

助成年度：平成1年度

[所属] 奈良教育大学 教育学部

[役職] 教授

[氏名] 福尾 義昭 (吉岡 龍馬・寺尾 宏・開発 一郎)

[課題]

びわ湖々底からの漏出地下水に関する研究

—特に農薬・燐・窒素と漏出量との関連について—

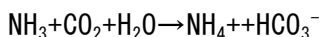
[内容]

びわ湖々底からの漏出する地下水の量と質を明らかにするため、湖東最大の河川である野洲川河口あやめ浜において、降雨量・湖水位・湖岸地下水位および湖底地下水位を自記々録して湖底から漏出する地下水量の時間的変動を調査すると同時に、湖岸井戸水・湖底地下水を採取し、この試料の水質、特に農薬・燐・窒素に注目して調査した。

1. 水質調査結果

a) 通常水質成分

あやめ浜湖岸域に設けた25観測点において、1989年8、10月、1990年6、8月に、水田浸透水（水田下約1m深に埋設された排水管からの流出水、2地点）、河川水（かんがい水路水も含む、8地点）、井戸水（15点）および湖中観測装置（湖岸線から沖合約60m、平均水深1.5m）における湖水、湖底面下3m深までの種々の深さにおける湖底地下水を採取し、これらの試料水中に含まれる通常水質成分を分析した。Durovの拡張ダイアグラムで示される井戸水の水質型の分布をみると、Ca-HCO₃型であった地下水が流下途中でSO₄²⁺やNO₃⁻が付加されて、Ca-HCO₃・SO₄・NO₃型に変質していくことや、Ca²⁺とNa⁺のイオン交換が進み、湖岸線近くではNa・Ca-HCO₃型、Na-SO₄・NO₃型に変質していくことが推定された。つぎに、湖底地下水の水質型をみると、湖底面から1m深までの地下水はほぼNa・Ca-HCO₃型であり、湖水もまたこの型に属するが、1m以深の地下水ではCa²⁺濃度がNa⁺濃度より高くなり同時にNH₄⁺-N濃度も高くなるという興味ある傾向が認められる。この傾向から、湖底の地下水の中では次式の反応が生じていると推定される。



そこで、湖水質を考察する上で重要なNH₄⁺の濃度がイオン電荷の収支

$$\text{NH}_4^{+} = (\text{全陰イオン}) - (\text{Na}^{+} + \text{K}^{+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+})$$

から求めることが可能かどうかを検討した結果、5%濃度誤差で湖底地下水のNH₄⁺濃度を計算だけで求め得るという有用な結果を得た。

b) 農薬成分

あやめ浜湖岸域の水田で使用されている農薬について、中主町農協の好意で入手した資料を参考にして、特に多量に使用されている2種類の水田除草剤すなわちオキサジアゾンとCNPを選び、田植え前後の農薬散布後約2ヶ月経過した1990年6月3～5日に、水田浸透水（1地点）、河川水（5地点）、井戸水（7地点）および湖中観測装置における湖水、湖底面下0.5m、1m深の湖底地下水をそれぞれ1ℓ採取し、ECD検出器付きガスクロマトグラフ（島津4BM・14A）、分離カラム2種（SPB-608、SPELCO社製とシリコンOV-17）を使用して測定した。両カラムとも分離は良好で検出限界は両除草剤とも0.02μg/ℓであった。各試料水の測定結果をまとめると、水田浸透水・河川水についてはオキサジアゾン0.02～0.18μg/ℓ、CNP0.04～0.76μg/ℓでいずれも低濃度であり、地方井戸水、湖底地下水、湖水については両成分とも0.02μg/ℓ未満で有意に検出され

なかった。河川水の濃度は農薬散布後の放出水濃度のピークが過ぎたあとの測定値であったため低濃度であり、また地下水については、土壌による吸着あるいは微生物による分解を受けて地下水中に移行していないためと考えられる。湖水については、河川を通して散布期には湖へ流入する可能性は十分あるが、湖での希釈効果のため検出されなかったと考えられる。

2. 湖底地下水漏出量調査結果

湖中観測装置において、1990年6月3～6日、8月7～9日、10月17～19日に、以前から実施している漏出量計による地下水漏出量の直接測定や湖水位、湖底下1, 2, 3m深の地下水頭連続観測のほかに、ビデオカメラによる波浪の周期や振巾の観測も実施した。というのは、風が強く波浪が発達するにつれて地下水漏出量は次第に大きくなり、無風時の漏出量（平均して1時間1m²当り約500cc）の数十倍にも達することが観測されたので、波浪の発達と漏出量との関係を明らかにしたかったからである。この波浪観測を通して、漏出量は無風時に内陸側から湖底面へ向う地下水の基底漏出量の上に、風にもなって発達する湖面の静振や波浪による振動漏出量が加わったものであろうと理解できたので、弾性帯水層理論にもとづいてこの振動漏出量を計算し、基底漏出量としては静振や波浪を除いた平均湖水位と3m深湖底地下水位との間の水頭勾配に透水係数を乗じて得られる地下水流量を採用し、合計流量を計算したところ、ほぼ実測漏出量に一致することがわかった。振動漏出によって湖底面下約1m深までの砂層では湖水と湖底地下水が混合するはずであり、前述した湖底面下1m深までの地下水質が湖水の水質Na・Ca-HCO₃型とほぼ同型であるという水質分析の結果はこの混合を裏書きしているように思われる。振動漏出量は静振や波浪の周期で平均すればなくなるので、びわ湖の長期にわたる正味の湖底地下水漏出量は上述の基底漏出量を計算することによって得られるであろう。