

# 夏季の山中湖湖底直上水の水質

Water Quality of Bottom Layer Water in Lake Yamanaka during the Summer Time

吉澤一家 望月映希\*

Kazuya YOSHIKAWA and Eiki MOCHIZUKI

キーワード：夏季成層，底層水，水質分布，山中湖

夏季の湖底直上水の水質は，生物を含めたその後の湖水水質に影響を与える一因であり，これを明らかにすることは湖の富栄養化の状態を知る手がかりとなる。

そこで，前報<sup>1)</sup>に引き続き山中湖において夏季の湖底直上水の水平分布調査を行ったので報告する。

また本湖の集水域である山中湖村では，公共下水道の整備が進められ，平成 18 年度末で普及率が 69.8%となっており，処理区域内の水洗化率は 80%と，生活雑排水の流入負荷の削減が進んでいる。

## 調査の方法

### 1. 調査年月日及び調査地点

調査は 2005 年 8 月 8 日から 8 月 30 日にかけて，水平 117 地点について行った (Fig.1)。各調査日と調査地点は次のとおりであった。

- 第 1 回 8 月 8 日：St.1～St.25
- 第 2 回 8 月 9 日：St.26～St.43
- 第 3 回 8 月 10 日：St.44～St.66
- 第 4 回 8 月 17 日：St.67～St.87
- 第 5 回 8 月 19 日：St.88～St.99
- 第 6 回 8 月 30 日：St.100～St.117

### 山中湖の概要

山中湖は富士山北麓に位置する富士五湖を構成する湖沼のひとつで，北緯 35° 25'，東経 138° 52' に位置し，湖水面積 6.5km<sup>2</sup>，平均水深 9.4m，標高 982m の高山湖沼である。流入河川は数本あるが，常時流入する河川は湖東部に 2 河川あるのみで，他は降水時のみに流入する。また富士山北麓などからの湧水の存在も知られているが，その詳細は明らかにされていない。一方流出する河川は湖西部の桂川のみである。

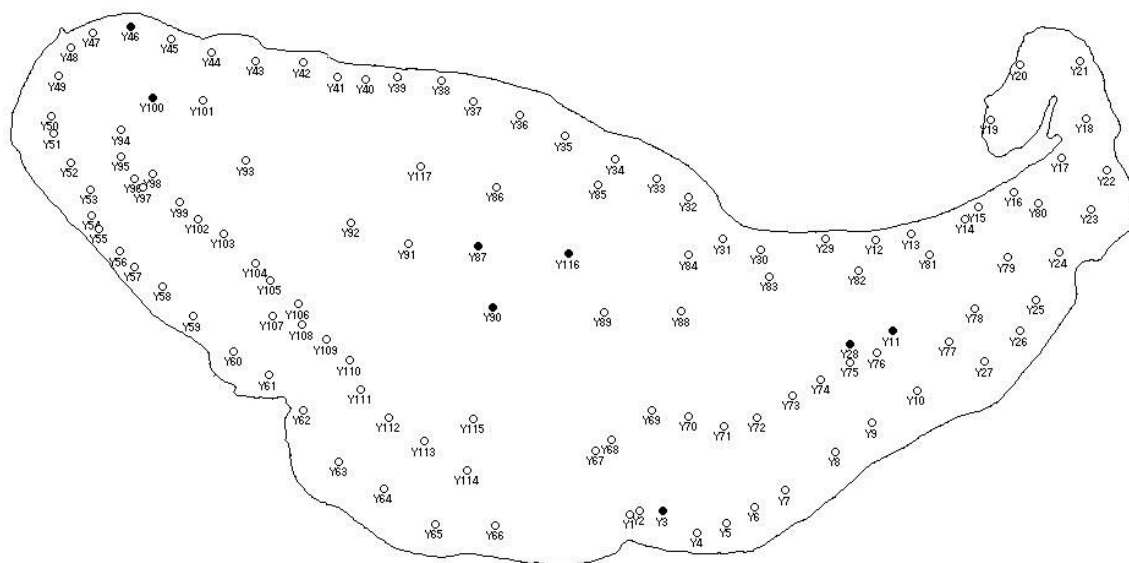


Fig.1 Map of the sampling sites in Lake Yamanaka.

