

比企丘陵地域の農業ため池について[#]

森田 浩介^{*} 新井 正^{**}

1. はじめに

日本における農業ため池の数は、1950年代にはおよそ28万か所とされていた。その後、埋め立てられて姿を消したため池が多く、1981年には213,890となった（農林水産省 1981）。しかしながら、未だにため池は相当数あり、有効貯水量の合計は $4,769 \times 10^6 \text{m}^3$ に達し、全国の農業用水使用量 $58,700 \times 10^6 \text{m}^3$ の8%に相当する（2000年現在）。

全国的にみると、ため池は瀬戸内海を囲む地方に多い。全国の受益面積2ha以上のため池の69%が、近畿、中国、四国地方に分布している。関東地方では茨城県1,772か所、千葉県1,220か所、埼玉県727か所などであり、1都6県を合わせても全国の2%に過ぎない。

関東地方の市町村単位で農業ため池が多いのは、埼玉県滑川町の204か所、群馬県藤岡市の199か所、茨城県大宮町の181か所、茨城県笠間市の106か所である。本学部の所在地である熊谷市の近隣にある滑川町が、関東地方ではため池数が最も多い。滑川町は第三紀の地質からなる丘陵である比企丘陵地域に位置する。樹枝状の細かい谷で開析され、大河川からの取水が困難なことが小規模なため池の多い理由である。比企地方では滑川町の204か所のほかに、鳩山町の85か所、東松山市75か所、嵐山町71か所、小川町66か所など各市町に多くのため池があり、比企地方における合計は572か所に及び、県内のため池数の79%を占めている（埼玉県 1980）。

以上のように比企丘陵地域のため池は、この地域の河川や水田に密接に関係する重要な水文要素であるばかりでなく、景観や生態系に関しても重要な位置を占めている。ところが、比企丘陵地域のため池に関する研究は従来皆無であった。以上の点をふまえて、本研究を行った。

2. 滑川町のため池の形態と規模

比企丘陵地域内のため池は小さな谷の谷頭を堰止めた

いわゆる「谷型」が多く、滑川町のため池もこの形式である。いずれも小規模で、諸元がわかっている約120か所に関する値を図1にまとめた。貯水量は $3,000 \text{m}^3$ 以下が大半を占め、水面積は $2,000 \text{m}^2$ 以下が多い。したがって、平均水深はおよそ1.5mという極めて浅いため池が多い。最大水深では1.5~2m強が多く、これが4mを超えるものは非常に少ない。堰堤は土堰堤が殆どで、堰堤高は3m前後が多く、5m以上は少ない。このことは、ため池が比較的勾配の急な谷頭部に築造されていることを表している。谷頭部であるため集水面積は狭く、3ha以下が大半を占めている。

水位変動はかなり大きいものから、極めて小さいものまで多様である。取水方式は堰堤に取り付けられた階段式の簡単な斜樋が殆どであり、人手により開閉している。各ため池とも余水吐が設置されている。

3. 水温と溶存酸素の観測結果

3-1 調査したため池の規模

調査を行ったため池は滑川町北東部で調査許可が得られた28か所であるが、一部で季節により立ち入りできない場合があるために欠測が生じた。調査したため池の諸元を表1に、ため池の位置を図2に示した。貯水量は最小が上沼（中尾）の $1,600 \text{m}^3$ 、最大が大沼（福田）の $19,000 \text{m}^3$ であり、大半が $7,000 \text{m}^3$ 以下であった。水面積は最小が高屋敷沼の $1,100 \text{m}^2$ 、最大が大沼（福田）の $9,500 \text{m}^2$ であり、平均は約 $3,100 \text{m}^2$ であった。堰堤高の最低は中沼（中尾）の1.8m、最高は大沼（福田）の5.5mで、平均は3.9mであった。最大水深では最も浅いのが南在家沼と弁天沼の1.3mで、最も深いのが大沼（福田）の4.7mであった。最大水深に関しては、多くは2m以上あったが2m以下のため池も6か所あった。平均水深は貯水量を水面積で割った値とした。これによると平均水深の最小が弁天沼の0.7m、最大が新沼（福田）の2.1mであり、平均は1.5mであった。水面積は都市計画

