

兵太郎池の環境改善に向けた水質及び生物相の把握

遠藤 好和、佐藤 美穂

筑波大学農林技術センター技術室（筑波実験林）

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

筑波大学構内の調整池である兵太郎池では、近年スイレンに覆われ、外来種のアメリカザリガニやウシガエルなどがはびこり、夏には悪臭が発生するなどの問題が指摘されている。このため環境改善を目的として、現在の状況を把握するために水質、生物相を調査したところ、著しい溶存酸素量の低下などが確認された。また、在来種の生息も確認された。

キーワード：浮葉植物、溶存酸素量、環境基準

1. はじめに

筑波大学構内（春日キャンパスを除く、以下同様）は、雨水排水等を目的とした5箇所の排水区があり、排水区の末端には、それぞれ調整池が設けられ時間差排水をおこなう役割を果たしている。一方、筑波大学構内には約80haの緑地があり、「筑波大学保存緑地地区」として自然保護緑地、周辺保護緑地、利用緑地の3種類を設定し、それぞれの管理方針が策定され管理されている（筑波大学施設部 施設環境計画室）。その中に筑波大学構内の北側に位置する「兵太郎緑地」と呼ばれる約6haの利用緑地中に、L字型で長さ550mの「兵太郎池」と呼ばれる調整池がある。兵太郎池は、元来の谷津田を広げて造成されたもので、暗渠で繋がった2つの池から構成されている。西側の池の周辺は、一部にアカマツ林を保存地域として残し、他にもコナラ、クヌギ等が植栽された緑地となっている。東側は植物見本園の北側部分を占めており、農林技術センター筑波実験林が日常的な管理をおこなっている。

2. 調査地及び調査方法

2.1 調査地概要

調査地である東側の兵太郎池は、周囲約550m、面積約0.32haである。池の大部分はスイレンに覆われ、部分的にアシが生えている。水深は最深部で110cmであるが、底にはスイレンの根茎がマット状に広がっている。そのため、水面から根茎上部での水深は25～50cmである。池の北～西側には帯状にカシ類などが植栽され、西側には幅2.3m高さ1.1m、長さ30mの暗渠があり、西側の池と繋がっている。南側と東側は植物見本園となっていて池に沿って歩道があり、南側には幅約3mの排水口があり西側も含めた兵太郎池全体の水を排水路へと流している。また、池の東側には池の水を循環させて植物見本園内

の「流れゾーン」としている循環施設があり、循環施設の吸水口と排水口が設置されている。

2.2 調査方法

2008年6月から2009年10月まで毎月下旬に水質測定と生物捕獲調査、植物の蒔き出し実験について、それぞれに調査地点を設け以下のおり調査を実施した。ただし、厳冬期は変化が少ないと予想されたので2008年12月と2009年1月には調査はおこなわなかった。

〈水質調査〉

水質については循環施設周辺や排水口、暗渠、中心部に①～⑦の調査地点を設け、各調査地点において、化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質(SS)、溶存酸素量(DO)、電気伝導度(EC)、pH、水温、全窒素、全リンを測定した。

化学的酸素要求量、浮遊物質は各調査地点で上部(水面直下)と下部(水底付近)で採水し、化学的酸素要求量は株式会社佐藤商事製のCOD-2Zを使用し過マンガン酸カリウム法にて測定した。浮遊物質は、ガラス繊維濾紙法で測定した。浮遊物質は⑤の下部については採水時に堆積物の混入が著しいため除外した。

溶存酸素量、電気伝導度、pH、水温は各調査地点で調査機器を使用して測定をおこなった。溶存酸素量は飯島電子工業株式会社製のID-100で測定した。電気伝導度、pH、水温は株式会社堀場製作所製のpHメーターで測定をおこなった。

全窒素、全リンは③、⑤、⑥、⑦の4地点で採水をおこない、2009年3月までは全窒素は紫外線吸光度法、全リンはペルオキシ二硫酸カリウム分解法で測定した。2009年4月以降は、株式会社三菱化学アナリテックへ委託して全窒素は銅-カドミウムカラム還元法、全リンはペルオキシ二硫酸カリウム分解法で定量測定をおこなった。

