

埼玉県比企丘陵地域におけるため池水質について

—その概況と水質規定要因の解明—

2008年3月 自然環境学専攻 66720 武田知佐子

指導教員 山室真澄 教授

キーワード：ため池，水質，主要無機イオン，土地利用

1. 背景・目的

ため池とは、水田灌漑用の水を確保する事を目的として造られた池で、必要に応じて貯水と取水の出来る施設を備えたものであると定義される(浜島ら, 2001)。ため池の機能は利水機能に加え、洪水緩和機能、水質浄化機能、生物多様性の場など多岐に渡る。しかし現在では、用水の開通や都市化の進行などにより、ため池の埋め立てや放棄が進んでいる。ため池を継続して利用している地域においても管理がなおざりになりつつあり、それに起因する栄養塩蓄積による富栄養化や、堤体の老朽化などの問題が生じている。

その一方で、最近になってため池の存在意義が見直されつつある。ため池の整備・保全に乗り出す市民団体や行政機関も増加傾向にあり、適切なため池管理・保全のためのデータが求められているのが今日の状況と言えよう。特に人為的要因だけではなく、地球温暖化など人為起源とは言え自然的要因性の強い影響が顕在化しつつある今日では、両観点から水質を総合的に把握する事が必要であり、そのためには富栄養化に関わる限られた項目だけではなく、水の主要構成物質である主要無機イオンを取り上げる事が不可欠となる。

以上より本研究では、ため池が集中して分布する地域において、主要無機イオンの観点からため池水質の現状を把握・評価する事、及び自然要因や土地利用の違いがため池の水質形成に及ぼす影響を明らかにする事を目的とした。

2. 研究対象地

関東地方においてため池が集中して分布する地域として、埼玉県比企丘陵地域を対象地域に選定した。本地域のため池の大部分が丘陵の谷津地形を利用した形式のものであり、水源は天水、用途は農業用水が主である。周辺の土地利用や自然環境による水質への影響を把握するため、ため池本体に関わるこれらの条件が同等である本地域において、さらに池本体の状況が近似していると推察された 29 箇所のため池を選出した。

3. 研究方法

(1)水質分析

各季節に1回ずつ採水を行った。現場において EC(電気伝導度)、pH、水温、アルカリ度を測定し、同時に当該ため池表層水 100 ml を採取し、気相が残らないように密栓して実験室に持ち帰った後、高速液体イオンクロマトグラフ(CLASS-VP)を用いて主要無機イオンである Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} の濃度を分析した。

(2)要因分析

GIS ソフト(TNT mips7.0)を用いて土地利用特性の把握を行った。その上で土地利用や水質を変数として主成分分析やクラスタ分析などの統計解析を行い、水質に与える要因を

総合的に検討した。

4. 結果・考察

(1) 冬期水質の概況

ため池は静水域であり、滞留の間に生物活動による水質変化が生じる。アウトプットとしての水質からインプット時の自然的要因・人為的要因を的確に検討するためには、生物活動による水質変化が最小限である時期の水質データを用いる必要がある事から、本研究では生物活性が最も低い冬期の水質を用いて水質の概況を検討した。

ゴルフ場を集水域に含むため池の一部では、特異的な水質が示され、これらのため池では、ゴルフ場における芝管理や排水の影響が大きく及んでいると考えられた。さらに各ゴルフ場によってこれらの条件や影響度の大小が異なっており、それぞれのため池がそれらを適宜反映した水質を示していると考えられた。

ゴルフ場を集水域に含まないため池では、全体的に $\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$ 型の水質を示した。その原因として、地質の石灰分由来の CaCO_3 、もしくは堤体に使われるコンクリートの CaCO_3 の溶出が考えられた。人為由来である Na^+ 、 Cl^- 濃度は低く、排水等の流入の影響は、当地域では弱い事が示唆された。一方、全体として pH が高く、本地域のため池では人為起源による富栄養化が進行していると考えられた。

(2) 水質規定要因の解明

ゴルフ場を集水域に含まないため池について、冬期の水質データを用いてクラスタ分析を行った。各クラスタの特徴をみると (Table 1)、各項目はクラスタごとの平均値を表しているが、クラスタ 2 では、全クラスタの中で平均 EC が最低値を示し、最も負荷が少ない水質を示していた。平均土地利用割合についても森林が 80% 以上であり、負荷源となる土地利用は無かった。クラスタ 2 より平均 EC が高く、何らかの負荷が加わった形の水質を示すのがクラスタ 1、4 であり、それぞれ「建物用地」、「その他農用地」の割合が比較的高かった。クラスタ 1 は低濃度 $\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$ 型、クラスタ 4 は SO_4^{2-} 突出型の水質を示す。

クラスタ 3 に分類されるため池は平均 EC が高く、最も負荷が大きいと考えられた。各クラスタの地理的分布を Fig. 1 に示す。クラスタ 1 は丘陵の南端や台地に多く、クラスタ 2、4 は丘陵の北部に分布する事が多い。クラスタ 3 のため池は丘陵東端に集中して分布していた。このように各クラスタで地理的分布に偏りが見られ、本地域におけるため池水質が、土地利用形態だけではなく標高・比高・地形といった要因によっても規定されている可能性がある事が示唆された。

