

II-89

湖沼観測データからみたpH及びORP値の特性

日本大学大学院	学生員	塩月 宏治
日本大学工学部	正 員	長林 久夫
日本大学工学部	正 員	木村喜代治

1. はじめに

閉鎖性水域における夏期のpH（水素イオン濃度）は表層でアルカリ傾向、底層では酸化傾向が強く、またORP（酸化還元電位）は躍層下端より大きく異なることが知られている。本論文は室内実験からpHとORP（酸化還元電位）との基本的な関係を求め、現地観測の結果より、自然界において嫌気状態におけるpH低下について検討したものである。本研究では福島県裏磐梯地区に位置する小野川湖の水理特性及び水質諸量の観測を平成3年8月より行っている。小野川湖は磐梯山の火山活動の泥流により形成されたせき止め湖であり、この湖は貯水池容量に対して流入量が多く、東北特有の二期成層型の湖沼である。7月初旬から躍層を形成し始め9月上旬から表層の循環が始まり、9月下旬からは躍層内で循環し始め、10月中旬には完全に躍層が消滅する。平成5年は記録的な冷夏にも係わらず若干水温が低いもののほぼ例年と同時期の躍層の形成、崩壊過程が見られた。湖の北東部にある、最深部におけるpH、ORP（mV）の経旬変化を図-1、2に示す。

pHは夏期において水表面で弱アルカリ性になる。これは植物プランクトンによる光合成により水中の二酸化炭素が消費され、それを補うために炭酸水素イオンと二酸化炭素の可逆反応が生じ、水面付近でアルカリ傾向となるからである。9月上旬には表層の循環によりpHの低下がみられ、9月下旬には中層まで変化がみられる。測定期間は湖底ではほぼ弱酸性であり藻類の呼吸や細菌類の影響と推察される。表面水におけるORP値は一年を通じて200mV以上の酸化傾向を示し、湖底は躍層形成時からORP値が低下し始め8月上旬には負値を取り始める。躍層崩壊から二週間後に最小値となりその後下層の循環により嫌気的な状態は解消する。平成4年7月、平成5年6月の湖底では他の領域よりも高い400mV程度のORP値が出現し、pHも6程度の低い領域が現れる。このことよりORP値とpHの相関関係が示唆される。

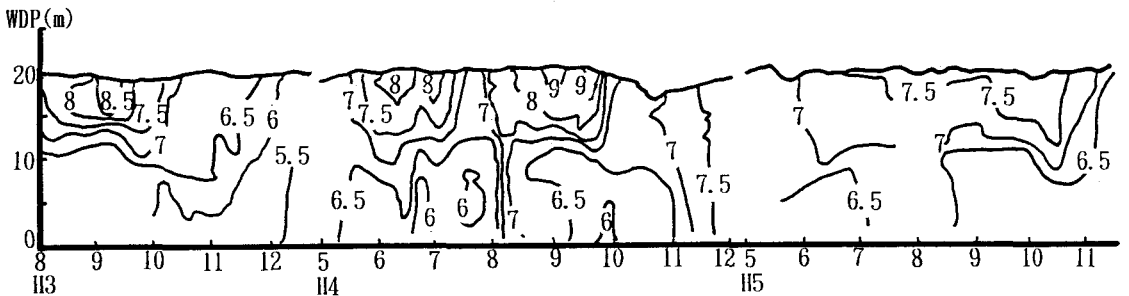


図-1 小野川湖におけるpHの経旬変化図

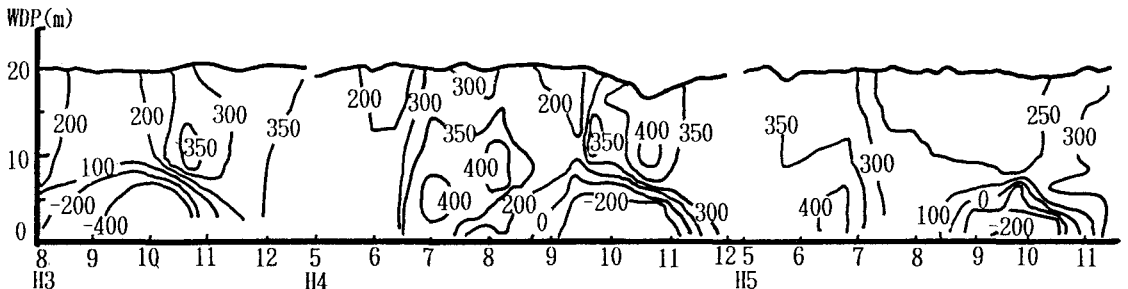


図-2 小野川湖におけるORP値の経旬変化図（mV）

2. pH及びORP の相関特性

ここでは室内実験によりpHと ORPの関係を検討する。

実験及び現地計測ともにpHはガラス電極方式、ORPは白金電極方式により測定した。実験方法はpH標準緩衝液を使いpH4.01の試液にpH6.86の試液を徐々に添加していき、pH6.86に近づいたらpH9.18の試液を加えるという実験を行った。その実験の結果を図-3に示す。この結果より式(1)の関係式が得られる。但しこの式の適用範囲はpH4.01～9.18である。

$$\text{ORP} = -14.72(\text{pH} - 6.5)^3 + 390 \quad (1)$$

(1) 式よりpH 6で ORP値400mV 程度が示され平成 4年 7月と平成 5年 6月で ORPが他の領域より高い400mV が出現したのはpHの低下による影響と推測される。