Solid circle : Sampling sites where the water quality was observed vertically.

\* : 現 峡東保健福祉事務所

## 2. 採水及び測定方法

各地点で表層及び湖底直上の、水温 (WT)、溶存酸素濃度 (DO)、導電率 (EC)、pH を水質測定器 (YSI-6820) を用いて測定した。また St.3, 11, 28, 46, 87, 90, 100, 116 の 8 地点では、表層から湖底直上まで 1m ごとに同項目を測定した。

採水は全地点で、地下水採水器 (宮本理研アクリル製 400 型) を用いて湖底直上の水を採水し、保冷して搬入した。各試料を孔径  $0.45\ \mu\text{m}$  のメンブランフィルター (ミリポア HAWP0045) でろ過した後分析用試料とした。測定は陽イオン ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) と陰イオン ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_3^{3-}$ ) の各項目について、イオン交換クロマトグラフ (ダイオネクス DX-320) を用いて行った。

## 結果と考察

### 1. 水質の垂直分布

垂直方向に水温などを測定した 8 地点の測定結果を Fig. 2 に示した。

8 月 8 日に測定した地点 Y11 では、水深 7~9m に水温躍層が観察され、表層と湖底直上の水温差は 8~9°C 程になり、湖底直上の溶存酸素もほぼ 0 mg/L で、層厚 2~3m 程の貧酸素層が形成された成層状態であった。この傾向は 8 月 17 日の測定時までには継続していたが、19 日から水温差が減少しはじめ、30 日には表層水温が観測当初に比べて 3°C 下がり、成層状態が弱まっていた。この一因として、8 月 25 日には日降水量 234mm の大雨が降っており、集水域から大量の流入があったことが考えられた。

### 2. 湖底直上の水質分布

Fig. 3-1, 3-2 に測定地点の水深及び水温等の水質の水平分布を示した。湖岸近くでは水深は 5m より浅い地点が多い一方で、湖岸から離れた地点では 10m 前後の水深であった。なお  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_3^{3-}$  は全地点で定量下限値 (0.01mg/L) 未満であった。

#### 1) 水温 (WT)

湖岸に近い地点では、水温が 20°C を超えた地点が多かった。その一方で、水深が 10m を超える地点では水温が 20°C 以下となり、表層との水温差が 9°C 近くになった地点も見られた。ただし第 6 回 (8 月 30 日) に調査を行った、Y100~Y117 にかけては水深が 10m を越える地点が多かったが、直上水温は 20°C を超えており、成層状態が弱まった影響を受けたものと考えられた。

#### 2) 溶存酸素濃度 (DO)

水温の分布とは逆の分布を示し、湖岸部では DO が 5mg/L 以上であり、10m より深い地点では貧酸素状態であった。しかし北東側の Y79, Y80 では水深が 8m 前後であったが、DO が 0.5mg/L 未満と、他地点とは異なる傾向の地点も見られ、詳細な検討を行う予定である。

水深に対する、水温と溶存酸素濃度の関係を Fig. 4 に示したが、それぞれの間には負の相関が見られた。

#### 3) 導電率 (EC)

EC は基本的に水深と正の相関を示したが、DO 分布と逆の傾向で、貧酸素状態が強い地点で数値が高かった。しかし散布図では深い地点でのバラつきが大きくなっており、8 月 30 日には成層状態が弱まっていたことや、降水の流入が影響していたと考えられた。

#### 4) $\text{Na}^+$ ・ $\text{K}^+$

$\text{Na}^+$  は湖東部の池畑地区 (通称平野ワンド) 付近と、湖西側の湖岸部で濃度が高く、西高東低の傾向を示した。一方で  $\text{K}^+$  は船水平分布に際立った地特徴は見られず、湖心に近い地点での濃度が高い傾向が認められた。