また、湖沼の環境基準が定められている項目については、コイ、フナ等の水産物用である水産3級の基準値級で定められているものについては、環境基準値との比較をおこなった。

〈生物捕獲調査〉

移動する生物捕獲のために幅3m、網目4mm×4mmの定置網を東西2箇所に設置し、餌入りのかご罟である「もんどり」を池の隅3ヶ所と排水口付近、循環施設内の計5ヶ所に設置した。それらの罟を調査1日目の15:00～16:00頃に仕掛け、2日目の9:00

頃に回収して捕獲された生物の数と重量を測定した。また、調査2日目には巾350mmのたも網による捕獲を2人で各30分間おこない、捕獲された生物の数を同様に測定した。また、たも網捕獲調査ではヤゴ類などその場での同定が困難なものは、アルコール固定して後日、同定作業をおこなった。

〈蒔き出し実験〉

池の東西端と、排水口付近、中心の4ヶ所を土壌採取地点として、2009年の6月～9月の間に、月1回ずつ採取地点から12Lの土壌を採取し、それぞれを育苗箱に入れて水を張った大型トレイの中に設置して発芽する植物を調査した。

3. 結果及び考察

3.1 水質調査結果

水温には、各調査地点での違いはほとんど無かった(図1)。各月の平均水温では、2008年の7月が最も高く27.5℃、最も低いのは2009年1月の4.3℃であった。全体での平均水温は、18.1℃で最高水温28.2℃、最低水温は1.7℃であった。

pHは、環境基準値の範囲(6.5以上8.5以下)を越えることはほとんど無かった(図2)。調査地点間の比較では、流れゾーン側の①～③の調査地点で④～⑦の調査地点よりも常に高かった。全体での平均値は8.4、最高値は6.3、最低値は7.2であった。

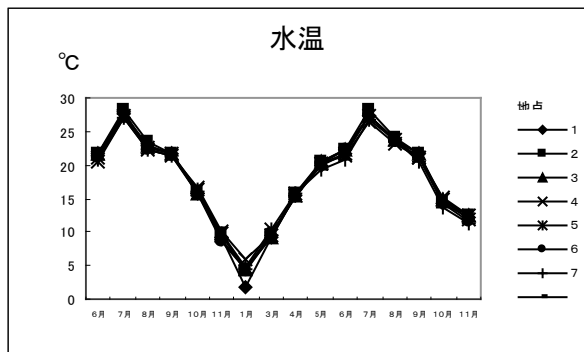


図1. 各調査地点の水温季節変化

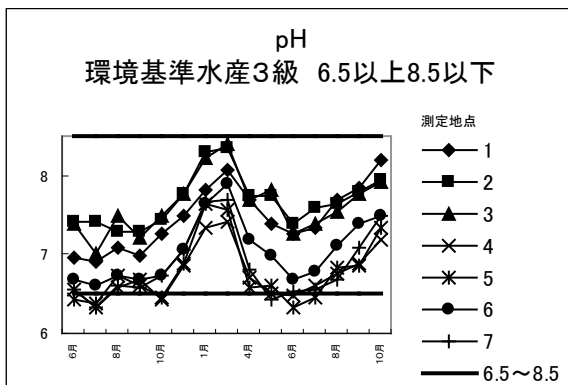


図2. 拡張地点のpH季節変化

季節変化では、スイレンの繁茂する春から夏にかけて低下し、秋から冬にかけて高くなる傾向が見られたことから、スイレンの生育と関連があることが疑われる。

電気伝導度は、各調査地点で大きな差は見られなかった(図3)。

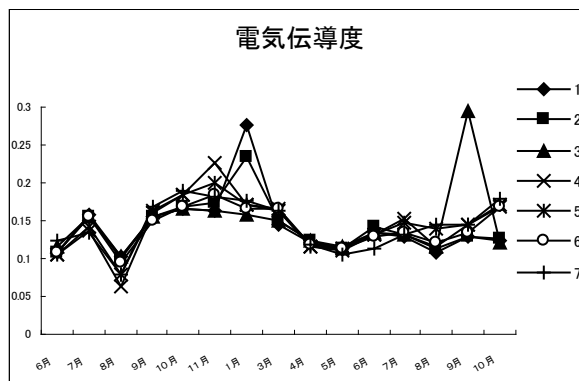


図3. 各調査地点の電気伝導度季節変化

DOは、①～③と④～⑦の間で大きな差が出ている(図4)。①～③はほぼ環境基準を満たしているが、④～⑦では環境基準を満たすことはほとんど無かった。季節変動も大きく④～⑦では夏季には低下が見られた。また全ての地点において秋～春にかけて高い値が得られた。