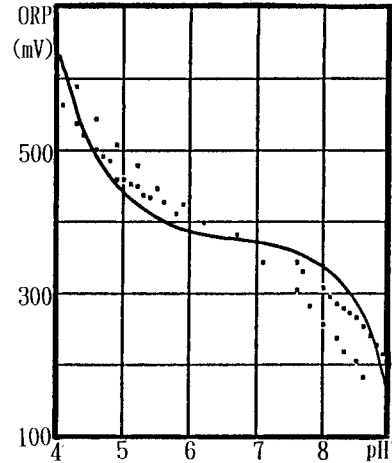


図-3 ORP及びpHの実験結果

3. pH及び ORPの観測結果の検討

平成 3, 4年に行った小野川湖の全データと (1)式の曲線を図-4に示す。この図より小野川湖においてはpHの範囲は 5～ 9.5の間で推移し ORP値が 200mV以上の好気状態の点が非常に多くpH 5.5～ 6.5の弱酸性において嫌気状態となる。ここで平成 4年 9月18日のpHの実測値及び ORP値の実測値と実験値の関係を図-5に示す。水面付近ではpH 9.2であり植物プランクトンの存在が確認される。この時 ORP値は実測値が実験値を上回っており、平均 3m 程度の透明度から推測すると15m 層まで好気性プランクトンの光合成により酸化傾向になっている。15m ～9mまでの層は実験で求めたpHとORPの基本的な関係とほぼ同値であり、この区間のpHも一定値をとることよりプランクトン藻類による影響は少ない。8m～6mまでの層は ORPが 0～ 200mVの間であり弱酸性を示している。これは硝酸還元細菌によるものと考えられる。6mからは急激に ORP値が低下し硫酸還元細菌群が活発となり有機物分解が進み硫化水素と二酸化炭素を生成し4m以下ではメタン発酵細菌群によりメタン発酵が起こり、メタンと二酸化炭素を生成する過程が推測される。

これらのことより嫌氣的に有機物が分解されると発酵により有機酸が生成され、そのためpHが弱酸性になると考えられる。

4. おわりに

実験よりpHと ORPの関係を求め、測定値におけるpH低下のメカニズムを検討した。今後は底泥の採取、培養により嫌気化の過程におけるメタン、硫化水素、細菌の推移の検討を行う予定である。

本研究は平成 4年、5年日本大学研究助成金総合研究(D92-008, DA93-009 :研究代表者, 工学部, 木村喜代治)の援助によるものである。記して謝意を表する。

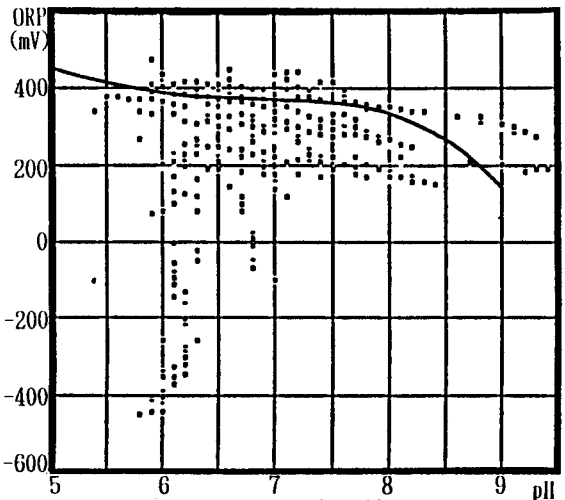


図-4 ORP及びpHの観測結果

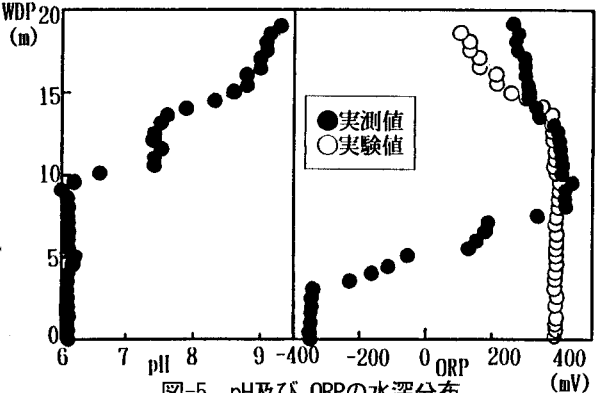


図-5 pH及び ORPの水深分布