

鰻池のプランクトン

税 所 俊 郎*・和 田 善 郎*

Seasonal Variation of Plankton at Unagi-ike

Toshio SAISHO* and Yoshiro WADA**

Abstract

The study of plankton was carried out at Unagi-ike, a typical caldera lake in southern Japan during the period from 1977 to 1979. At Unagi-ike the transparency of waters and aspects of plankton organisms have shown remarkable changes for the past forty years. The transparency ranged from 1.4 m~6 m and 3.1 m in average in 1978. Plankton volume increased and showed marked seasonal variation and exhibited blooming in these years. Some dominant species are as follows; *Synedra ulna*, *Anabaena affinis*, *Microcystis aeruginosa*, *Spyrogyra* spp., *Eudorina elegans*, *Polyarthra trigla*, *Conochilus unicornis*, *Asplanchna priodonta*, *Bosmina longirostris* and *Bosminopsis deitersi*. This abundance of plankton in recent years indicate that Unagi-ike has changed from oligotrophic to eutrophic lake in the past forty years.

1. 緒 言

鰻池は鹿児島県の池田湖東方約 1 km にあるカルデラ湖で周囲約 4 km, 面積 1.21 km², 最大深度 56.5 m のほぼ円形をした湖で水面の標高は 122 m とされている。湖の周囲は連山をもって囲まれており湖盆の周辺も急に深くなっている。湖低はやや平らになっており最深部は池の中央よりやや東に偏り、最大深度は 56.5 m である。鰻池の受水区域はせまく注入および流出の河川はない。行政上は鹿児島県指宿郡山川町北野に入れられる。湖面の西側には鷲尾岳 (411 m) の連山があり、湖岸の東北部に鰻温泉の部落があって泉熱を利用した熱帯有用植物研究所などもある。

鰻池には現在コイ、フナ、ワカサギ、ウナギ、スッポン、ヨシノボリ等が生息しており最近ではこれとは別に小割式の生養殖が行われており年間約30トンのコイが養殖されている。近年、鰻池ではプランクトンの増殖が顕著で透明度低下がめだち、とくに夏季には赤潮類以の現象がみられる。山川町は鰻池の水を水深 20 m の所から取水して3800トン/日を上水道水に供しているが、1977年12月と翌年の1月にはプランクトンの異常増殖による異臭水の騒ぎも起っている。鹿児島大学では1970年降鰻池の調査を断続的に行なっているが、今回主として1977年から1979年の間のプランクトン調査結果をまとめて報告する。

本報告をまとめるに当り種々の便宜を提供して頂いた鹿児島県水産試験場指宿内水面分場の職員の方々に感謝の意を表する。

* 鹿児島大学水産学部 Faculty of Fisheries, Kagoshima University

2. 調査方法

1977年4月から1979年3月まで合計15回の調査を実施した。調査地点は鰻池のほぼ中心にあたる最深部(56m)である。鰻池の等深度線分布と調査地点を第1図に示した。採集は微細な植物プランクトンの多いのを考慮して北原式定量プランクトンネット(口径22.5cm, 網地xx13)を使用し, 50mから表面までと5mから表面までの垂直曳を実施した。試料は沈殿管に24時間静置後, その粗沈殿量を測定した。原則として動物プランクトンは個体数を, 植物プランクトンは細胞数を計数してあるが, 植物プランクトンの中, 細胞数計数の困難なものでは群数数を求めたものもある。

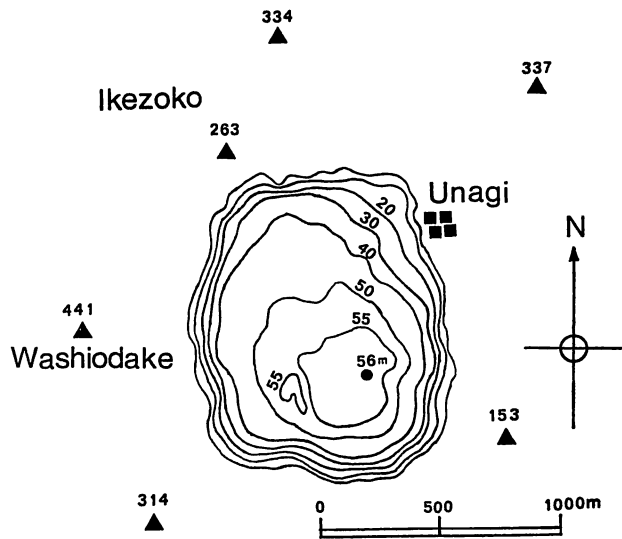


Fig. 1. Bathymetric chart of Unagi-ike.

