

氏名(本籍)	かぶらぎ さえこ 蕪木佐衣子(東京都)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博乙第2006号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
審査研究科	農学研究科
学位論文題目	河川における懸濁物質の移動特性と元素動態

主査	筑波大学教授	農学博士	東照雄
副査	筑波大学教授	農学博士	白井健二
副査	筑波大学教授	理学博士	田瀬則雄
副査	筑波大学助教授	農学博士	田村憲司

## 論文の内容の要旨

本研究は、生態系の保全や汚染地域の修復などへの関心から、その環境中の動態が注目されている重金属を含む主要元素について、とくに河川における懸濁物質による移動特性と元素動態を扱った研究である。河川においては、近年、底質中の重金属は人為由来のものが多くなる傾向にあり、河川生態系の汚染と生物への影響が懸念されている。従来、河川における物質移動に関して、溶存態より懸濁態の寄与が大きく、とくにその濃度が高くなる豪雨などの増水時には元素の移動量が顕著に高くなると考えられてきた。しかしながら、河川における主要元素の年間移動量における増水時および平水時の懸濁物質による相対的寄与については、未解明のままであった。

本論文で研究対象とした茨城県の一級河川である涸沼川は、平水時のみならず増水時の観測体制が国土交通省により整備されており、既存の水環境に関するデータの蓄積があることから、本研究の目的にとって、他には無い最適な河川として選定された。

まず、涸沼川流域において、地質・土壌・土地利用形態など河川の懸濁物質の量および組成に大きな影響を及ぼすと考えられる要因が互いに異なる11地点(本川の上流から下流域にかけて6地点、本川に流入する主要支川の河口付近5地点からなる)を選定した。そして、2001年6月から2002年5月まで、増水時の懸濁物質濃度が高い水試料(合計3回の台風による増水・減水時イベントの時間経過に対応した試料)ならびに懸濁物質濃度が低い平水時の水試料(72時間以上降水が無い日を選び、毎月1ないし2回行い、同期間で合計15回)を採取し、その一般的な水質(pH、ECおよびEhなど)に加えて、懸濁物質濃度および分離された懸濁物質の元素濃度をPIXE(Particle Induced X-ray Emission)およびICP(Inductively Coupled Plasma)分析法により定量して以下のような結論を得た。

- 1) 増水時の観測施設が設置されている涸沼川中流部の懸濁物質の移動特性について、流量と懸濁物質移動量との間の関係式( $Q_s = a \times Q^b$ 、ここで $Q_s$ は懸濁物質移動量、 $Q$ は流量)の $b$ 値から、涸沼川における懸濁物質の移動特性は、わが国の他の河川と比較した場合、標準的であることが示された。
- 2) 懸濁物質濃度が極めて低い平水時の懸濁物質の元素濃度測定に対して、わが国で初めてPIXE分析法を導入し、本分析法の長所と若干の問題点を明らかにした。Na, K, Mg, Ca, Al, Fe, Mn, Cu, Tiにつ

いては、精度良く定量できることが示され、とくにAlに対する各元素の相対比率は、水試料採取地点の地質・土壌・土地利用形態などの影響が反映されていることが示された。

3) 懸濁物質濃度が極めて高くなる増水時とその後の減水時における懸濁物質の元素濃度をICP分析法により測定し、増水時と減水時ならびに河川表層と河床付近では、各元素濃度・組成が大きく変化することが示された。ここでも水試料の主要元素動態の特徴は、採取地点の特徴を反映し、とくにZnに対するAlの濃度比ならびにCuとAlの含量は、涸沼川における懸濁物質の移動経路や流出現象に関わる研究地点の時間的・空間的な情報を有するトレーサーとなり得る可能性があることが示唆された。

4) 河川流量と懸濁物質による元素移動量との関係式を用いて、平水時ならびに増水・減水時の懸濁物質による主要元素の年間移動量を計算した結果、平水時の寄与率は、元素により異なり、Al, Fe, Tiで約18ないし24%、そしてMg, Mn, Cuではより低く約5%であることが示された。

以上のように、本研究によって、懸濁物質の移動特性がわが国で標準的な涸沼川において、研究例が極めて限られた懸濁物質による主要元素の移動特性・年間移動量の一端が明らかにされた。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、わが国でも非常に研究例が限られる河川の懸濁物質の移動特性と元素動態に関して、新たな知見を提供した研究である。懸濁物質濃度が極めて低く、従来非常にその測定が困難であった平水時の元素分析に対してPIXE分析法を導入し、その有用性をわが国で初めて示したことは、平成14年度のRADIOISOTOPES誌の論文奨励賞に選考されたことから判るように、大いに評価できる。また、上記に加えて、台風などによる増水時の極めて困難な水試料採取を意欲的に行い、河川による年間の懸濁物質の移動量ならび懸濁物質による重金属を含む主要元素の移動量に関する総合的なデータを提供した点が高く評価できる。

つまり、茨城県の一級河川である涸沼川とその流域を研究対象として、地質・土壌・土地利用形態などを異にする11ヶ所の研究対象地点において、年間を通した丹念な水試料の採取をおこない、いくつかの新しい知見を提供した。とくに、①平水時ならびに増水・減水時（河川表層と河床付近を含む）では、懸濁物質の元素濃度・組成に相違が認められ、研究対象地点の上記の特徴が良く反映されること、②河川流量と懸濁物質による元素移動量との間の関係式を用いて、平水時と増水・減水時を通した年間の河川の懸濁物質による移動量を計算し、平水時の寄与率が元素により異なること（Al, Fe, Tiで約18ないし24%、そしてMg, Mn, Cuではさらに低く約5%）などがわが国で初めて明らかにされた。

以上のように、本研究は、わが国で非常に研究例が限られた河川の懸濁物質による主要元素の移動特性の基本的な側面について、年間を通したいくつかの新しい知見を提供し、水環境保全のための基礎的知見の蓄積に大きく貢献したと判断する。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。