

(続紙 1)

京都大学	博士（ 人間・環境学 ）	氏名	アシス シュリバスタバ Asheesh SHRIVASTAVA
論文題目	Environmental chemistry of Lake Biwa, Japan: General trend in the change s of water quality judged from the long-term variation and the characteristic distribution of nutritious elements (琵琶湖の環境化学-栄養塩元素の長期変動と分布形態から見た水質変化の一 般的傾向について)		
(論文内容の要旨)			
琵琶湖水に含まれる各種化学成分の観測が、1963年5月(時間$t = 0$とする)を起点として今日まで続いている。本学位申請者は、最近の3年間この観測に参加するとともに、それ以前の観測結果を精細に検討し、琵琶湖の水質の推移に関する環境化学的考察を行った。 申請者はまず、全観測期間の540ヶ月(45年)間には、琵琶湖にとっての重要な二つの時期が含まれていることに注目した。第1期は1963年から1982年まで($t = 0 \sim 226$ヶ月)であって、ここでは人間活動の激化による影響をうけて湖がそれまでの天然自然の状態を脱して富栄養状態に向かい、琵琶湖の水質保全を目指した条例が制定されるに至ったものである。第2期は、1992年から最近の2008年まで($t = 347 \sim 540$ヶ月)であって、ここでは自然浄化作用が再び優勢になり始め、水質の回復基調がみえて来たと判定されるものである。 本論文は、自然浄化作用がより明確に観測できる水域として南湖、とりわけその湖岸部に焦点を当てて、栄養塩元素の濃度変動を詳しく研究したものである。 論文の第1章では、540ヶ月の全期間におけるリンと窒素濃度を時間に対して解析し、濃度変化の一般的傾向を論じた。その結果、全リン(TP)と全窒素(TN)の平均増加率はそれぞれ0.30と6.2(nM/month)であることを示した。TPよりTNの増加速度が大きいこと、従って、TN/TP比で見るとこの比の値は時間と共に増大するであろうとの示唆を得た。この傾向は、琵琶湖の北湖(Ie-1代表観測点)と南湖(Nb-5代表観測点)の双方で、その程度に差はあっても同様に観測されることを確認し、琵琶湖全域に共通したものであると結論した。 第2章では、TN/TPを北湖と南湖に分けて考察した。540ヶ月の全期間を通じて解析すると、この比は第1期から第2期に向かって増大するが、北湖に比べて南湖では増加の割合が一層大きいことを指摘した。併せて、この比の変化と湖の水質が密接に関係しているとの知見を得るに至った。なお、TN/TP比には時折異常値が現れるが、異常な低値は、溶存有機態リン(DOP)が高濃度に、溶存有機態窒素(DON)が低濃度になって現れること、また逆に、近年の南湖で見られることであるが、異常な高値は懸濁態リン(PP)濃度が目立って低値になって現れることを明らかにした。 第3章と第4章は、南湖に焦点を絞って、湖水の自然浄化が進行する水域の探査を行ったものである。まず第3章は、最近の2年間に2ヶ月間隔で南湖湖岸部の15地点から水試料を採取し、NaやClといった主要化学元素濃度を分析した結果である。学位申請者はこれらの濃度を指標にして、南湖湖岸域の水質をA～Cの3群に分類した。ここで、A群は、南湖沖合部(Nb-5地点)の水とほぼ同質であると考えられるもの、B群は、沖合部の水に陸域の水(滲出水や河川水など)が混じっているもの、C群は陸域の水が主体であって南湖水の混合割合が低いと思われるものである。続いて、最終の第4章は、分類の終わったそれぞれの湖岸部の水について、TN/TP比、DIN(溶存無機態窒素)/DIP(溶存無機態リン)比、PN(懸濁体窒素)/PP比の高低と、それぞれの湖岸の湖沼学的並びに地勢的条件を対比させて、そこで進行しているはず			

の自然浄化の程度を見積もったものである。TN/TP 比の高値が観測される湖岸、すなわち自然浄化が顕著であると思われる湖岸部では大型水生植物が繁茂して、クロロフィルaでモニターされる植物プランクトン量が減少すること、また、窒素固定シアノバクテリアの繁殖が見られることを見いだした。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、琵琶湖水に含まれる化学元素、とりわけ栄養塩元素と称されるリンと窒素について、それらの長期変動を解析し、水質の悪化と改善がどのような経過で進行したのかを考察し、南湖とその湖岸部における自然浄化に着目すべきであると説いている。