#### 5) $\text{Ca}^{2+}$ ・ $\text{Mg}^{2+}$

$\text{Ca}^{2+}$  は湖岸部で濃度が高い傾向が見られたが、 $\text{Mg}^{2+}$  は分布に特徴は認められなかった。両成分とも 8 月 30 日の調査地点で低い値を示し、湖水水質が先行調査期間から変化した可能性が認められた。

#### 6) $\text{NH}_4^+$

$\text{NH}_4^+$  は貧酸素状態では還元的環境になり、濃度が上昇することが知られている。したがって水深が深い地点では濃度が高いことが予想されたが、湖の東部の沿岸地点で濃度が高く観察され、特徴的な水平分布を示した。

#### 7) $\text{Cl}^-$

$\text{Cl}^-$  も  $\text{NH}_4^+$  と同様に湖の東部の沿岸地点で濃度が高く観察され、特徴的な水平分布を示した。ただし北東側の通称ママの森付近の Y12~Y18 では周囲の地点に比べて低い値を示した。

#### 8) $\text{NO}_3^-$

$\text{NO}_3^-$  は  $\text{NH}_4^+$  と逆の西高東低の分布を示した。湖の西側では  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  が  $\text{NH}_4^+$  の酸化で高濃度になっていたが、東側ではこの反応が十分に進行していなかったと考えられた。

#### 9) $\text{SO}_4^{2-}$

この成分も  $\text{Cl}^-$  と同様に、湖の東部の沿岸地点で濃度が高く観察されたが、濃度差は  $\text{Cl}^-$  ほど大きくはなかった。