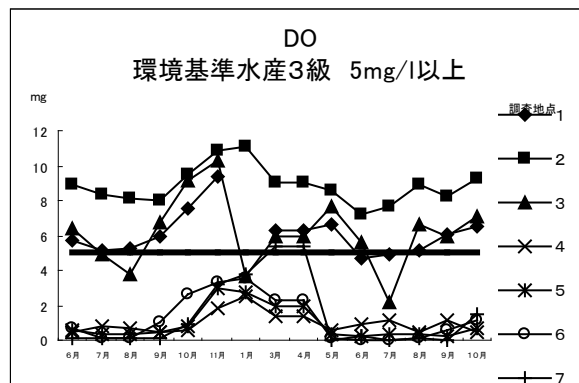


図4. 各調査地点の溶存酸素量季節変化

化学的酸素要求量は上部、下部共に季節変動が大きく、また調査地点間の差も見られた(図5, 6)。

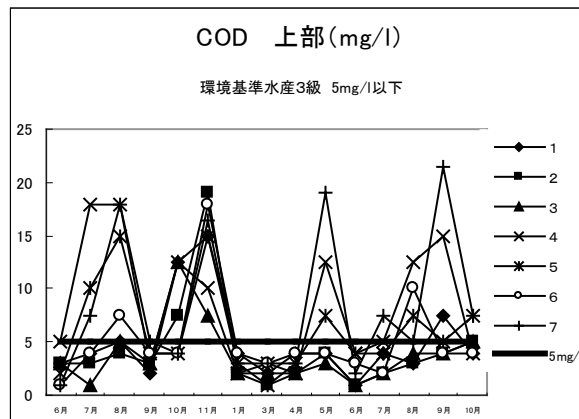


図5. 各調査地点の化学的酸素要求量季節変化

主に①～③と④～⑦の間で差があったが、特に④、⑤、⑦のでは高い値を示した月もあり、その場合、環境基準値を大きく超えていた。しかし①～③では環境基準を超えることはほとんど無かった。

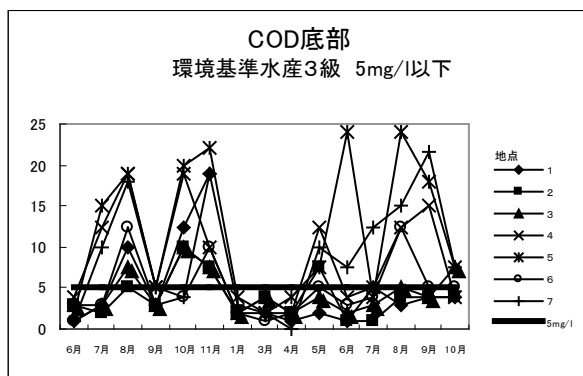


図 6. 各調査地点の化学的酸素要求量季節変化

全窒素、全磷は共に各調査地点で特に大きな差は見られなかった(図7,8)。季節変化では全窒素は秋に低下し、全磷は冬に高い値を示しているが、環境基準として平均値で見ると環境基準を越えることはなかった。このことから兵太郎池は、富栄養化が進んでいるとは考えられない。

