

中国・黒河流域の灌漑地域におけるトレーサー手法による水循環特性の解明

Hydrological characteristics revealed by tracer approach in irrigation area of Heihe river basin, northwest China

安部 豊 [1]; 辻村 真貴 [2]; 中尾 正義 [3]

Yutaka Abe[1]; Maki Tsujimura[2]; Masayoshi NAKAWO[3]

[1] 筑波大・生命環境研・持続環境; [2] 筑波大・生命環境研; [3] 地球研

[1] Sustainable Environmental Sci., Life and Environmental Sci., Univ. of Tsukuba; [2] Grad. Sch. Life Environ. Sci., Univ. Tsukuba; [3] RIHN

【はじめに】

乾燥・半乾燥地域においては、地表水の不足から生活・農業・工業用としての水資源を地下水に依存している場合が多く、無計画な過剰揚水によって地下水位の急激な低下がおこる例が後を絶たない。世界の人口が膨張し続ける状況下において、安定的な水・食糧供給を維持するためには、地下水涵養・流動プロセスを含めた水循環機構を十分に把握し、利用可能量を推定し、持続可能な水資源利用システムを構築することが不可欠、かつ急務である。

【乾燥地における水文研究】

安定同位体や放射性同位体、無機溶存イオン成分などを用いた地球化学的なアプローチは、概略の水文学的特性を把握する上で有効な手段であり、多くの研究が行われている。しかし、定性的な水循環機構の把握にはなるものの、定量的な評価には至らないことや、乾燥地における地下水涵養・流動プロセスが複雑かつ非定常であることから、さらなるデータの蓄積に加えて解析方法の検討が必要である。

【黒河流域における水環境】

中国黒河流域においては、上流の湿潤な山地から供給される河川水を、中流域で取水・配分する灌漑農業による過剰な取水によって、下流の沙漠地域にはほとんど河川水が届かない状況が続いていた。近年、法令により河川からの取水が規制され、河川の断流は緩和されているが、その代替として地下水の利用量が増加している。持続可能な水資源利用のためには、地下水と河川水の水循環機構を十分に把握する必要がある。

【黒河流域における既存の水文研究】

黒河流域では多くの水文学研究がおこなわれており、中下流域において河川水や地下水の酸素・水素安定同位体比等を測定することで、河川水と地下水の交流関係、灌漑取水による下流の沙漠地域への地下水位変動の影響等を解明している。しかし、特に中流域の灌漑地域において、水質も含めた河川水、地下水の水循環プロセスは十分に明らかになっておらず、灌漑地域における地下水涵養・流動プロセスの定量的な把握には至っていない。

【研究目的】

以上の観点から本研究では、中国・黒河中流の灌漑地域を主な対象とし、灌漑農業（人の経済活動）を含めた地下水および河川水の涵養・流動プロセスを、物理的および地球化学的な手法を用いて解明することを目的とした。

【研究方法】

研究対象地域は、中国甘粛省黒河中流域の灌漑地域全体とし、2008年9月に現地野外調査を行い、地下水、灌漑水、河川水の採水や、地下水位測定、現地情報の収集等を行った。分析項目は、主要無機溶存イオン成分、酸素・水素安定同位体比とし、河川水および地下水における空間分布や涵養・流動機構について、既往データを加えて解析を行った。

【結果】

水質・同位体解析の結果、以下のことが明らかとなった。

黒河本流の河川水の水質組成は、Ca、Mg、 HCO_3 、 SO_4 濃度が高い。灌漑水の水質組成も、河川水に類似しており、河川水起源と判断された。

本流の水質組成および同位体組成は、流下に伴って大きく変化をしないことから、上流の山地から供給される水の寄与が大きく、周辺から支流や地下水の寄与は少ないことが示唆された。

上流の扇状地地帯では、地下水の水質組成はCa、 HCO_3 、 SO_4 が卓越しており、河川水の水質組成と類似している。下流にいくにしたがい、Na、Mg、Cl、 SO_4 が卓越した水質特性が多くなり、濃度も上流に比べて高く、地域的な特徴がみられた。

地下水の同位体組成においても地域的な特徴がみられた。上流の扇状地および下流の平地において河川水よりも高い同位体比を示し、中流域の平地では低い同位体比を示した。これは、中流域の地下水に黒河本流の河川水の他に涵養源が存在することを示し、地域ごとに地下水涵養プロセスが異なる可能性が示唆された。

中流の平地の3地点において、空間的に近接した異なる井戸深（例えば7mと19m、18mと70m）における地下水を採水することができた。これらの水質組成および同位体組成が類似していたことから、中流域の平地の一部では、地下水の地表面近くの帯水層はおおよそ20~70mと厚い可能性がある。