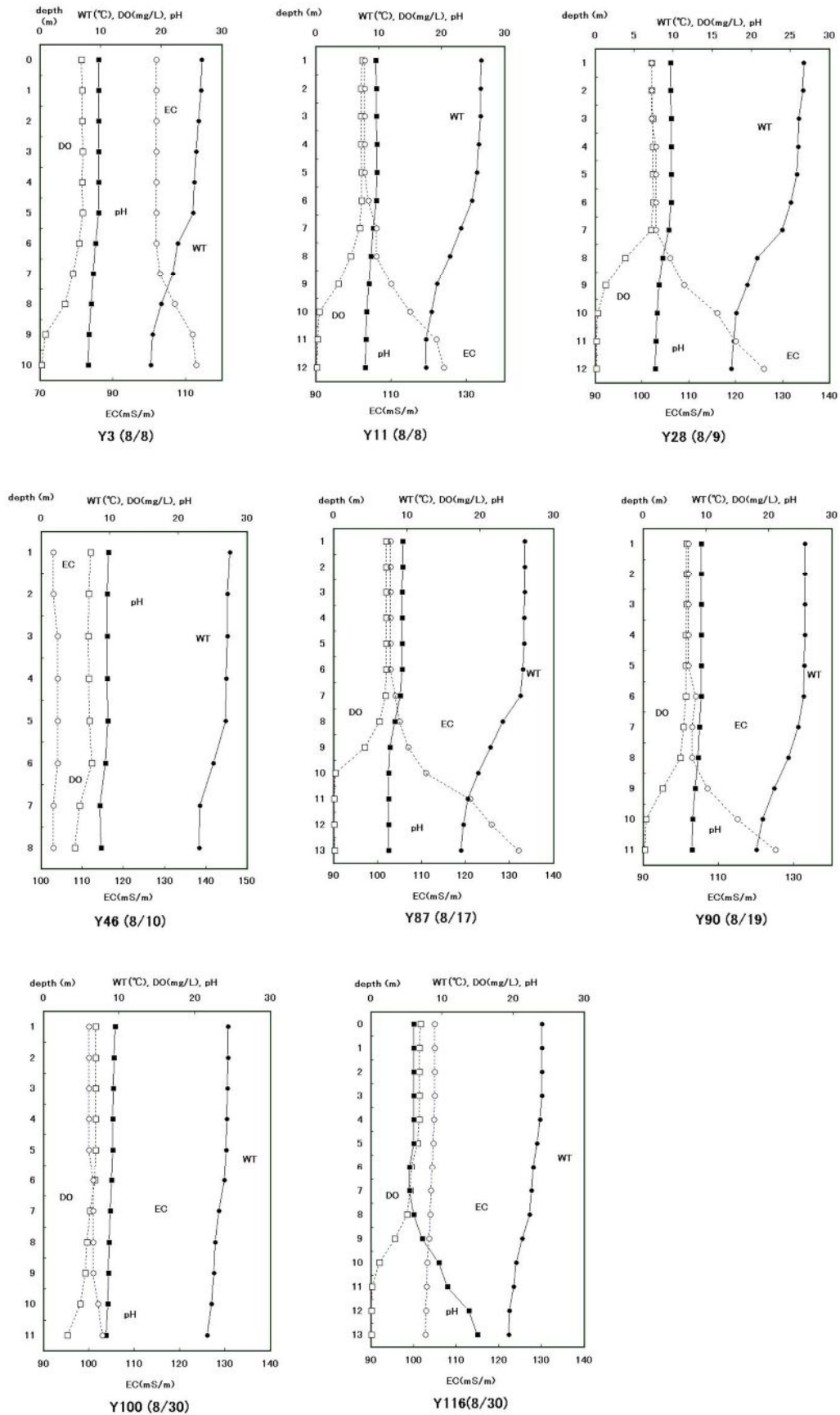


Fig.2 Vertical distribution of water temperature (WT : solid circle), electrical conductivity (EC : blank circle), pH (pH : solid square) and dissolved oxygen (DO : blank square) in the each sites