* 立正大学地球環境科学研究科大学院生

** 立正大学地球環境科学部

立正大学大学院地球環境科学研究科オープンリサーチセンター平成14年度業績

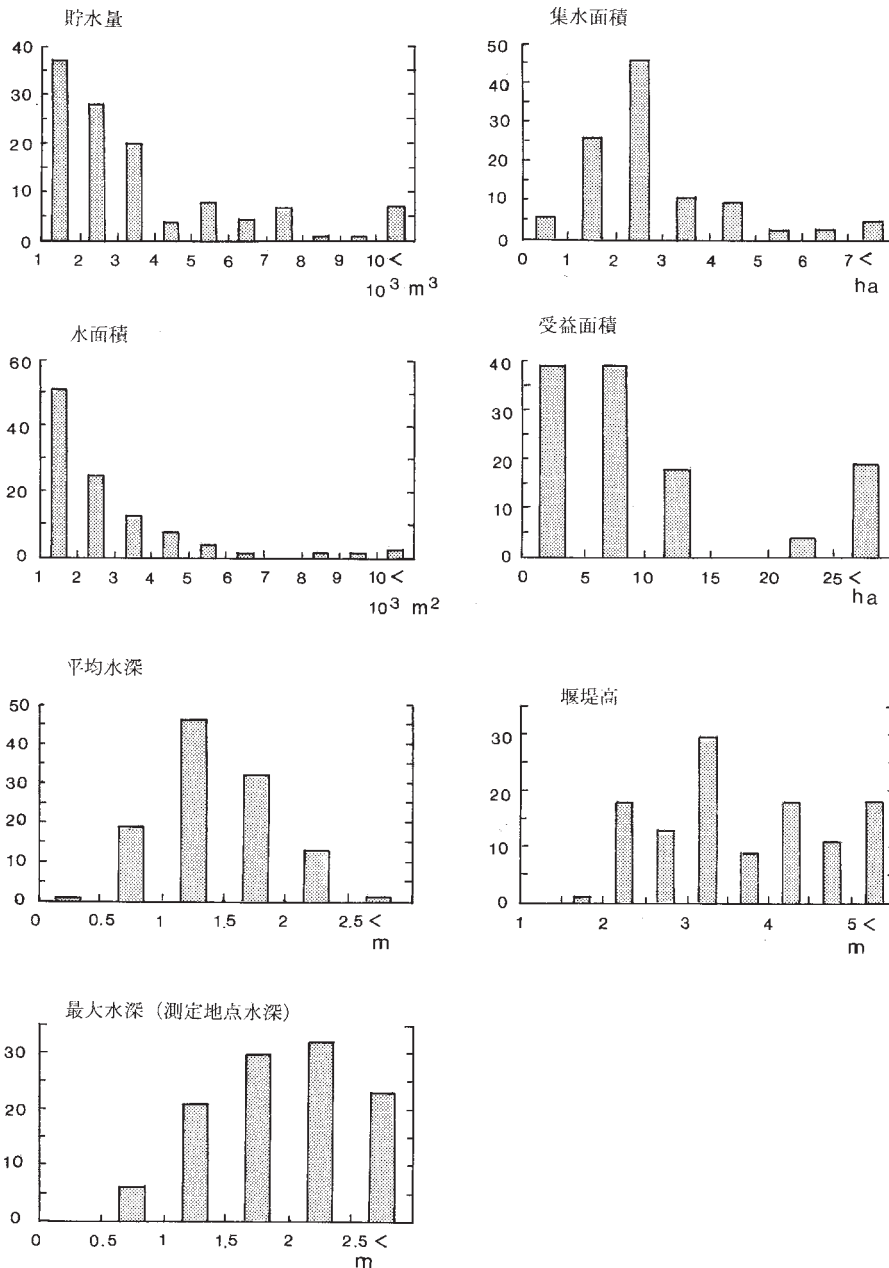


図1 滑川町の農業ため池規模の頻度分布

図から計測したため、平均水深の値にはかなりの誤差が含まれている。集水面積も都市計画図で測定した。その分布範囲は1.1ha から8.3ha の間にあり、平均は3.6haであった。

調査地区のため池の規模は、前記の滑川町のため池の規模の範囲に入り、諸元各項目の頻度分布の傾向も滑川町全体のものとほぼ同様である。

農業ため池では取水のために水位変化が生じる。今回の調査では非灌漑期の5月を水位の基準とした。なお、この地域は冬季に麦を作るため、田植は6月後半ないし7月になる。夏季の水位低下が大きかったのは大沼(福田)の1.2mで、その他のため池では夏に若干の低下を