琵琶湖の化学観測の最も古いものは、1935年、吉村によってなされたものとされている。それによると、当時の琵琶湖が典型的な貧栄養湖であることがわかる。それからやや時代が下るが、本学教授であった宮地が琵琶湖生物資源調査団(BST)を組織し、1962 から63年にかけて琵琶湖全域を詳細に調べている。この調査の一環として本学教授藤永らによる水質の化学成分が観測された後、この観測は、本学理学部化学教室と教養部に、さらに最近では人間・環境学研究科の教員らに引き継がれ、今日まで続いてきた。本学位申請者は、全540ヶ月(45年)間の継続調査の最終部にあたる3年間の観測を主導的に実施するとともに、1963年5月を基点日($t = 0$)に定めて、今日に至るまでの分析結果を精細に考察し、水質変動に見られる一般的傾向の導出に取り組んだのである。その結果、全観測期間の前半部では琵琶湖が貧栄養から次第に富栄養に向かう様子を描くことに成功し、また、期間の後半部では水質改善の兆候が見られると判断するに至ったのである。以下に本研究の特色と評価を記す。

第1章は、湖水中の全リン(TP)と全窒素(TN)の濃度変化を時間(月単位)に対して解析したものである。そして、TPとTNの琵琶湖北湖(Ie-1代表観測点)における月平均増加率(nM/month)はそれぞれ0.30と6.2であること、そして、前者の速度に対して後者が大きいので、TN/TP比を調べると、この比は時間と共に漸増している筈であるとの見通しを得た。果たして、その通りであることも確かめられた。リンや窒素といった栄養塩元素は時間的並びに空間的変動が激しく、これまでの多くの研究において一般的傾向を捉えることの困難さが指摘されてきたが、本論文は、空間的な濃度分布の激しい変化を平滑化する工夫を取り入れることによって、この難しさに応えている。他方、季節変化や気象変化に起因する時間的変動に対する問題が未処理であるとの欠点はあるが、栄養塩元素の長期変動に対する最初の一つの解答を得た点は、高く評価できる。

第2章は、前章で着目したTN/TP比を北湖と南湖に分けて考察したものである。その結果、この比は南湖より北湖で大きいこと、また、南湖の比は第1期($t = 0 \sim 226$ ヶ月)より第2期($t = 347 \sim 540$ ヶ月)で増大していること、そして、この比の増大は湖水の水質改善の指標の一つになっていることを結論している。この比の増大にはある種の窒素固定シアノバクテリアの繁殖とある種の大型水生植物の繁茂が関わっているとの先行研究にそって、これらの生物活動が主因となる湖の自浄作用によって、最近の南湖には水質改善の兆しがあると指摘している。今後も詳細な検証が必要と思われるが、TN/TP比をもって水質評価指標にするとの提案は、湖沼学のみならず環境化学や水圏化学における大事な成果である。

第3章と第4章は、南湖の湖岸部に焦点を当てて、自然浄化作用がどの水域で起こるのかを探索したものである。まず、第3章では、NaやClといった主要化学元素を指標にして、南湖湖岸域の水質をA～Cの3群に分類している。ここで取り上げられた主要化学成分は、主要であるというよりむしろ生物学的活性が低いという性質のもので、季節変化や水域による変化がほ

とんどなく、年間を通してどの場所でもほぼ同じ濃度に保たれる元素である。申請者はこの性質に着目して、湖の中心部の水と、湖に陸域から流入する水(滲出水や河川水)との混合の程度を見積もっている。第4章では、A～C群の湖岸水についてTN/TP比の高低が議論され、この比が高いほど自然浄化が進んでいると判定している。このほか、第4章では、TN/TP比が異常に高い値になる時期と場所について、そこではDIN(溶存態無機窒素)/DIP(溶存態無機リン)比とPN(懸濁態窒素)/

PP(懸濁態リン)比の高低が考察され、TN/TP比を用いた先の議論を補強している。

以上のように、本論文は琵琶湖における栄養塩元素リンと窒素について、それらの長期変動における一般的傾向を明らかにし、その結果に基づいて、琵琶湖の水質変化に関する過去と現在さらには将来を窒素/リン比を指標にして論じたものである。その成果の湖沼学的並びに水圏化学的意義は大きく、また、人間・環境学研究科の基本理念と自然環境動態論講座の研究方針に合致するものであると判定した。

よって

本論文は博士(人間・環境学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成22年1月15日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降