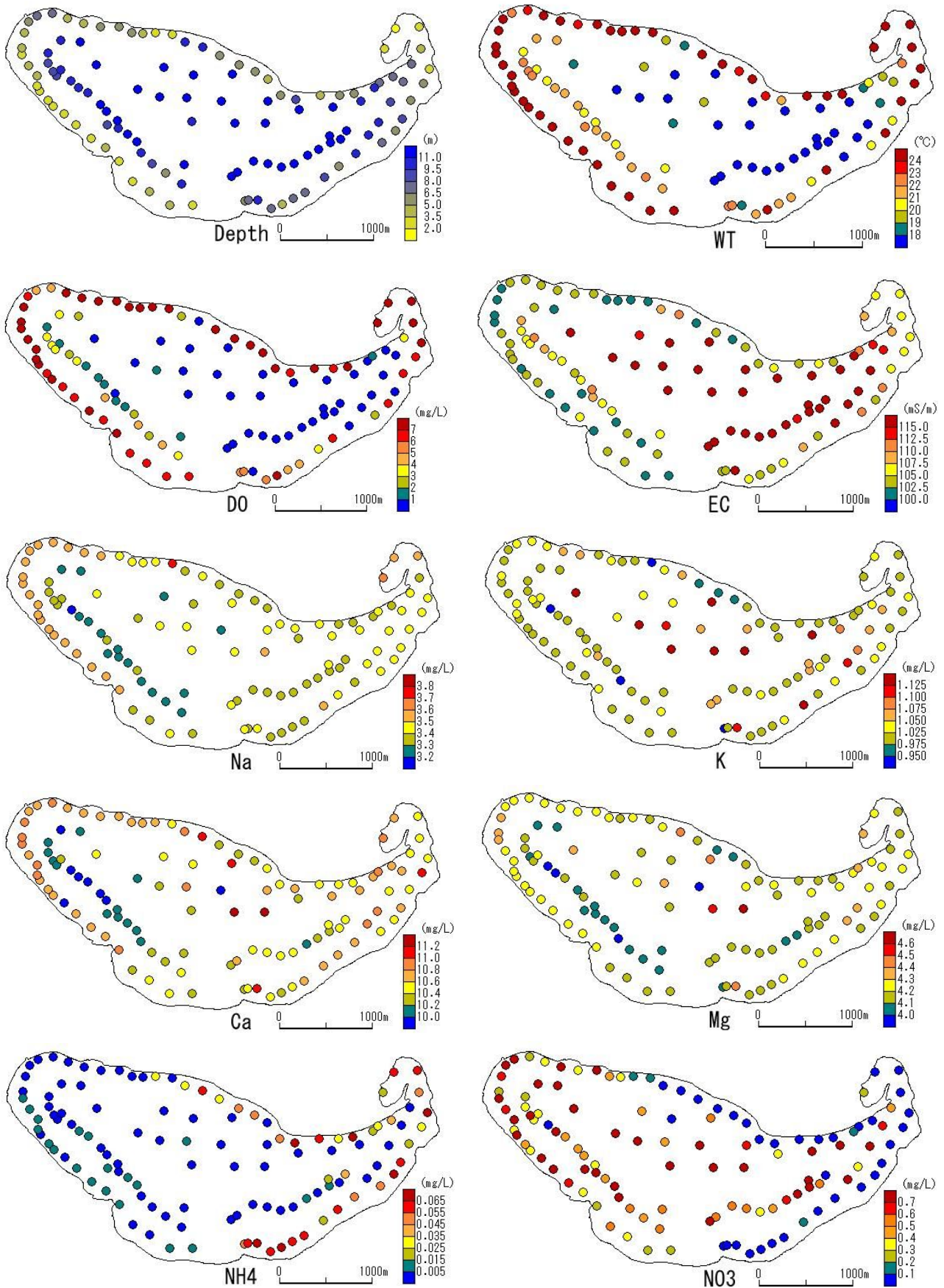


Fig.3-1 Horizontal distribution of the water quality in the bottom layer of Lake Yamanaka during the summer time in 2005

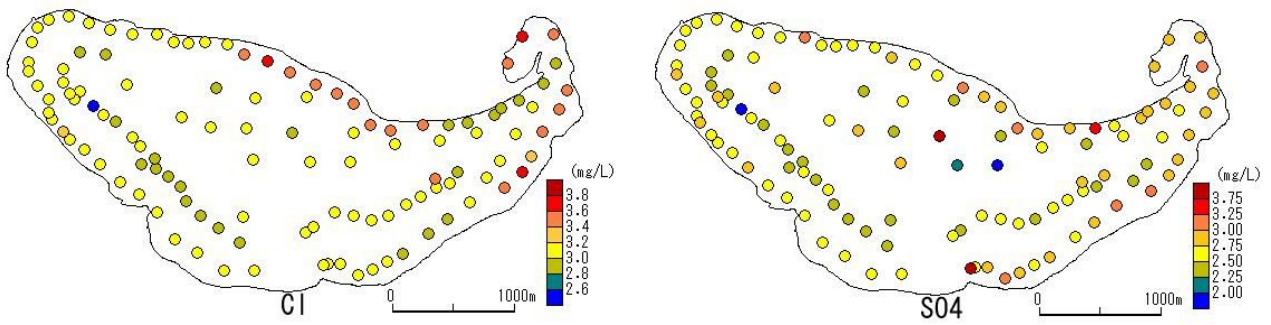


Fig.3-2 Horizontal distribution of the water quality in the bottom layer of Lake Yamanaka during the summer time in 2005