3. 鰻池の環境

a. 水温

表面の水温は2月に8.2°Cまで下るが8月下旬に29.4°Cまで上昇する。変水層は10m~20m付近にあり最新部水温は1976年は11~12°C, 1977年は8~9°Cで年によって変動があり, 冬期の気温の影響があると思われる。上下垂直循環は1月にみられ, これは池田湖より約1カ月早い。夏期(6月~9月)には明瞭な水温躍層がみられ, 冬期にはほとんど表層と低層の差がなくなる。(第2図参照)

b. 溶存酸素量

表層よりの酸素の供給は変水層にもみられるように池田湖より浅く10~15mまででそれで深は有機物の分解により酸素量は急激に減少して底層で1cc以下が記録される。しかし

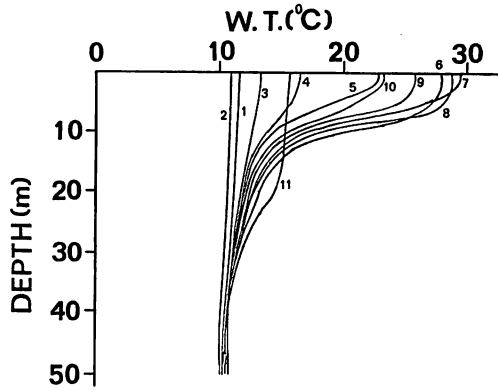


Fig. 2. Vertical distribution of water temperature at Unagi-ike.

1977年1月は上下循環により深水層も 4 cc 以上に回復するがその後ゆっくりと有機物分解が進み, 7月に 3 cc, 1978年2月には再び 1 cc 以下になる. 夏の7~9月に 5m~10 m 層において 2 cc 以下の低酸素量の異常値を示すがこれは植物プランクトンによる生物生産が減少することおよび酸素を消費する物質が大量に存在するために起る現象と考えられる. (鹿児島県環境局調査1977~1978)

c. 透明度と水色

透明度は最高 6 m, 最低 1.4 m で平均でみると1976年は 3.2 m, 1977年は 3.6 m であった. おおむね冬期に高く, 夏期に低いといえるが必ずしもあてはまらない. プランクトンの増殖と関係が深く, 水色も出現種によって変化する. 1977年4月25日は表面が茶褐色を呈したがこれは *Peridinium* 属の発生によるものであった. 同じく6月14日の透明度低下は *Anabaena affinis*, 8月11日の透明度低下は *Synedra ulna* の大増殖によるものである.

4. 鰻池における動物プランクトンの季節変化

北原式プランクトンネットを用いて 5 m から 0 m までの垂直曳採集を行なったがその時の試料の粗沈殿量は第1図のようになる. 一般に冬期に少なく 1 cc 以下であるのが4月から増加し始め5月, 6月には 3.0 cc 近くに達する. 9月以降12月までに次第に少くなる傾向を示す. しかし実際にはもっと短期間に複雑な変動もあるようで例えば1977年12月10日, ワカサギの採捕時期に *Anabaena affinis* が多量に発生し, 南東の風によって湖岸に吹きよせられ長さ 50 m, 巾 3~4 m の帯状褐色水が観察されたこともある.

