

ハノイ市域における地表水と地下水の交流

Interaction between surface water areas and groundwater in Hanoi area, Viet Nam

林 武司^{1*}, 黒田 啓介², 滝沢 智²

HAYASHI, Takeshi^{1*}, KURODA, Keisuke², TAKIZAWA, Satoshi²

¹ 秋田大学, ² 東京大学大学院工学系研究科

¹Akita University, ²School of Engineering, The University of Tokyo

ベトナム共和国の首都であるハノイ市は、人口約 645 万人（2009 年 12 月時点）を擁する国内第 2 位の大都市である。近年、ハノイ市では経済成長に伴って人口が急増するとともに、都市域が郊外に拡大しつつある。その過程で、旧河川に由来する湖沼や湿地あるいは現河川が埋め立てられて縮小・寸断される一方で、養魚（食用）を目的として水田がため池となったり、レンガの材料として表土が採掘された跡が池となったり、都市開発に伴って池が新たに造成されたりと、自然湖沼の減少と人工湖沼の増加が各地で進行しており、地表の水環境は大きく変化し続けている。その一方で、ハノイ市域では下水道の整備が進んでいないために様々な廃水が環境中に排出されており、地表水の汚染や富栄養化が進行している。また、廃水の環境への排出は地表水だけでなく地下水も汚染していることが懸念される。地下水は、ヒ素を含有するもののハノイ市域の主要な水源となっており、地下水環境の保全是重要な課題の 1 つである。しかしこれまで、ハノイ市域における地表水と地下水の交流に関する研究は少なく、その実態はほとんど明らかになっていないため、地下水の汚染についても不明な点が多い。そこで本研究では、都市化が急速に進行している郊外の 4 地域（TM, TC, SM, NH）を対象とし、地表水・地下水の関係を明らかにすることを目的として、地表水と地下水（井戸深度：10m～30m 程度）を採取して水質組成ならびに酸素・水素同位体組成を把握した。4 地域のうち 2 地域（SM, TC）は紅河の近傍に位置し、残りの 2 地域（TM, NH）は紅河から離れている。

GNIP に登録されているデータを用いて求めた、ハノイの降水の酸素・水素安定同位体比の関係は $D = 8.2 \quad 18O + 14.1$ で表され、雨季（5 月～10 月）における降水の両同位体比（降水量による加重平均値）は、 $18O: -9.1\text{‰}$, $D: -60.5\text{‰}$ である。また Berg (2007) によれば、紅河の水は GMWL に沿って分布している。これに対して、本研究で採取された地下水は ダイアグラム上において、降水の加重平均値付近を端成分とする傾き 5.3～6.5 の直線に沿って分布した。すなわち、本研究で採取された地下水は、降水もしくは紅河からの浸透水と、蒸発の影響を受けた地表水を涵養源としていたと考えられた。蒸発の影響を受けた水の涵養源としては、自然・人工湖沼ならびに水田が考えられた。この傾向は TM, TC においてもみられ、紅河沿いであっても、地表からの浸透水が主要な涵養源の 1 つであることが明らかとなった。

既往研究によれば、ハノイ市域の地表には透水性の低いシルト～粘土質層が広く分布しており、地表からの水の浸透はほとんどないと考えられてきた。しかし本研究の結果は、少なくとも郊外では、広範囲において地表水の地下浸透が生じていることを示しており、ハノイ市域における水循環機構を見直す必要があるといえる。また、この結果は、様々な廃水に由来する汚染物質も帯水層中に付加されていることを強く示唆しており、今後、地下水汚染が広範囲で進行することが懸念されることから、地下水水質の継続的な監視が必要である。

キーワード: ハノイ, 地表水・地下水交流, 水循環, 環境同位体

Keywords: Hanoi city, surface and ground water interaction, water cycle, environmental isotopes