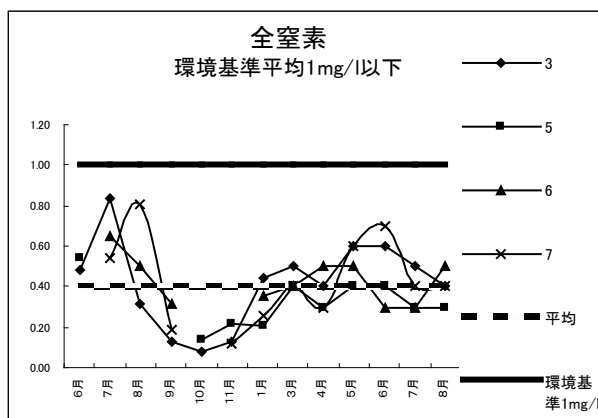


図 7. 各調査地点の全窒素季節変化

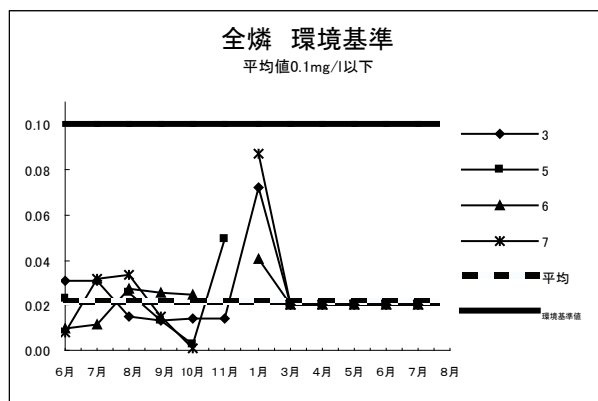


図 8. 拡張地点の全磷季節変化

浮遊物質量は①、③、④の3地点で高い値を示した月もあるが、水流や水深により採水時に影響があったためと思われる(図9,10)。

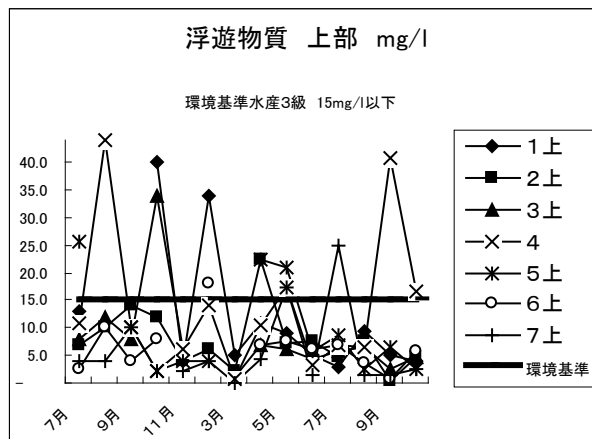


図 9. 各調査地点上部の浮遊物質季節変化

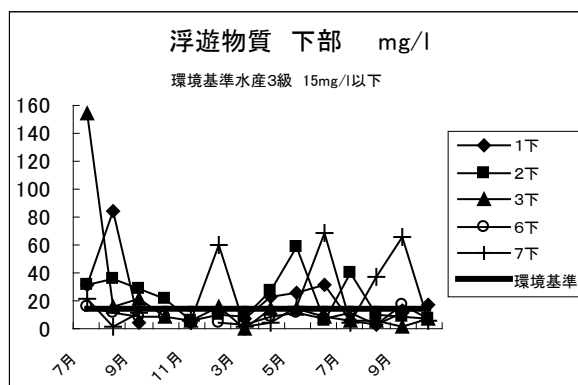


図 10. 各調査地点下部の浮遊物質季節変化

水質調査では溶存酸素量と化学的酸素要求量において調査地点①～③と④～⑦の間で差が見られた。①～③と④～⑦の相違点として、水流の有無や強弱とスイレンの有無がある。①～③は常に一定の強さの水流があり、スイレンの無い調査地点である。①、②は循環施設内であり、③は循環ポンプへの流入口であるため①～③は、常に強い流れがある。④～⑦は、水流が無いか、もしくは弱い水流がありスイレンが生えている場所に調査地点がある。④は池の北側、⑤は中心部であり水流はほとんど無い。⑥は兵太郎池全体の排水口付近であり、⑦は暗渠の入り口で西側の池からの流入口であり、共に池の水量による影響が大きく、通常は弱い流れがあり、増水時のみ水流が発生し、濁水時には水流が止まることもある。また、①、②の流れゾーンと③のある池の東側にはスイレンが無く、④～⑦の調査地点はほとんどがスイレンで覆われている。