鰻池におけるプランクトンの主な出現種は原生動物 (8種), 輪虫類 (20種), 枝角類 (4種) で橈脚類 (1種) は意外に少ない. 4月から8月にかけての水温上昇期に種類数は多く, 12種ないし17種であった. 12月~2月の低水温期にもっとも少なく 2ないし7種であった. 橈脚類は4月にヤマヒゲナガミジンコ *Acanthodiptomus pacificus* の未成熟体が見出されたのみで鰻池における橈脚類は全く貧弱である. 原生動物の出現はやゝ散発的で周年にわたって出現するものは少ない. この中, 比較的長期間出現するものとしてタマヒゲマワリ *Eu-*

Table 1. Seasonal variation of zooplankton at Unagi-ike. (number/10 l)

Date (day-month-year)	21-6-77	28-7-77	20-9-77	8-2-78	25-4-78	23-5-78	14-6-78	11-8-78	11-9-78	2-11-78	2-12-78	19-12-78
<i>Peridinium</i> spp.	26360	17200	140	13840	24800	14340	17760	19320	140	1080	8120	5980
<i>Gymnodinium fuscum</i>						120						
<i>Eudorina elegans</i>	160			40	80						160	200
<i>Pleodorina californica</i>	120											
<i>Trachelius ovum</i>								120				
<i>Vorticella citrina</i>	40											
<i>Carchesium polypinum</i>					80	240	240	240				120
<i>Strombolidium gygans</i>											40	
<i>Conochilus hippocephalus</i>					80	360	9120					
<i>Conochilus unicornis</i>		80			320	480	20160	120	20		40	20
<i>Conochiloides natans</i>		40			120	20	800					
<i>Conochiloides coenobasis</i>		40			200	40	1600					
<i>Polyarthra trigla</i>	2680	40			240	120	1200	360	20	40		60
<i>Trichocerca elongata</i>		120								240		
<i>Trichocerca cylindrica</i>							480	240		20		
<i>Trichocerca scipio</i>							120			40		
<i>Trichocerca iernis</i>							960					

Table 1. (Continued).

Date (day-month-year)	21-6-77	28-7-77	20-9-77	8-2-78	25-4-78	23-5-78	14-6-78	11-8-78	11-9-78	2-11-78	2-12-78	19-12-78
<i>Trichocerca</i> spp.		200					3720	120		40		
<i>Asplanchna priodonta</i>	40				160	120	120				240	
<i>Brachionus calyciflorus</i>	40	160							20			
<i>Brachionus calyciflorus</i> var. <i>doreas</i> f. <i>spinosus</i>									20			40
<i>Brachionus caudatus</i>					160							
<i>Brachionus rubens</i>					160							
<i>Keratella cochlearis</i> var. <i>tecta</i>			20				240	240	20			
<i>Monostyla</i> sp.			120		720				120		120	
<i>Ploesoma truncatum</i>	400		240				480	720	60	40		
<i>Ploesoma lenticulare</i>					160							
<i>Ploesoma hudsonix</i>							240	120	40			
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>					160	300	240	120	20	20		40
<i>Simocephalus vetulus</i>												20
<i>Bosmina longirostris</i>	80	40	40	80	960	300	120	120	40	80	80	20
<i>Bosminopsis deitersi</i>	160	40	40	120	400	300	2880	480	40	200		
immature cladocera	40	80	120	40	2400	60	2280	600	120	100	360	20
Copepodite					80							

Table 2. Seasonal variation of phytoplankton at Unagi-ike. (cells/10 l)

