

フィリピン、シラン・サンタローサ流域の人の生活と地下水

上原佳敏

（総合地球環境学研究所；現所属 WorldLink & Company Co. Ltd.）

1. 安定同位体比情報を社会や人々の暮らしの中でどのように活用できるのか？

環境中の水や土などの物質や生物に含まれている元素の安定同位体比は、生態系や環境中の物質の起源の推定や、物質の化学反応過程での進行の程度を評価する事が出来ます。そのため、単に科学者や専門家だけが安定同位体情報を扱うのではなく、様々な分野の研究者が集まり協力して研究を行うような（学際的な）地球環境学の枠組みの中での利用方法や、さらには環境問題を解決するため、専門家や政治家、地域に住んでいる住民など、社会と連携して行う超学際的なアプローチにおいて、安定同位体情報をどのように活用するかを検討する必要があります。

私たちはフィリピンの一つの流域を対象として、地域住民や行政と協働で河川や地下水の調査を行いました。得られた安定同位体比などの科学的な知見を現地の人たちと共有しながら、環境問題の解決に向けて取り組んできた事例を紹介します。

2. シラン・サンタローサ流域で生活している人々の意識

シラン・サンタローサ流域は、フィリピンのラグナ湖西部に位置しています（図1）。

首都マニラの発展に伴い、人口増加や経済成長が急激に進んでいます。そのため、下水処理場などのインフラ整備が不十分な状態で、急激な開発が進んでいます。

この流域の上流域には農地が広がっており、中流域には自動車や飲料水製造などの工業地域があり、下流域には住宅地が広がっています（図2）。

総合地球環境学研究所の栄養循環プロジェクト

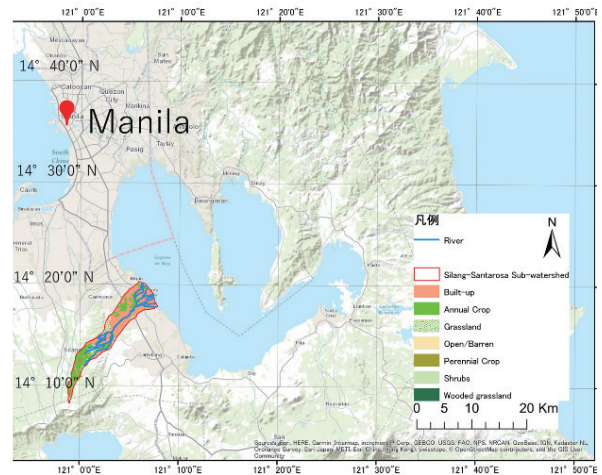


図1. シラン・サンタローサ流域の位置



図2. 中流域の様子

で行ったシラン・サンタローサ川の調査では、中流から下流にかけて河川の窒素やリンなどの栄養塩濃度が高く、生物多様性が非常に低いことがわかってきました（Peralta et al., 2019）。ちなみにこの川は、上流部でさえゴミが大量に捨てられており、下流域ではひどい悪臭を放っています。そのため、調査の時はいつも胴長を着て、両手にビニール手袋の上からゴム手袋を着用し、厳重な体制で調査に臨んでいました。その一方で、上流域から中流域の一部では、自然環境が残っている場

所があり、川が遊びの場であり、生活の場として利用している集落もあります。

この流域では、河川の多面的な基礎調査研究と並行して、地元の行政職員と共に地域住民に対して聞き取り調査を行い、地域の課題や地域の人たちが持っている環境に対しての経験知識を抽出しました。その結果、中流域から下流域にかけての地域住民らは、河川や身近な自然への関心が低いが、健康や生活に関わっている地下水については関心が高いことがわかってきました。さらにこの流域では、農業や企業活動、生活用水における地下水依存度がとても大きいため、地下水の汚染や枯渇が懸念されています。

そこで私たちは、普段地域住民が生活に使用している井戸水や、水道会社で使用している地下水について、汚染の状況や水や汚染源を明らかにするために、地下水中の重金属の濃度や、水の酸素・水素安定同位体比、窒素安定同位体比を測定しました。

3. 地下水の起源と地下水汚染

井戸の所有者からの聞き取りから、井戸の深さを聞き取りプロットしたものと、水の酸素水素安定同位体比の情報から、上流部から中流部にかけて、人々の生活で使用されている井戸水（地下水）は、ほぼ同じ $\delta^{18}\text{O}$ の値を示していることから、同じ帯水層であり、地下でつながっている事が示されました。また、下流部の一部の井戸の $\delta^{18}\text{O}$ は河川水の値に近い事から、河川水が井戸水に混入している事が示唆されました（図3）。

