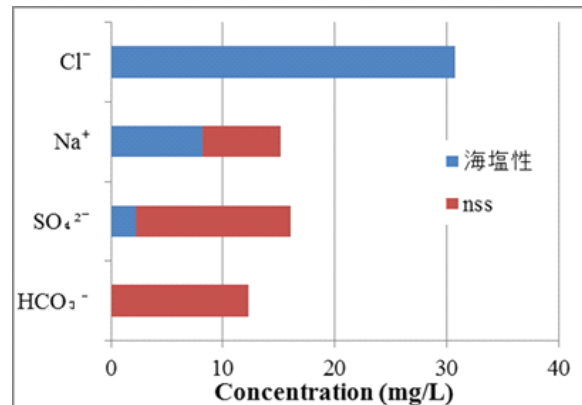


Fig 2 海塩性成分と非海塩性成分(nss)

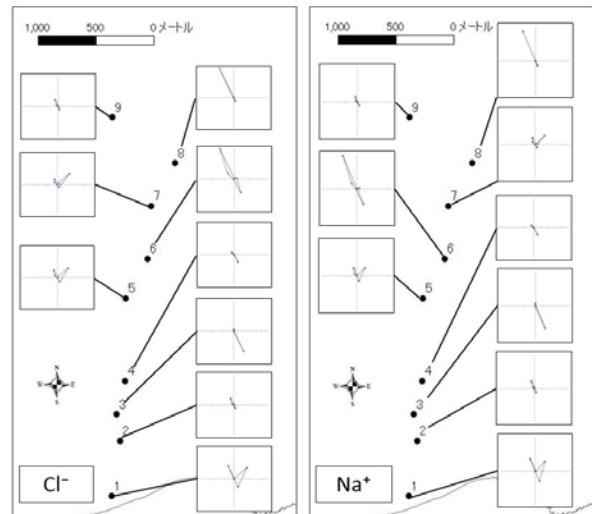


Fig 3 風向とNa<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup>濃度の関係