

同位体比を含む水質から豪州、ビクトリア州におけるワラビー川のデルタ地下水の海水、灌漑水、上流からの涵養水の混合比推定

Hiroyuki II^{1*}・Masanobu TANIGUCHI¹・Ataru SATOU¹・Graeme ALLINSON²・Matt KITCHING²

¹Faculty of Systems Engineering, Wakayama University, Japan

²Department of Primary Industry, Victoria, Asustralia

* E-mail: hiro@center.wakayama-u.ac.jp

1. はじめに

豪州、ビクトリア州は、メルボルン東部の山脈部は年降水量が 1000mm を超えるが、メルボルン西部は 1000mm 以下で、2010 年度は例年と異なり降水量が多かったが、ここ十年にわたり降水量が少なく長期的な水不足が続いていた。したがって、メルボルンの西に隣接する都市野菜栽培活動が盛んなワラビー地域では、水不足を改善するために、メルボルンから供給される下水を処理して、灌漑水として利用されている。下水処理水は、塩濃度や硝酸イオン濃度が高く、過度の利用には地下水汚染が危惧される。しかし、近年、降水量が少ないために、下水処理水灌漑の割合が高く、その影響を調べる必要がでてきた。そこで、本研究では、灌漑地域での地下水の水質特徴を調べることと、地下水の下水処理水の割合を推定し、健全な下水処理水利用について考察する。

2. 結果

図-1 に 2010 年 1 月のワラビーデルタのボーリング孔の地下水の塩素イオン濃度を示す。海岸から 10km の距離までがデルタ地下水で、10km 以上にもボーリング孔が存在する。図-2 はワラビー川と周辺の河川水を海岸からの距離ごとに塩素イオン濃度示したもので、両図から海岸に以上に高い塩素イオン濃度が存在するが、これは、海水の浸入と考えられる。特に河口付近は堰がなく、海水は図から 5km ほど浸入していることが分かる。排水や水路水が下水処理水で、塩素イオン濃度は低い。地下水も海水が浸入しているものと考えられ、上流ほど低い。デルタ地下水では、塩素イオン濃度の低い地下水も存在し、灌漑水や降水の影響と考えられる。したがって、地下水の塩素イオン濃度には幅があり、上流からの涵養水、降水、灌漑水、海水と様々な水の混合が考えられ、その割合も地下水ごとに異なるものと考えられる。図-3、図-4 に硝酸イオン濃度を示す。河川水や海水の硝酸イオン濃度は低く、下水処理水の硝酸イオン濃度は、170mg/l に達する。さらに、デルタ地下水の硝酸イオン濃度は、400mg/l に達し、肥料による窒素汚染も考えられる。デルタのワラビー川の硝酸イオン濃度は高くなるが、灌漑水の混入が考えられる。図-5 に、酸素同位体比を示す。ワラビー川の上流部では-4 から-6‰と低いが、流下するにつれて大きくなっており、水素同位体比との関係から蒸発による増加と考えられる。灌漑水の同位体比は-2 から-4‰である。また、海水は 0‰である。

3. 考察

ワラビーデルタの地下水の起源および混合比を推定するために、上流からの涵養水、海水、灌漑水の 3 つ水の混合によって形成されたとする。降水は上流のからの涵養水と同様に溶存成分が低い水であるので、涵養水とみなす。推定方法は、高塩素イオン濃度が特徴の海水の混合比を塩素イオン濃度から推定し、次に、硝酸イオン濃度で特徴づけられる灌漑水の混合比を硝酸イオン濃度から推定した。ただし、肥料による硝酸イオン汚染もあるので、酸素同位体比からも灌漑水の混合比を求め、硝酸イオン濃度、酸素同位体比から結果が一致したものを採用した。その結果を、図-6 に示す。この図から、デルタ付近以外では灌漑水、海水の割合が低い。デルタ地域では、海水、灌漑水の割合が高い地下水が存在する。ただし、上流からの涵養水の割合が高い地下水も存在する。したがって、デルタ地下水はかなり地下水の起源は複雑である。