見るに止まった。また、全てのため池で11月には水位が回復した。調査地区では夏に水を抜き池を干すことは無かった。

なお、現地調査は2002年の夏を中心に行った。

3-2 水温および溶存酸素調査の結果

水温と溶存酸素に関する調査を2002年5月、8月、11月に実施した。各ため池とも深度分布を示す湖盆図が無いので、最大水深の位置を決めるために本多電子製のPS-7F魚群探知機で水深を測定した。水温はセントラル科学製のCT-66水温計、溶存酸素はセントラル科学製のUC-12で測定した。その他、セッキ-円板で透明度を測

表1 調査したため池の諸元 (注) 水深は調査地点の水深で最大水深に近い値

番号	名称	貯水量 (m ³)	水面積 (m ²)	堰堤高 (m)	最大水深 (m)	平均水深 (m)	対岸距離 (m)	受益面積 (ha)	集水面積 (ha)
1	亀ヶ沼	4400	2500	5.0	2.1	1.8	130	6.0	2.5
2	土井城入沼	7600	4300	4.8	2.6	1.8	150	12.0	4.9
3	笠沼	4100	2300	4.8	2.5	1.8	140	5.0	3.3
4	菅場沼		1300		1.5		95		
5	南在家沼	1700	1300	2.4	1.3	1.3	125	2.0	2.9
6	鳥井沼	3300	1900	4.2	2.1	1.7	80	8.0	1.4
7	蓮沼	2500	1700	5.4	2.5	1.5	150	8.0	2.2
8	梅ヶ入沼	2000	1200	3.2	2.1	1.7	60	8.0	2.0
9	大久保沼	3000	2200	2.7	2.0	1.4	80	2.0	4.5
10	池代沼	3000	2000	5.0	2.3	1.5	45	3.0	4.0
11	弁天沼	3700	5300	3.0	1.3	0.7	65	13.0	2.6
12	新沼 (福田)	11200	5300	5.0	2.4	2.1	90	12.0	8.3
13	長沼	7200	4000	4.5	2.8	1.8	160	12.0	2.8
14	西沼	3400	2400	4.9	2.3	1.4	80	12.0	3.9
15	伊古大沼	7000	4400	4.7	2.7	1.6	170	6.0	3.6
16	新沼 (伊古)	14800	8200	4.4	2.5	1.8	140	5.0	6.6
17	金沼	5600	3100	2.3	1.8	1.8	100	7.0	2.8
18	中沼 (羽尾)	6000	3000	3.6	2.7	2.0	120	7.0	5.5
19	甚太沼	5500	3400	3.9	2.4	1.6	100	2.0	2.8
20	下沼 (中尾)	5300	3800	3.2	2.9	1.4	100	5.0	6.7
21	中沼 (中尾)	2900	2900	1.8	2.4	1.0	100	5.0	3.3
22	上沼 (中尾)	1600	1300	2.7	2.3	1.2	60	5.0	1.2
23	新沼 (羽尾)	2200	1800	2.8	3.1	1.2	150	36.0	2.9
24	高屋敷沼		1100		1.9		60		
25	土用在家沼	3000	2300	3.8	2.9	1.3	85	36.0	2.5
26	杉ノ谷沼	2800	1900	2.7	1.6	1.5	110	36.0	1.1
27	大沼 (福田)	19000	9500	5.5	4.7	2.0	220	10.0	7.4
28	入沼 (中尾)	2400	1800	4.3	2.1	1.3	100	5.0	2.5
	平均	5200	3079	3.9	2.4	1.5	109	10.3	3.6