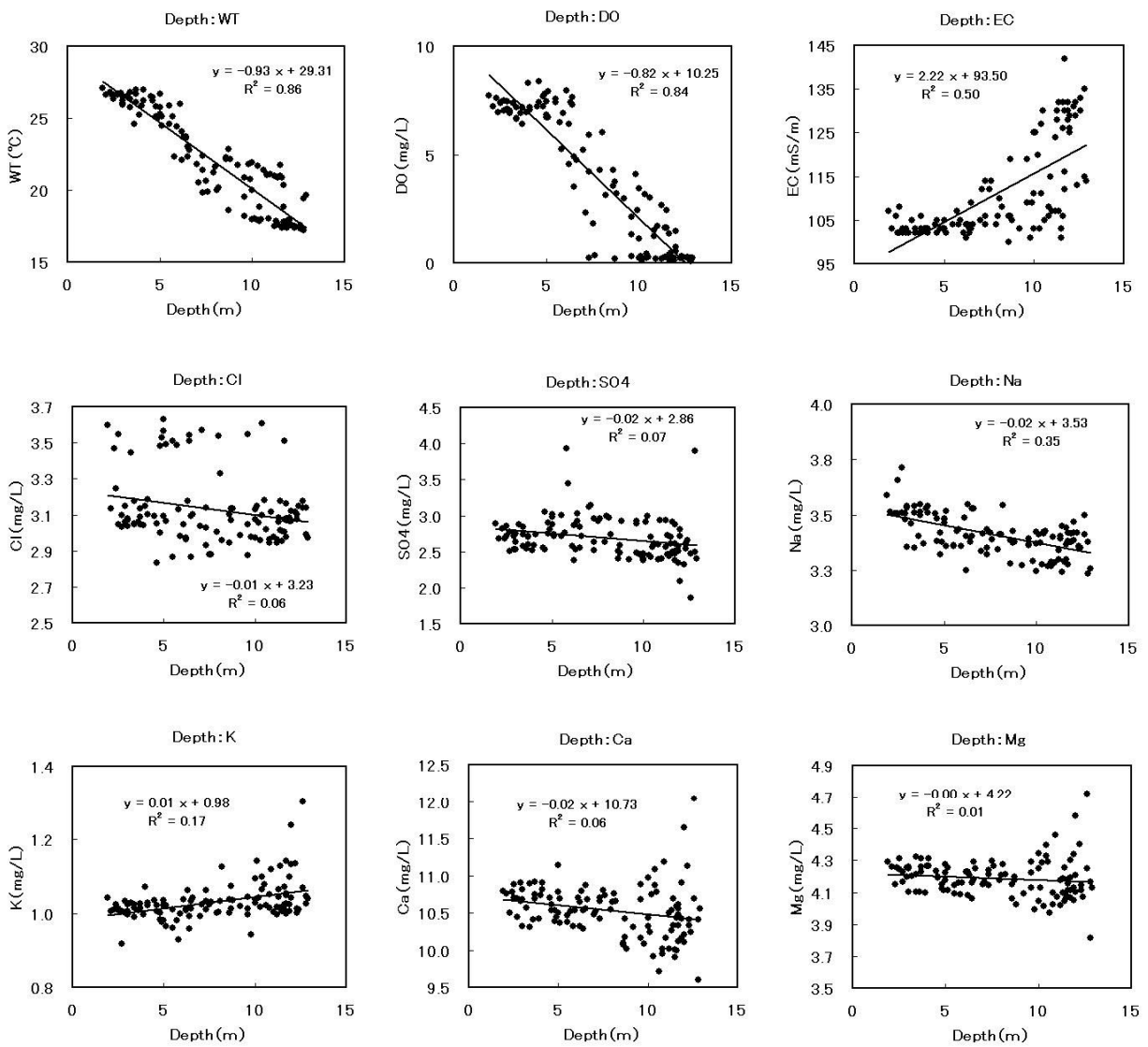


Fig. 4 Scatter diagrams between depth and each data

### 3. 水質の水平分布の特徴

今回の調査でも観察日時に時間差があり、特に 8 月 30 日には水温が低下する傾向が認められ、全く同一条件下での水平分布を表すものではない。また湖には垂直、水平の湖内流が存在し、湖底直上水も少なからず影響を受けるため<sup>2)</sup>、単純に今回の測定値を比較することはできないが、低水層の水質に水域によるおおまかな分布差が認められた。