Date (day-month-year)	21-6-77	28-7-77	20-9-77	8-2-78	25-4-78	23-5-78	14-6-78	11-8-78	11-9-78	2-11-78	2-12-78	19-12-78
<i>Chroococcus minutus</i>	280					120						
<i>Microcystis aeruginosa</i>	800	1160	1200	600		480	1320	1680	1200	660	440	360
<i>Oscillatoria</i> sp.	260	480	20			300			20	20	40	160
<i>Anabaena affinis</i>	2040	920	4860	14760	1200	267840	166320	43920	4860	640	6720	120
<i>Aphanizomenon ovalisporum</i>	120					60						
<i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i>						300						
<i>Melosira varians</i>	120							120				
<i>Tabellaria fenestrata</i>				360			120					
<i>Cyclotella</i> sp.		1640	500	48		13800	3840	2160	500		40	100
<i>Fragilaria construens</i>	160											
<i>Fragilaria crotonensis</i>	120					60						
<i>Asterionella formosa</i>	40										40	
<i>Asterionella gracillima</i>	80			40								
<i>Synedra ulna</i>	14720	48080	2720	1440	80	120	5640	13428000	2720	300	400	200
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>						240						
<i>Cymbella turgida</i>						240						
<i>Cymbella lauceolata</i>								120				
<i>Cymbella</i> sp.	40											
<i>Nitzschia</i> spp.	120		120						60	20		
<i>Coelastrum reticulatum</i>	320	120			160	780						
<i>Bulbochaeta</i> sp.											40	
<i>Spirgyra</i> sp.												1060
<i>Mongeotia</i> sp.				920	720		960	1080	680	2800	360	
<i>Closterium</i> sp.				840								
<i>Staurastrum</i> sp.	40			40	80	180	720	9000				

dorina elegans が12月から4月に、エダワカレツリガネムシ *Carchesium polypinum* が4月から8月にかけて出現する。

輪虫類は鰻池では最も豊富な動物プランクトンで、とくにハネウデワムシ *polyarthra tri-gla*, ツノテマリワムシ *Conochilus unicornis*, テマリワムシ *Conochilus hippocrepis*, フクロワムシ *Asplanchna priodonta*, スジワムシ *Ploesoma truncatum* 等が多くほぼ周年にわたって出現しとくに6月～8月に多い。枝角類はゾウミジンコ *Bosmina longistris*, ゾウミジンコモドキ *Bosminopsis deitersi* が優占種で6月から10月にとくに多く、この他にオナガミジンコ *Diaphanosoma brachyurum* が少数出現する。前述したように橈脚類は少なく、ヤマヒゲナガミジンコの *Copepodite* が4月に僅かに出現したのに過ぎない。

5. 鰻池における植物プランクトンの季節変化

植物プランクトンで主要なものは藍藻類 (5種), 珪藻類 (14種), 緑藻類 (6種) であった。一般に5月から9月に出現種類数が多く, 11月～12月に少くなる。藍藻類と緑藻類は周年の出現に変化は少ないが珪藻類は消長がはげしい。マルクビハリケイソウ *Synedra ulna* とヒメマルケイソウ *Cyclotella* sp. ニツチア *Nitzschia* sp. は周年出現し, とくに5月から8月に多い。とくに *Synedra ulna* は1978年8月11日には1, 342, 800/m haul も出現し, その他アナベナ *Anabaena*, アオコ *Microcystis* が多いこともあって鰻池の透明度は2m以下に下り水の色は濃緑褐色を呈した。

藍藻類は *Anabaena affinis* と *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria* が多く周年出現するものが多い。とくに *Anabaena* と *Microcystis* は夏期に増加する。緑藻類では *Spirogyra* sp. や *Staurastrum* sp., *Coelastrum reticulatum* が多い。 *Staurastrum* は夏期に多く *Spirogyra* は2月, 4月, 11月, 12月の低温期に多い傾向を示した。緑藻類は出現数は少ないながらも定常的に出現するため, 他の藍藻類や珪藻類の少ない時期には卓越種となることがある。その場合の優占種はアオミドロ属 *spirogyra* sp. で13回中2回優占種となっている。

考 察

吉村 (1930) の鰻池の調査によれば1929年8月には成層期の溶存酸素が, 10m付近で128%の過飽和状態になり, 40m以深では40%前後になっている。そしてプランクトンはメロシラ *Melosira italica*, イケツノオビムシ *Ceratium hirundinella*, サヤツナギ *Dinobryon sertularia*, トリアルサ *Triarthra longiseta*, スジワムシ *Pleosoma Truncatum*, アヌラエア *Anuraea cochlearis*, ハネウデワムシ *Polyarthra Platyptera*, オナガミジンコ *Diaphanosoma brachyurum*, ゾウミジンコ, ケンミジンコ, ヤマヒゲケンミジンコ等がみられた由である (津田, 古屋1975)。鰻池は既に1930年当時すでに輪虫類は豊富で種類も多かったようである。吉村はこの時期の鰻池を貧栄養湖としたり (1930, 1938), 中栄養湖としたり (1937) した。別に宮地 (1932) は底生生物として数種のユスリカ類, イトミミズ, ナガネスユスリカ *Tanytarsus*, エンドキロノムス *Endochilonomus* の存在を明かにしている。これらのことから, 1930年ごろの鰻池は中栄養湖と考えるとよい特色をそなえていたとも云われる。(津田, 古屋