湖沼のような閉鎖性水域では、河川と違い水の滞留時間が長く栄養塩類等の負荷量が多いことが水質悪化に繋がるとされている。湖沼では、風による吹送流や日射や放射冷却による熱対流によって水が循環する。水生植物や植物プランクトンの水質浄化

能力が効率的に機能するためには底層の栄養塩類等の物質が上層に運ばれることが必要とされる。しかし、浮葉植物が水面を覆い日射を遮ると熱による対流を阻害するという報告もある(濱上ら 2008)。また、水中への酸素の供給としては、植物プランクトンや水生植物の光合成によるものと、空気中から水中へ溶解込むものがあり、空気中の酸素は流れや風などによる波に攪拌されて水に溶けやすくなる。しかし、浮葉植物が増殖し水面を覆うと、空気との接触面が減り、風も遮ってしまう。また日射が遮られることで植物プランクトンや他の水生植物の生育を阻害してしまうため低酸素状態になりやすいとされている。

溶存酸素量では、①～③はスイレンが無く常に水流も発生しているため良好な状態を保っているが、④～⑦ではスイレンが繁茂する夏には貧酸素状態となり、スイレンが枯れると、空気との接触が可能になり、水温が下がり飽和用存酸素濃度が高くなり、秋、冬には溶存酸素量が増加していると考えられる。

化学的酸素要求量では、大きな季節変化が見られる窒素やリンは植物の生育期には吸収されるが、枯死や落葉により水中へ再び溶解込むため、スイレンや周辺樹木の生育状況が関連していると考えられる。また、水流も影響することが、各調査地点での差になっていると考えられる。これらのことから、水流や増殖したスイレン、周辺環境など様々な要因が関連して水質へ影響していると考えられる。環境改善のためにはこれらを考慮した管理方法を考える必要がある。

3.2 生物捕獲調査

生物捕獲調査では、昆虫類 29 種、魚類 4 種、甲殻類 4 種、両生類と爬虫類各 1 種、貝類 2 種が捕獲されている。このうち魚類 2 種、甲殻類 1 種、両生類 1 種、貝類 1 種は外来種であった(表 1, 2)。種数では昆虫類が最も多く、特にトンボ類のヤゴや成虫が多く捕獲されている。また、ドジョウやスジエビ、マシジミといった在来種が確認できたことは収穫であった。一方で、もっとも捕獲数量が多かったアメリカザリガニは、季節を問わず捕獲され、1 月に抱卵個体が捕獲されたこともあり、季節に関係なく繁殖している可能性も疑われた。アメリカザリガニは、要注意外来生物に指定されている。環境省の要注外来生物リストではアメリカザリガニによる水生植物への食害なども報告されている。他にも魚類のオオクチバス、ブルーギル、両生類のウシガエルは特定外来生物に指定されており厳しく規制されている。

このように、在来種の生息が確認される一方で、外来種が多く生息していることも確認された。今後は外来種への対策も考慮した維持管理方法の策定が必要であると思われる。

表 1. 捕獲生物 昆虫類

昆虫類			
No.	科	種名	捕獲 個体 数
1	トンボ科	アキアカネ	66※ ¹
2		オオシオカラトンボ	
3		コシアキトンボ	
4		シオカラトンボ	
5		ショウジョウトンボ	
6		チョウトンボ	
7		ナツアカネ	
8		ネキトンボ	
9		ノシメトンボ	
10		ヒメアメンボ	
11		マイコアカネ	
12	ヤンマ科	ギンヤンマ	1
13		クロスジギンヤンマ	
14	イトトンボ科	アオハダ	27※ ²
15		アオモンイトトンボ	
16		アジアイトトンボ	
17		オオイトトンボ	
18		キイトトンボ	
19	ガガンボ科	セダカガガンボ	1
20		キリウジガガンボ	1
21	ガムシ科	キベリヒラタガムシ	2
22	ゲンゴロウ科	ヒメゲンゴロウ	1
23		コシマゲンゴロウ	1
24	ミズスマシ科	ミズスマシ	1
25	タイコウチ科	ミズカマキリ	6
26	マツモムシ科	マツモムシ	2
27	ミズムシ科	ミズムシ	4

