

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 グエン ティ バン ハ

サイゴン川は総延長 280 km、流域面積は 4,717 km²、ベトナム南部の最も重要な水源で、上流には灌漑を目的としたベトナムで三番目に大きなヨウティン貯水池が存在する。上流から中流にかけては養殖漁業や牧畜、砂利の採取など、サイゴン川は様々な目的で利用されているだけでなく、下流ではホーチミン市の水道水源となっている。しかし、近年の上流域での様々な活動や、下流域の経済成長に伴いサイゴン川の水質が悪化し、水道水供給の障害となっている。

グエン・ティ・バン・ハ氏は、ヨウティン貯水池を含むサイゴン川システムの水質の現状と影響因子を明らかにし、水質の維持・改善のための方策の立案を支援する科学的なデータを提供することを目的として、以下の項目についての調査を行った。

- (1) ヨウティン貯水池の水質の季節変動と水質汚濁負荷の発生原因に関する研究 (第 4 章)
- (2) サイゴン川の鉄とマンガン濃度の変動因子に関する研究 (第 5 章)
- (3) Hoa Phu 取水所におけるサイゴン川水質の連続モニタリング (第 6 章前半)
- (4) ニューラルネットワークを用いたサイゴン川の水質の時間変動に関する研究 (第 6 章後半)

論文は 7 章からなり、1 章は研究の背景、目的が、2 章は既存の研究のまとめが、また 3 章には研究の報告が記載されている。

第 4 章では、ヨウティン貯水池における水質変動とその原因についての調査結果が記載されている。水質調査は 2005 年 3 月から 2006 年 3 月にかけて行った。ヨウティン貯水池は monomictic(年 1 回循環貯水池)であり、水質が季節的に変動し、局所的に pH が低下して酸性化する現象が観察された。特に雨季の流入水は pH が低く、窒素・リンなどの栄養塩が多く含まれるために水質の悪化を招いていた。ヨウティン貯水池の水質は、ベトナムの水道水源の水質基準(TCVN 5942-1995 -Type A)に照らし合わせると、測定したサンプルの 51%がアンモニ

ア性窒素の基準を超過し、26%が溶存酸素の基準を超過し、20%が亜硝酸性窒素の基準を超過し、15%が大腸菌群の基準を超過していた。2005 年時点での、ヨウティン貯水池への全窒素(TN)の負荷は 4,729 トンであり、全りん(TP)の負荷は 412 トンであった。これを貯水池の水面あたりに換算すると、17.5g TN/m² および 1.52 g TP/m² と計算され、これらは、Vollenweider により提案された富栄養化を引き起こす限界負荷量に対して、それぞれ 6 倍及び 8 倍高い値であった。これらの影響分負荷量に対して、養殖漁業からの窒素負荷は全体の 15%、りん負荷は 39%に相当し、家畜からの窒素負荷は 4%、りん負荷は 13%に相当した。

第 5 章では、2005 年から 2006 年にかけて 4 回のサイゴン川水質調査を行った。その結果、サイゴン川を水質により、上流、中流、下流に分けられることを示した。上流区間では、土壌流出により濁度が高く、土壌の流出抑制が重要であることが判明した。中流区間では、硫酸酸性土壌 (ASS) からの酸性流出水の影響で、河川の pH が低下するとともに、マンガンと鉄の濃度が上昇した。下流区間では、ホーチミン市からの下水排水により、アンモニア、全窒素、全りん、などの濃度が上昇し、溶存酸素濃度が低下していた。さらに中流区間と下流区間では、ともに *E. coli* や大腸菌群が高濃度で検出された。

さらに 2008 年 3 月には、サンゴン川流域の低泥及び周辺土壌の分析を行った結果、河川中流域では、ASS からのマンガンと鉄の溶出が主たる発生源であり、下流域では河川低泥からの溶出が主たる発生源であった。全体的にみると、マンガンについては、河川低泥は ASS の 10 倍の含有量があり、溶出率は 14 倍の量があることから、最も重要な発生源であることが解明された。これに対して、上流のヨウティン貯水池や、河岸の浸食によるマンガンの発生源は僅かであることが示された。

第 6 章では、このような回分実験や、流域の水質調査の結果と、連続的な水質変化との関係を調べるため、ホーチミン市の浄水場の取水地点である HoaPhu 取水所で 2006 年 4 月から 2008 年 4 月まで水質の連続観測を行った結果が記載されている。その結果、pH と DO は年間を通じてベトナムの浄水水源水質を満たしていないことが明らかとなった。また、1 時間ごとの水質測定結果から、サイゴン川の水質は以下の範囲であることが示された。pH 3.83 - 6.84, EC 0.002 - 1.171 mS/cm, 水温 26.23 - 31.89°C, DO 0 - 6 mg/L, 塩分濃度 0 - 0.54 ‰, TDS 0.01 - 0.713 mg/L, Eh 211 - 698 mV, chlorophyll a 1.21 - 11.12 mg/m³, 濁度 6.7 - 198.2 NTU. 特に、雨季には pH と DO が低下し、4 月には chlorophyll a が増加、乾期には塩分濃度が上昇した。

pH、流速、水位を用いて ANN モデルによりサイゴン川の塩分濃度を予測するプログラムを開発したところ、観測結果によく一致することが示された。こ

のプログラムは欠損したデータの推定に役立つことや、さらに拡張すれば、将来の水質予測にも役立つことが示された。

これら一連の研究成果は、今後はホーチミン市の貴重な水源であるサイゴン川の水質管理に対して貴重な情報を提供するだけでなく、その方向性を示唆するものである。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。