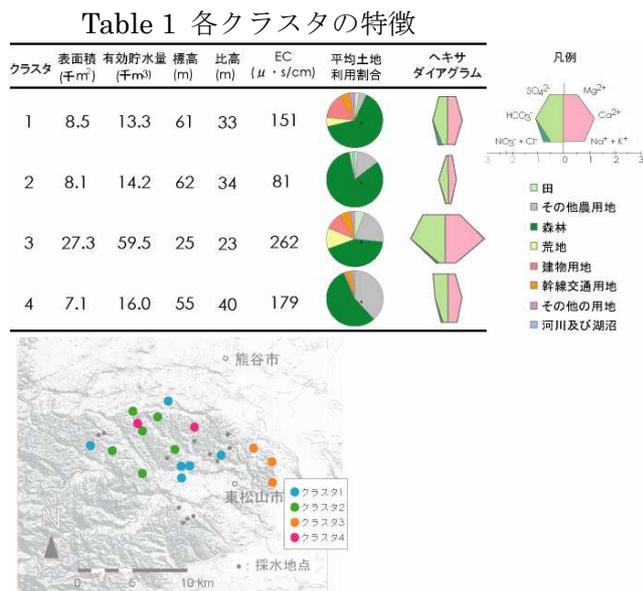


Fig. 1 各クラスタの地理的分布図

Water quality of reservoirs in Hiki Hill, Saitama

— General conditions and their controlling factors —

March, 2008

Institute of Environmental Studies, Department of Natural Environmental Studies

66720 Chisako TAKEDA

Supervisor : Professor Masumi YAMAMURO

Keywords : reservoirs, water quality, inorganic major ion, land use

1. Objectives

A reservoir is, most broadly, a place or hollow vessel where something (usually liquid) is kept in reserve for later use. The target of this study is the Japanese specific reservoir called “Tameike”. This type of reservoir in Japan has been used for saving water for irrigation, and has facility with which people can save and use the water anytime they want. “Tameike” has played important roles not only controlling water resources but also preventing floods, controlling water quality, and keeping biodiversity. Meanwhile citizens’ activity and administrative leadership leads to proper maintenance and preservation of “Tameike”. There are many studies about nutrient concentration of “Tameike”, because high concentration of nutrient is the big problem of reservoirs. Water quality is affected both natural and anthropogenic effects, and the mechanisms controlling the water quality of “Tameike” should be clarified from both points of views. Major inorganic ions are constituent water quality and their concentration reflects both natural and anthropogenic effects.

The purpose of this study is to understand general conditions of water quality of “Tameike”, reservoirs with inorganic major ions, and to find their controlling factors in the area with special enfaces on land use..

2. Study Area

The study area is Hiki Hill in Saitama Prefecture, where most “Tameike” were made in the valleys between the hills. Water is mainly supplied by rainfall to “Tameike”, and it is mainly used for agriculture. To understand the influence from surrounding environment, 29 “Tameike” possessing the similar reservoir conditions i.e. shape, source of the water, usage of water, are chosen as the study sites.

3. Analysis

(1)Water quality analysis : Surface water of each reservoir was collected every season (January, April, July, November 2007). Electrical conductivity (EC), pH, water temperature and alkalinity were measured in situ. Concentrations of major inorganic ions (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) were determined by ionchromatography in the laboratory.

(2)Factor analysis : Land use analysis was done by TNT mips7.0 (Micro Images). Additionally, principal component analysis and cluster analysis were done for understanding the relationship between water quality and the land use variables.

4. Result and discussion

(1)General conditions of water quality in winter

Some “Tameike” including golf courses in their watershed showed characteristic water quality, presumably due to the influence of grass maintenance. Moreover, water quality of “Tameike” in each golf course affected the concentrations of major ions in different manners. Water quality of “Tameike” without golf courses in their watershed showed Ca-HCO₃ type. CaCO₃ are presumably supplied either from limestone layer, or concrete used for the dam of “Tameike”. Na⁺ and Cl⁻ concentrations, which are mainly originated by human activities in urbanized area, were low, indicating that there is little input to the “Tameike” from discharges of urban areas. The pH of all “Tameike” water was higher than 7, suggesting the effect of photosynthesis by phytoplankton.

(2)Controlling factors of water quality

The results of the cluster analysis applied to the water quality data in winter excluding the “Tameike” which have golf courses in their watershed are shown in Table 1 with the average values among the same cluster and the typical hexadiagram of each cluster. Cluster 2 showed the lowest average EC. Because the watershed of cluster 2 are mostly occupied by forests, water quality in this cluster has the minimum effect from surroundings. Cluster 1 occupied by farm land and cluster 4 occupied by residential area showed higher EC than cluster 2. Average EC in cluster 3 was the highest. The average elevation and relative elevation (a variation between bottom and top of the watershed) of the watershed is the lowest in this cluster, and the high EC is presumably reflecting the accumulation effect of materials from the drainage.

Fig. 1 is the cluster distribution map. “Tameike” of cluster 1 are mainly settled on the plateau and the southern part of the hill. “Tameike” of cluster 1 and 4 are on the northern part of the hill. “Tameike” of cluster 3 are concentrated on eastern part of the hill. Such distribution pattern suggests that the water quality of this area is determined not only by the land use variables but also other natural factors i.e. elevation, relative elevation and landforms.

Table 1 Characteristics of each cluster

cluster	surface area (1000m ²)	volume (1000m ³)	elevation (m)	relative elevation (m)	EC (μ·s/cm)	ratio of land use	hexa-diagram
1	8.5	13.3	61	33	151		
2	8.1	14.2	62	34	81		
3	27.3	59.5	25	23	262		
4	7.1	16.0	55	40	179		

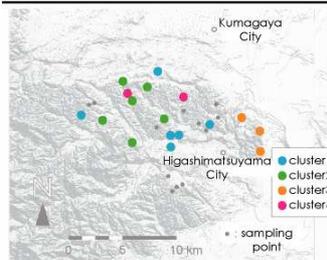


Fig. 1 Cluster distribution map