※¹ トンボ科、ヤンマ科の捕獲総数

※² イトトンボ科の捕獲総数

表 2. 捕獲生物昆虫類以外

魚類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	サンフィッシュ科	オオクチバス	8	14
2		ブルーギル	5	585
3	コイ科	ギンブナ	8	3327
4	ドジョウ科	ドジョウ	2	88
甲殻類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	アメリカザリガニ科	アメリカザリガニ	1079	26267
2	テナガエビ科	スジエビ	15	—
3	ミズムシ科	ミズムシ	18	—
4	ヨコエビ科	ヨコエビ	5	—
両生類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	アカガエル科	ウンガエル	431	7378
爬虫類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	イシガメ科	クサガメ	1	811
貝類				
No.	科	種名	捕獲総数	捕獲総重量 (g)
1	サカマキガイ科	サカマキガイ	43	—
2	シジミ科	マシジミ	13	10

3.3 蒔き出し実験

蒔き出し実験では、スイレンとガマが発芽したのみであった。ガマは植物見本園内で展示用として植栽されており、埋土種子の発芽なのか確認できなかった。「筑波大学の施設・環境計画」によると、当時の大学構内にあった湿地や池ではサギソウやタヌキ

モ、ジュンサイが生息していたことが記載されている。

今回の調査では、兵太郎池の前身である谷津田の位置や、当時の造成の方法などが確認できなかったこともあり、このような結果になったと考えられる。将来的には在来種や希少種などの水生植物の展示や環境に配慮した栽培方法などの策定も目標としていきたい。

謝辞

本研究にあたり、指導していただいた生命環境研究科生物圏資源化学専攻の藤岡正博准教授、調査方法等に関する助言をいただいた生命環境研究科生物圏資源化学専攻の上条隆志准教授、清野達之講師、門脇正史助教、加藤盛夫助教、全窒素・全燐の分析を指導していただいた生命環境研究科生命産業科学専攻の内海真生准教授、大慶一路氏には感謝いたします。

そして、2年間の調査において補助していただいた諸澤崇裕氏をはじめとした21人の学生に感謝します。

参考文献

- [1] 中井正則, 丸山治郎, 有田正光, 浮葉植物 (ガガブタ) が繁茂するため池の現地調査, 水工学論文集 第48巻, (2004) 1339-1344.
- [2] 濱上邦彦, 井上寿人, 森 健, 平井康丸, 水生植物の繁茂する閉鎖性水域の水面境界に関する考察, 九州大学農学芸誌第63巻第2号, (2008).
- [3] 農林水産省, 環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き, 第2編. 農林水産省. 環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き, 第3編.
- [4] 嶋村鉄也, 徳池直子, 尾板兼一, 伊藤雅之, 大手信人, 竹門康弘, 深泥地における水質管理に向けた水質の空間分布の把握, 保全生態学研究 Vol. 14, No.2, (2009) 153-163.
- [5] 環境省, 要注意外来生物リスト (2008). 筑波大学施設部, 施設環境計画室 筑波大学の施設・環境計画 (1985).

A study of water quality and biota to improve the environment of Hyotaro Pond at the University of Tsukuba

Yoshikazu Endo, Miho Sato

Agricultural and Forestry Research Center, Tsukuba experimental forest,
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

Located at the University of Tsukuba, Hyotaro Pond has a circumference of 500 m and occupies an area of 0.32 ha. Hyotaro Pond has been covered in water lilies in recent years and poses several problems, like the fact that the pond is rife with alien species such as the Louisiana crawfish and bullfrog and the fact that the pond has a foul odor in the summer. The pond's water quality and biota were studied to ascertain the pond's current state with the goal of improving the pond's environment. A study of the pond's water quality measured aspects like the water's hydrogen ion concentration (pH), chemical oxygen demand (COD), suspended solids (SS), dissolved oxygen (DO), electrical conductivity (EC), and water temperature. A study to collect wildlife from the area examined organisms collected with a fixed net or crab trap. Study results revealed substantial differences in DO and COD levels depending on the site studied and when it was studied.

Keywords: floating-leaved plant; dissolved oxygen (DO); environmental standards