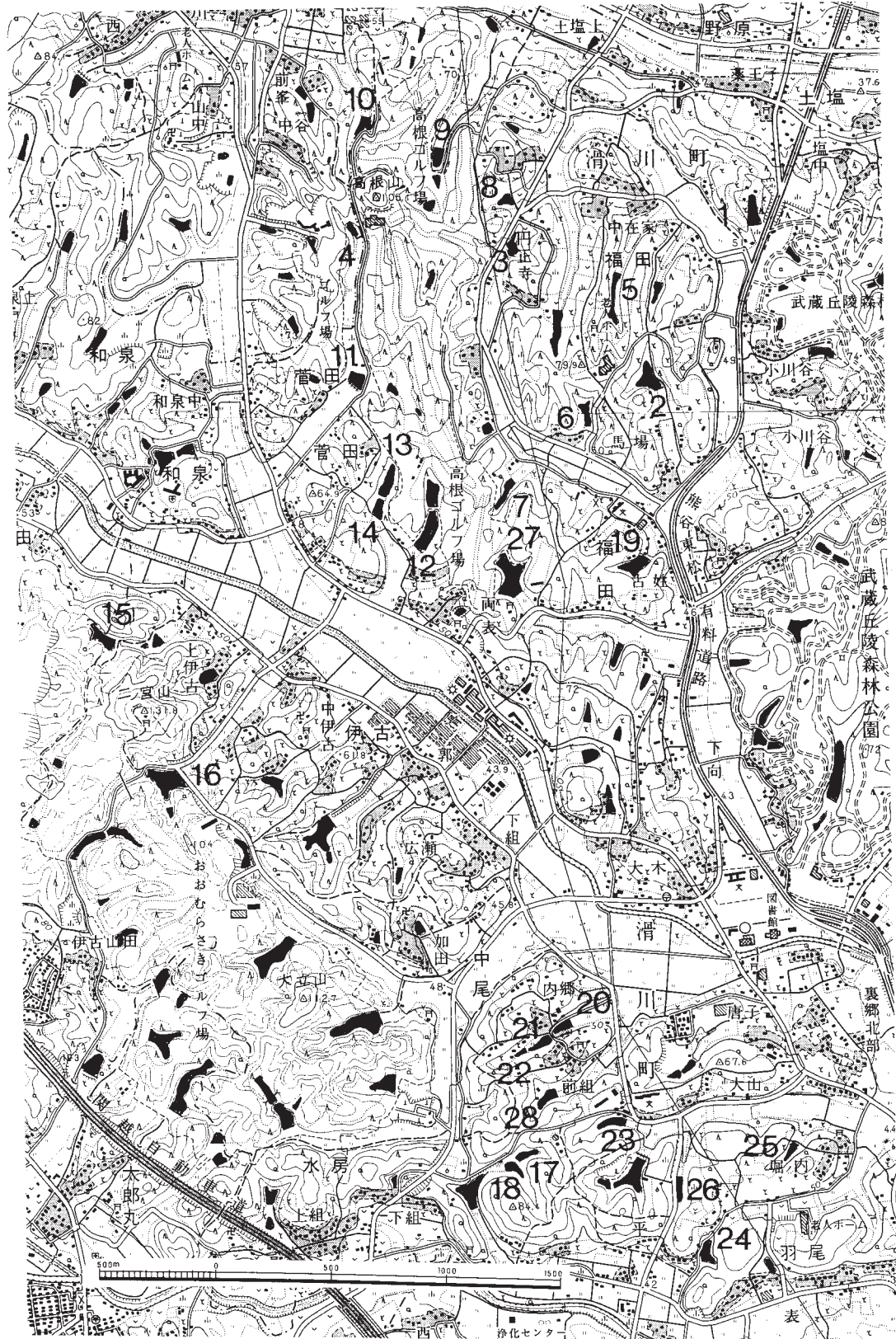


図2 調査したため池の位置 (部分)、番号は表1と同じとする。
(1/25,000地形図「三ヶ尻」「武蔵小川」による)

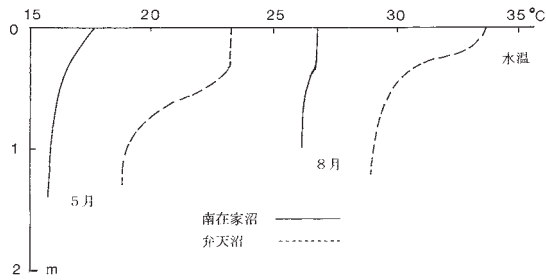


図3 南在家沼と弁天沼の水温

定した。

観測の中から水深が非常に浅い弁天沼と南在家沼の水温、水深が大きい例として大沼（福田）の水温と溶存酸素、平均的なため池の例として中沼（羽尾）、大久保沼、池代沼の水温と溶存酸素の垂直分布を図3～図7に示した。