また地下水には、有害な重金属元素の汚染は無いことがわかりましたが、上・中流部の地下水は硝酸態窒素の濃度が高く、一部の井戸からはWHOの飲用水の基準値を超える濃度の硝酸態窒素が検出されました。さらに、地下水中の窒素の起源については、安定同位体の情報から流域の上流から中流では農業の肥料由来の窒素であることがわかりました（図4）。また、中流から下流の地下水の硝酸態窒素は、有機質肥料と排水に由来

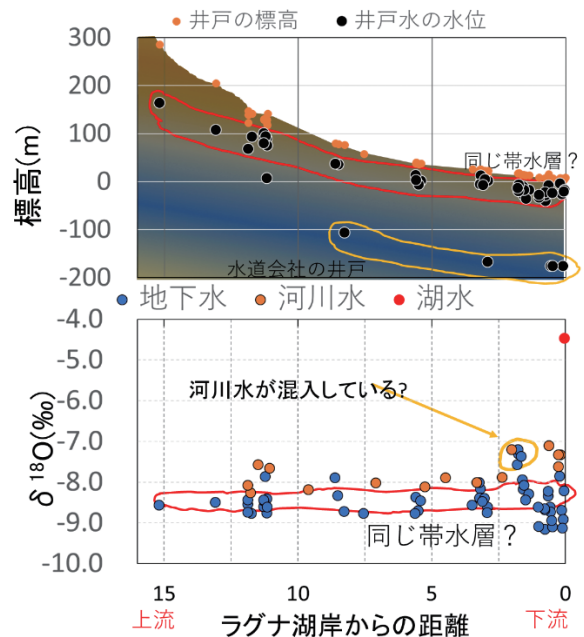


図3. 聞き取り調査から得られた井戸の深さ（上図）と水の酸素安定同位体比（下図）

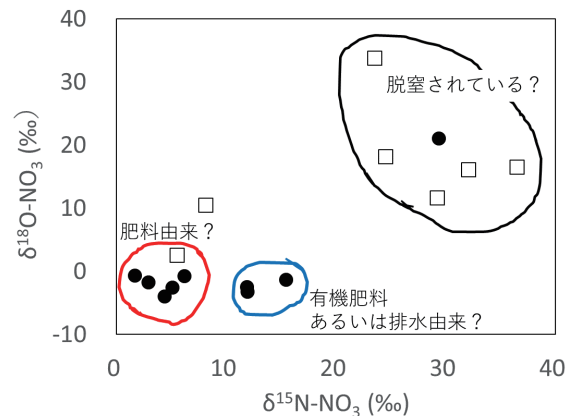


図4. 硝酸態窒素の窒素と酸素の安定同位体比

している事がわかりました（図4）。

4. 結果（科学的知見）の共有と、地域の経験値との融合

流域全体の地下水や河川水の状態を、安定同位体情報を基に地理情報システムやグラフで可視化する事で、地下水や河川水は上流と下流は繋がっている事がわかりました。フィリピンの行政機関や地域住民と結果の共有などのワークショップを重ねた結果、流域全体で“水”について考える必要性が確認されました。そこで、この流域内にある3市の市長や地域行政職員、町長や住民、企業

などの利害関係者が集まるフォーラムが開催されました。このフォーラムでは、参加者どうしで、水や身近な自然についての議論や科学的知見の共有が行われました。また、上流から下流までの水や人の繋がりを表現した「A water journey」の映像鑑賞を通じて、人と自然、上流と下流、人と人の繋がりを実感しました。このフォーラムをきっかけに、国の機関・行政に向けて「水管理の仕組み、制度」の要求がなされました。

5. まとめ

このように、安定同位体情報を基にした研究結果をコミュニケーションツールとして活用し、専門家だけでなく、行政や地域住民らが協働で環境問題について考えるのを促すという事に活用できたと感じました。

文献

脇田健一・谷内茂雄・奥田昇編（2020）「流域ガバナンス」京都大学学術出版社

Peralta, E M, L S Batucan Jr, I B B De Jesus, E M C Triño, Uehara Y, Ishida T, Kobayashi Y, C-Y Ko, Iwata T, A S Borja, J C A Briones, R D S Papa, F S Magbanua, Okuda N (2020) Nutrient loadings and deforestation decrease benthic macroinvertebrate diversity in an urbanised tropical stream system. *Limnologia* 80: 125744

著者情報



上原佳敏（総合地球環境学研究所：現 WorldLink & Company Co. Ltd.）2015年九州大学大学院生物資源環境学府修了、博士（農学）。2015年総合地球環境学研究所研究員を経て、2019年より現職。

（2021年3月31日掲載）