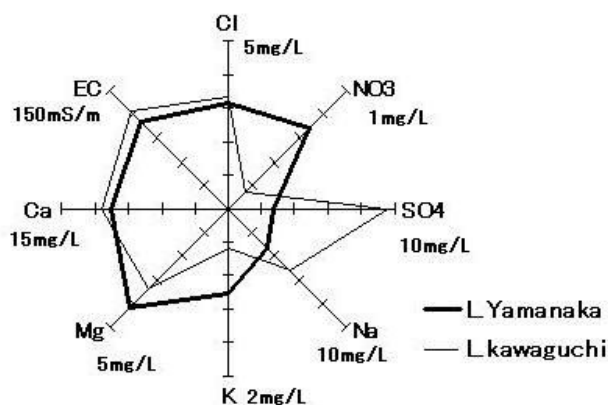


Fig. 5 Comparison of the each measurement between L.Yamanaka and L.kawaguchi

最も顕著な分布傾向は、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>が西高東低で NH<sub>4</sub><sup>+</sup>はその逆の分布を示した点であった。窒素の存在形態の差は、水環境の酸化還元状態の差によると考えられるため、直上の溶存酸素濃度の差を表しているとも考えられるが、水深が浅く、貧酸素層が形成されていなかった沿岸の地点でこの傾向が見られたことは、湖周辺からの窒素流入負荷が湖東では多いことによる可能性も考えられた。同様に湖の東部沿岸では Cl<sup>-</sup>及び SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>も濃度が高い傾向があり、窒素の溶存形態の差とともに、山中湖の流入水の水質に地域差があることが考えられた。

同じく 2005 年 7 月に行なった、河口湖での調査結果と比較した図が Fig. 5 である。図にはそれぞれの湖について、全地点の算術平均値のグラフを表したが、Cl<sup>-</sup>と Ca<sup>2+</sup>は濃度差が少ない一方で、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は大きく異なり、山中湖では NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Mg<sup>2+</sup>が高く、河口湖では SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Na<sup>+</sup>が高い傾向を示した。このことは、各湖の集水域の地質の差が、地下水など流入水の水質に影響を与えていることによるものと考えられた。

## ま と め

2005 年 8 月に、山中湖の 117 地点で湖底直上水の水質分布調査を行ったところ、次の諸点が明らかとなった。

- 1) 溶存する窒素の形態で、山中湖が東西に区分された。すなわち山中湖西側の水域では、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の濃度が高く、東側の水域では NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の濃度が高い傾向が認められた。
- 2) 同様に湖の東側沿岸では Cl<sup>-</sup>及び SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>も濃度が高い傾向が認められた。
- 3) 同時期に行なわれた河口湖の直上水水質調査の結果と比較すると、山中湖では NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、K<sup>+</sup>の濃度が高く、河口湖では SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Na<sup>+</sup>の濃度が高かった。

## 引用文献

- 1) 吉澤一家, 望月映希: 夏季の河口湖固定直上水の水質, 山梨衛公研年報, 49, 54~59 (2005)
- 2) 吉澤一家, 小田切幸次: 山中湖における漂流ブイによる湖流観測, 第 42 回日本水環境学会年会講演集, 533, (2002)

## Summary

We surveyed the water quality of the bottom layer water in Lake Yamanaka during the summer time in 2005. Based on the difference of the chemical form of nitrogen dissolved in water, L. Yamanaka was divided into western area and eastern area as follows.

Western area: NH<sub>4</sub><sup>+</sup> > NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Eastern area: NO<sub>3</sub><sup>-</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

The concentrations of Cl<sup>-</sup>, and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> were also higher in eastern area.

Comparing the concentrations of several ions in L. Yamanaka with those in L. Kawaguchi, concentrations of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and K<sup>+</sup> were higher in L. Yamanaka, concentrations of SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> and Na<sup>+</sup> were higher in L. Kawaguchi.