

氏 名	まきの いくよ 牧 野 育 代
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2904 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 都 市 環 境 工 学 専 攻
学位論文題目	水 道 水 源 ダ ム 貯 水 池 の 水 質 悪 化 に 及 ぼ す 特 性 要 因 の 解 析

論文調査委員 (主査) 教授 寶 馨 教授 堀 智 晴 准教授 立 川 康 人

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、選択取水方式を途中導入した数少ない事例である小河内ダム貯水池（奥多摩湖）を対象に、水道水源ダム貯水池の水質悪化に及ぼす要因についての仮説を設定し、その検証結果をまとめたものであり、7章から構成されている。

第1章は緒論であり、本研究の背景と研究対象地の概要を述べ、水道水源ダム貯水池の水質に影響を及ぼす森林の機能や選択取水方式の導入過程について論じるとともに、ここで扱う水質悪化と水質現象の定義を述べて、本研究の位置づけと本論文の構成を示している。

第2章では、小河内ダム貯水池の水質悪化の検証を行うとともに植物プランクトンの出現状況にみる水質段階を検討している。貯水池の水質悪化は、飲料水の安全性を脅かす *Anabaena*, *Microcystis* の出現に伴って生じていることが明らかとなった。また、優占種プランクトンの発生状況からみたダム地点の水質推移は、珪藻類と緑藻類（1978年～1992年）、珪藻類（1993年～1998年）、珪藻類と藍藻類（1999年～2003年）の3パターン・3時期に分けられ、現在は珪藻類と藍藻類が優占種となる第3時期にあたる考えられた。

ダム貯水池の水質状況には流入水の水質が大きく関与するため、対象地においては水源地帯からの流出水の水質に関する基本的資料を整理する必要がある。そのため、第3章では、東京水道水源林で占められている水源地帯（管理区画）と東京水道水源林の中に一部民有地が存在している水源地帯（上流に東京水道水源林、中流に民有地、その下流に東京水道水源林となる一之瀬高橋地区）の流出水の特性を明らかにすることを目的とした。水源林における渓流水の水質形成機構と水質浄化能について検討している。その結果、東京水道水源林からの流出水は、典型的な土壌通過水でミネラルを十分に含む良質な水質であることがわかった。また、水質汚濁物質の重要物質である硝酸イオンは、水道水源林地帯においては温度（気温）による影響と石灰岩を含む地質における濃度増加効果が示唆され、硝酸イオンの流出に関しては特定地質の保護・管理が重要となることが考えられた。さらに、東京水道水源林の上流域の一部分に存在する民有地は水質汚濁物質の供給源地帯となり、近年顕著な対象貯水池の水質悪化には管理水源地帯よりも民有地における負荷流出が影響していることが明らかになった。

第4章では、最終的な貯水池への流入水となる貯水池流入河川における水質特性を検討し、その貯水池流入水の水質特性と選択取水の導入が貯水池の水質に及ぼす影響を統計学的手法を用いて明らかにした。対象地では下水処理水の流入による貯水池流入河川の水温上昇が生じていて、その水温上昇と選択取水方式の導入による中層の水温の低下とが原因となり、流入河川のうち1河川の流入水は表層水との水温差（密度差）が小さくなったことから表層よりに流入するようになり、表層水の栄養塩濃度が上昇するようになったことが推測できた。

第5章では、貯水池の水質悪化に直接的に関与する植物プランクトンの動態に及ぼす表層放流の影響を検討し、選択取水方式の導入（特性要因）と貯水池の水質悪化との関係理論を構築した。その結果、水質悪化の要因は、受熱期において表層水を取水する選択取水のシステムにあると考えられた。また、表層水の取水は珪藻や緑藻の出現数を減少させる一方で、藍

藻を増加させるシステムを有していることがわかった。さらに、珪藻や緑藻の出現数が減少したことで透明度は上昇したが、透明度の上昇は、必ずしも水質改善を表す結果にはならないことを明らかにした。

第6章では、小河内ダム貯水池の水質悪化の要因が選択取水方式の導入による表層放流であるとのこれまでの理論構築をもとに、選択取水方式導入後に生じた藍藻の増殖の原因を追究し、特に増殖が目立った *Anabaena* のダム地点への輸送システムのモデル化と小河内ダム貯水池の水質悪化のモデル化を行い、本研究の主要な目的を達成している。

第7章は、以上の結果を総括したものであって、得られた成果とその意義を取りまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、選択取水方式を途中導入した数少ない事例である小河内ダム貯水池を対象に、水道水源ダム貯水池の水質悪化に及ぼす要因についての仮説を設定し、その検証結果をまとめたものである。主な成果は以下のように要約される。

(1) 小河内ダム貯水池の水質悪化の検証を行うとともに植物プランクトンの出現状況にみる水質段階を明らかにしている。現状においては、珪藻と水道水源水として問題となりうる藍藻が優占種となる水質段階を示し、水質悪化が生じていることを明確にしている。

(2) ダム貯水池の水質悪化の特性要因としては、選択取水方式の導入による表層水の取水のシステムが考えられると仮説を設定し、その仮説について検証的解析を試みている。すなわち、表層水の取水は、水道水源水にとってその存在が問題となりうる藍藻を増加させるメカニズムを有することを示唆している。このような植物プランクトンの動態に及ぼす表層放流の影響を解析したことで、特性要因の一つである選択取水方式の導入と貯水池の水質悪化とを理論的に関係づけている。

(3) 選択取水方式導入後の水環境は、貯水池流入河川の水温上昇による流入層の変化の影響も受けていることを、統計学的手法により推論している。貯水池流入層が変化したことで、貯水池における栄養塩類は表層より偏して分布し、その結果、水道水源水として問題となりうる藍藻が増殖しやすい水環境が形成されたことを理論的に明らかにしている。

(4) 小河内ダム貯水池の水質悪化の要因は、選択取水方式の導入による表層放流であるとのこれまでの理論構築をもとに、選択取水方式導入後に生じた藍藻の増殖の原因を追究し、特に増殖が目立った藍藻種 *Anabaena* のダム地点への輸送システムのモデル化と小河内ダム貯水池の水質悪化のモデル化を行い、論文の主要な目的を達成した。

(5) 選択取水方式以外の要因におけるダム貯水池の水質悪化への影響についても解析している。貯水池集水域の最上流部における森林地帯の一部に位置する私有地の人間活動は少なからず影響していることを、現地調査および水質実験により明らかにしている。

本論文は、水道水源ダム貯水池の水質悪化に及ぼす諸要因について、選択取水方式を途中導入したダム貯水池における水質悪化の機構を理論的・実証的に検討したものであって、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成20年2月25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。