図3は最大水深が1m強の弁天沼と南在家沼の水温である。水深に関しては同じような条件にあるが、弁天沼では成層が見られ南在家沼では見られない。両者の水

温を比較すると、成層が発達しない南在家沼の表面水温が弁天沼よりもかなり低いことが指摘できる。深層水温に関しても同じことが指摘できる。弁天沼は水面積5,300m²に対して南在家沼はわずか1,300m²で狭い谷間にある。集水面積に関しては両者の間に大きな差はないので、水温の差は恐らく日射量の違いであろうと考えられる。また、南在家沼の水温は他の平均的な水深の池と較べても相当に低いので、源流水温が低いことも考えられる。南在家沼と類似した例はないので、南在家沼は例外と見なさう。一方、水深が1m程でも弁天沼では明瞭な成層が作られている。なお溶存酸素は弁天沼では過飽和、南在家沼では不飽和であった。

平均的な水深のため池、すなわち最大水深が2ないし3mの場合にも、水温成層にかなりの違いがある。多くの場合、ため池や貯水池の特徴である2段以上の成層が認められた。成層が弱い例は中沼（羽尾）で、5月には表面と湖底の水温差は1.0、8月には4.0であった（図4）。これに対して典型的な垂直分布を示したのは大

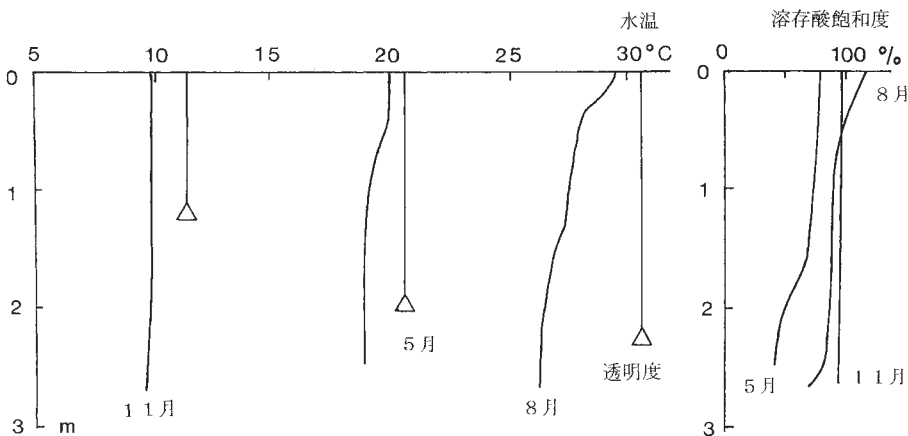