1975) さらに1974年7月のプランクトン調査によれば *Anabaena flos-aquae*, *Melosira Varians*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Cyclotella* sp, *Staurastrum gracile*, *Spirogyra* sp., ゾウミジンコなどが見出されており, (津田, 古屋, 1975), これは我々の調査結果とも類似している. 植物プランクトンの現状からみて現在の鰻池は富栄養湖と云わざるを得ない. 藍藻類の *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena affinis*, *Aphanizomenon ovalisporum* の増殖が目立ち, とくに *Anabaena affinis* 一種だけでもしばしば優占種となることが多い. 鰻池の植物プランクトンで優占種となったのは *Anabaena affinis* が7回, *Synedra ulna* が4回, *Spirogyra* sp. が2回であった. そしてこれら3種の合計でみると81%~99%と圧倒的な優占度を示す.

津田 (1974) は植物プランクトンの優占種の変遷について述べ, 富栄養性が強くなるにつれて特定の種の優占度が大きくなることを示しているが, 鰻池の場合もまさしくその傾向が強い.

一方動物プランクトンにおいても1930~1936年当時に圧倒的な優占種であったゾウミジンコ, ケンミジンコが減少し, その代りに汚水又は富栄養水を好むとされる輪虫類の *Brachionus*, *polyarthra trigla* や, アルカリ性富栄養水域を好むとされる原生動物の *Eudorina eligans* 等が著しく増加している.

鰻池には時折植物プランクトンの異常増殖が発生するが, 水色が変わる程度で悪臭とか魚類の斃死などはまだ発生していない. しかしプランクトン相からみると1930年当時の貧栄養又は中栄養の状態から1970年代後半では富栄養湖の状態に変わってしまったと断定せざるを得ない. 1930年頃は周囲を山に囲まれた閑静な湖であり人為的な影響も少なかったと考えられる. しかしその後, 湖の周辺に変化が起り戸数(人口)が増え, 浴場, 旅館, 食堂, 植物研究所, 牧場などができ, さらに池の岸近くでは小割式生簀養殖なども行われているのが現状で富栄養化が起る一因となるであろう. 鰻池の富栄養化の主因が自然現象なのか人為的なものか, その見極めは困難な点もあるが, 鰻池がこれ以上汚染しないよう1日も早く水質保全の対策を樹てることが必要である.

参 考 文 献

1. 上野益三 (1936) : 南九州陸水の冬季調査, 科学, Vol 6, p. 414-415.
2. MIYADI D. (1932) : Studies on the bottom fauna of Japanese lake. VI. Lake of Southern Kyushu. *Jap. J. Zool.*, Vol 4, p. 127-149
3. 村山三郎・税所俊郎 (1967) : 池田湖のプランクトンについて, 鹿児島大学水産学部紀要, 16, p. 29-33.
4. 津田松苗 (1974) : 陸水生態学 共立出版株式会社
5. 津田松苗編(1975) : 日本湖沼の診断. 第9章 九州地方の湖沼(古屋八重子). 共立出版株式会社
6. 吉村信吉 (1930) : 九州南部火山湖の理化学および生物学的予察研究 (1), (2), (3), 地学雑誌 42, p. 381-387, 450-461, 656-665.
7. YOSHIMURA, S. (1938) : Dissolved Oxygen of the lake water of Japan. Science Reports of the Tokyo Bunrika Daigaku, Section C, 2, 8, p. 63-277.
8. 鹿児島県環境局 (1976) : 鹿児島県環境白書