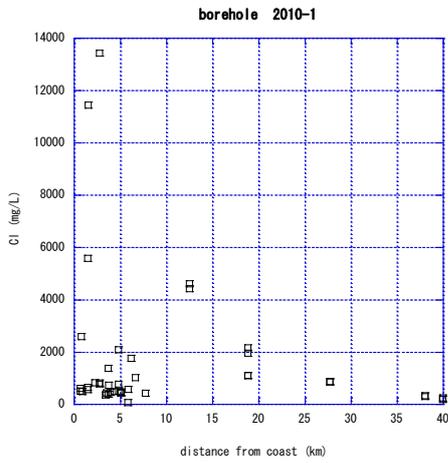


図-1 地下水の塩素イオン濃度

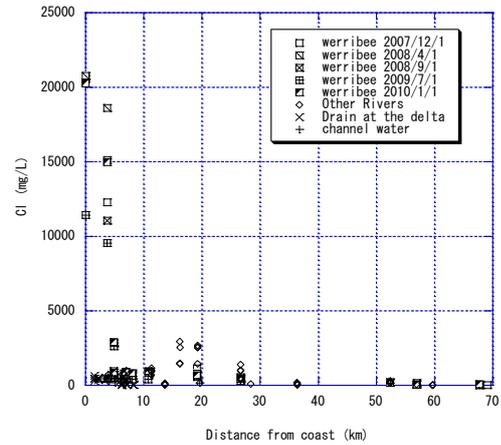


図-2 河川水、灌漑水の塩素イオン濃度

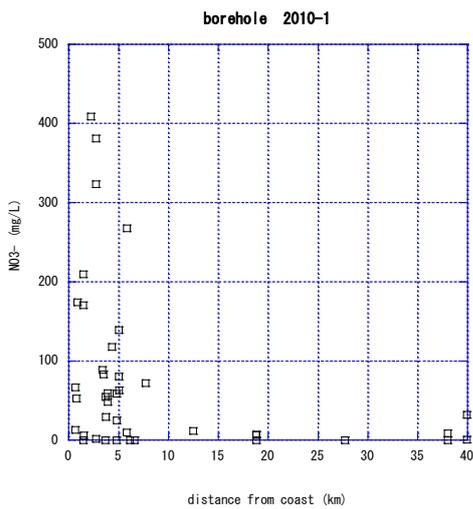


図-3 地下水の硝酸イオン濃度

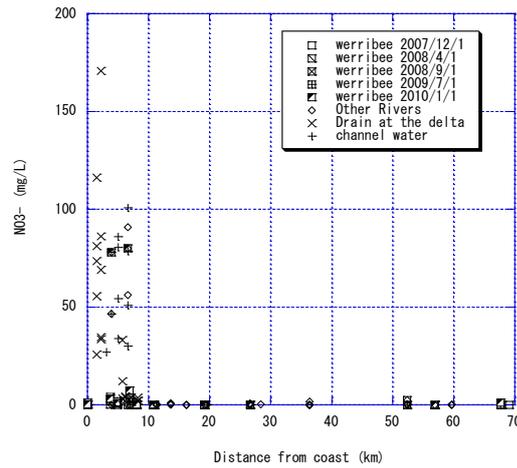


図-4 河川水、灌漑水の硝酸イオン濃度

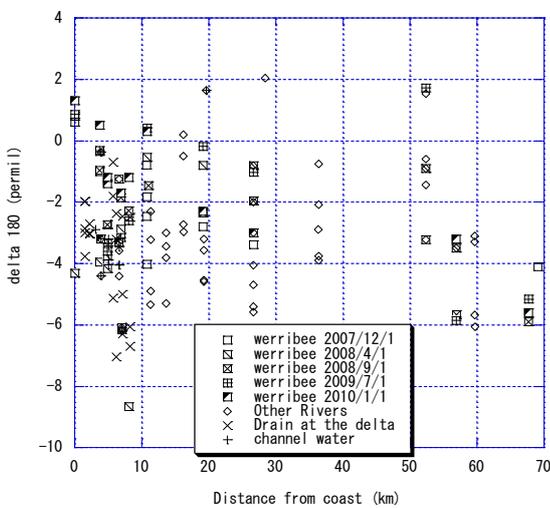


図-5 河川水の酸素同位体比

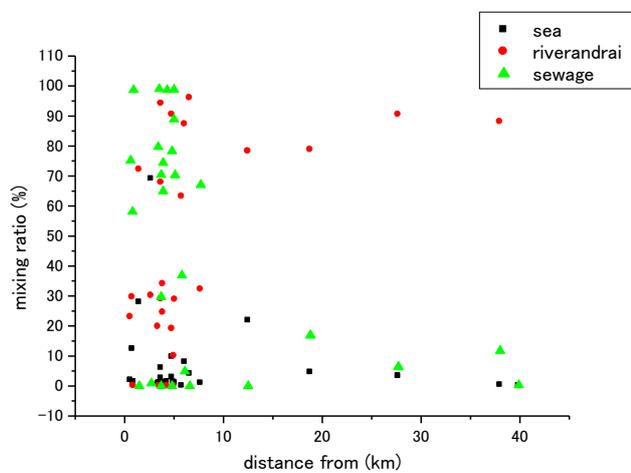


図-6 地下水の海水、灌漑水、上流からの涵養水の混合割合