図4 中沼（羽尾）の水温、溶存酸素飽和度、透明度

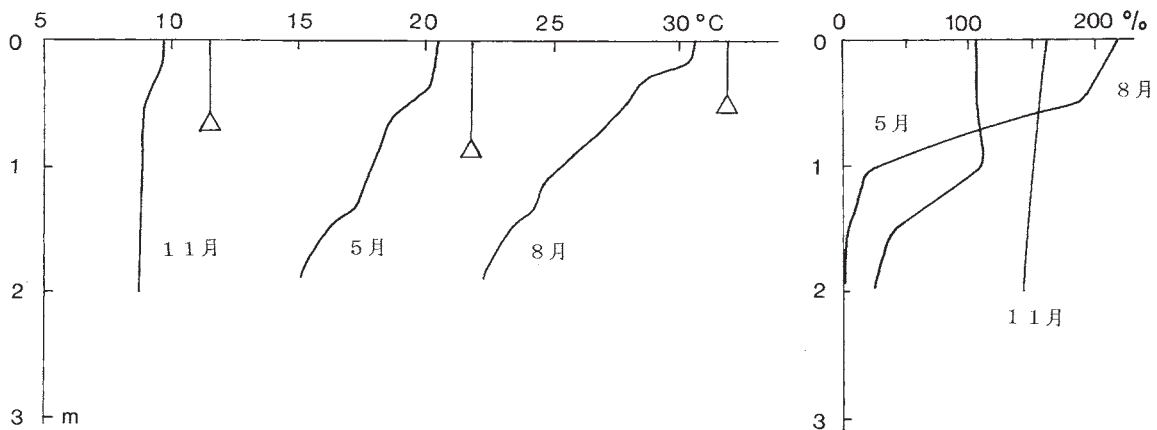


図5 大久保沼の水温、溶存酸素飽和度、透明度

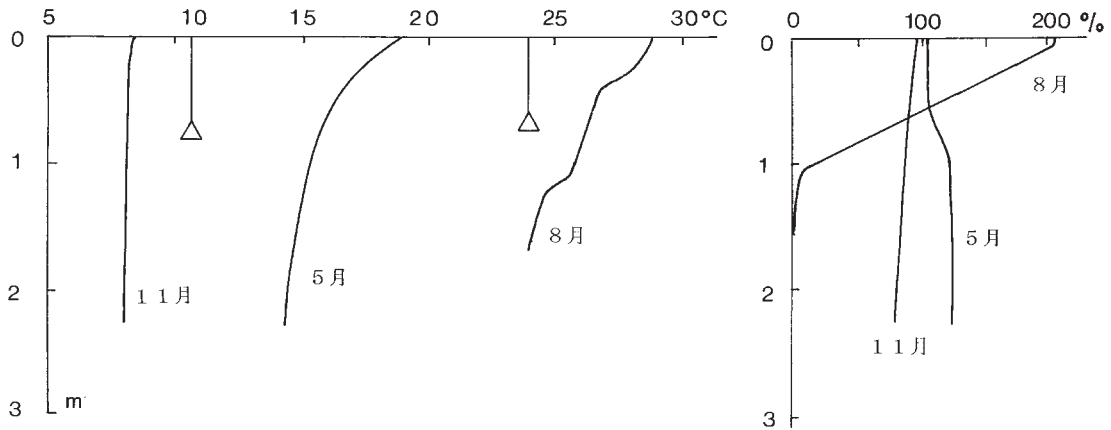


図6 池代沼の水温、溶存酸素飽和度、透明度

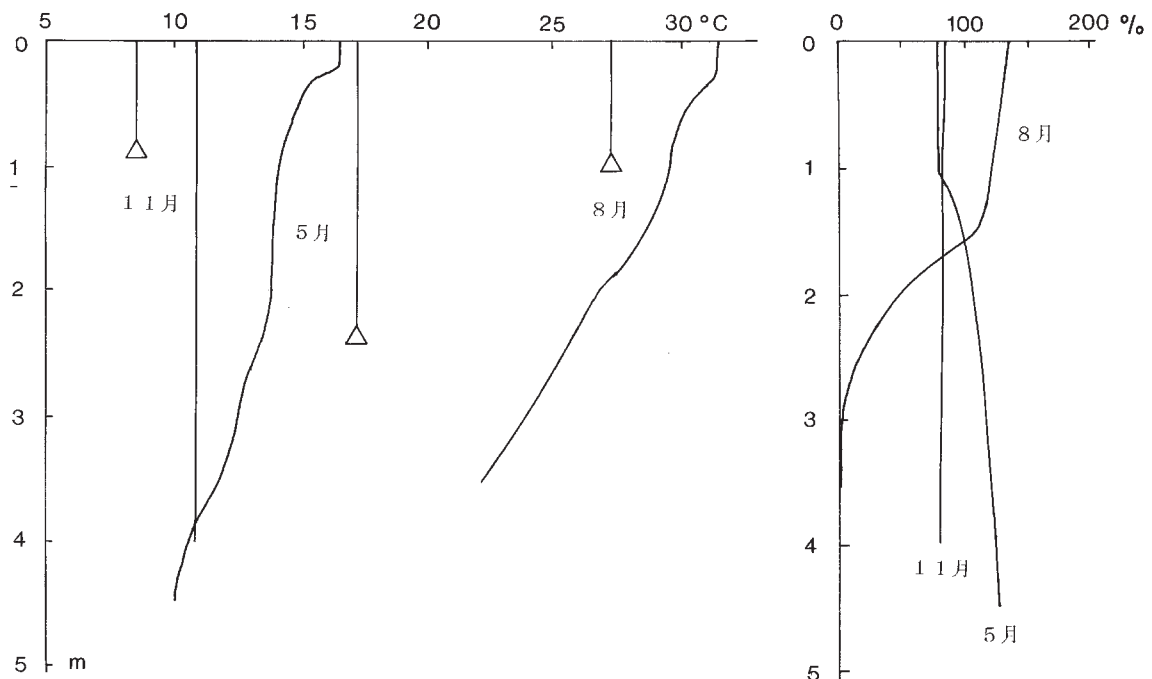


図7 大沼 (福田) の水溫、溶存酸素飽和度、透明度

久保沼で、5月には上下の水溫差が5.4、8月には8.3を示した(図5)。池代沼でも成層が見られるが、大久保沼ほど強くない(図6)。大久保沼、池代沼では表面に近い位置のサーモクラインのほかに、中層以下にもサーモクラインがあり、これより深部が無酸素に近い状態になっている。中沼(羽尾)でも1.3m付近に弱いサーモクラインが見られるが、深部の酸素量に大きな不足は生じていない。中層以下のサーモクラインは、流入・流出による水塊の交換によるものと考えられる(新井・西沢 1974)。調査例の中で、夏季水溫成層が弱いため池では深層水溫が高い傾向があるほか、透明度が大きい傾向も認められる。しかし、透明度が低くても成層が弱い場合があるので、成層が発達しない主な原因は流入水溫

にあると考えられる。特に上流にため池があり、その余水を受ける場合には、流入水溫が高くなり成層は弱い。夏季の透明度は1~2mが多いが、0.5m以下のため池も見られる。

水深が深い大沼(福田)でも中層にサーモクラインがあり、それ以下が夏には酸素欠乏になっている。同じ状態は伊古大沼でも見られる。これらのため池の規模になると、従来ため池水溫の特徴として記述されていた状態に近いものとなる(鳥居 1939ほか)。

夏季の溶存酸素は表層と中層のサーモクライン上部で過飽和で、それ以深で欠乏し、湖底では無酸素に近い状態になるのが一般的傾向である。8月の表層における溶存酸素飽和度としては、下沼(中尾)の316%、大久保

沼219%、新沼(福田)の209%、池代沼の205%、萱場沼の198%などが高い例である。サーモクライン以下では貧酸素になるのが一般的であるが、湖底部の酸素飽和度が高い例としては、弁天沼の214%、中沼(羽尾)の70%、南在家沼の53%、入沼(中尾)の51%、高屋敷沼の43%、亀ヶ沼の19%などがあげられる。これらは成層が弱いため池に共通しており、中沼(羽尾)を除くと浅いため池である。

表水層は一般に浅く0.5m以下が多い。これは水面積が狭いこと、谷間であるために混合に係わる風が弱いこと、取水により表面直下の層が失われることがその理由としてあげられる。底層水温は水源の状態により大きく異なるが、水深が深く貯水量が大きいため池ほど夏季には低くなる。ただし、すでに指摘したように例外もある。

11月には循環期に入るために、全層等温になり溶存酸素飽和度はおよそ100%で一定になる。11月には水深が深いため池で、全層の水温が若干高くなる傾向が認められた。

4. おわりに

農業ため池は日本の水文環境の中で重要な位置を占めている。特に埼玉県比企丘陵地域では小規模なため池が多く、現在でも灌漑用水源として機能している。本報告では比企丘陵内のため池の規模と形態を記載し、水温と溶存酸素の観測記録の要約を記した。多くのため池は小規模な富栄養型湖沼と貯水池型を組み合わせた水温分布を示す。比企地方には多くのため池があり、水文のみならず河川生態系にも影響を与えているので、今後の詳細な調査が必要である。

参考文献

- 新井 正, 西沢利栄 (1974) 『水温論』 共立出版.
 埼玉県農林部耕地計画課 (1980) 『ため池防災対策調査報告書(ため池台帳)』 埼玉県農林部耕地計画課.
 鳥居管生 (1939) 溜池水温調査報告(第2報). 農業土木研究, 11(2), 29-36.
 農林水産省構造改善局地域計画課 (1981) 『長期防災事業量調査 ため池台帳』 農林水産省構造改善局地域計画課.

On the Irrigation Ponds in the Hiki Hills Region, Saitama Prefecture

Kousuke MORITA*, Tadashi ARAI**

* Graduate Student of Geo-environmental Science, Rissho University

** Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

Number of irrigation ponds in Japan is about 214,000, and about 70% of them are densely distributed in the Setouchi District. Irrigation ponds are less in the Kanto District, although 204 ponds exist in Namekawa Town near Kumagaya City of Saitama Prefecture.

Irrigation ponds of the Hiki Hills Region are constructed near the head of small valleys dissecting the Tertiary hills. Size of ponds is small, i.e., less than 4,000m³ in total volume, less than 3,000 m² in surface area and less than 2 meter in mean depth.

Seasonal changes of water temperature, dissolved oxygen were investigated with water level. Temperature stratification in summer is evident, which makes oxygen deficit in the deep layer. Two steps of the stratification are observed in many cases due to the drainage from water intake pipe and cold water inflow from the hill. It may be said that thermal stratification is rather complex in these ponds. Stratification disappears in autumn, when the oxygen reaches to the saturation value in the whole depth.