

# 蛍光スペクトルライダーによる湖沼・河川の水質評価

## Assessment of Lake / River Water Quality using Laser-induced Fluorescence Spectrum (LIFS) Lidar

横山瑞保<sup>1</sup>, 角田圭<sup>2</sup>, 小林史利<sup>2</sup>, 大谷武志<sup>2</sup>, 小林一樹<sup>1</sup>, 齊藤保典<sup>2</sup>, 朴虎東<sup>3</sup>

Mizuho Yokoyama<sup>1</sup>, Kei Kakuta<sup>2</sup>, Fumitoshi Kobayashi<sup>2</sup>, Takeshi Otani<sup>2</sup>

Kazuki Kobayashi<sup>1</sup>, Yasunori Saito<sup>2</sup>, Park Ho-dong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>信州大学大学院工学系研究科, <sup>2</sup>信州大学工学部, <sup>3</sup>信州大学理学部

<sup>1</sup>Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

<sup>2</sup>Faculty of Engineering, <sup>3</sup>Faculty of Science, Shinshu University

Abstract: We have been performing lidar fluorescence spectrum monitoring of blue-green algae in the lake Suwa. Introduction of our original spectral separation software into the observed fluorescence spectrum made possible to detect four components contained in the lake water. They were DOM, Phycocyanin, and Chlorophyll. Monthly variation of separated value of each component showed a good agreement with that of respective components measured by chemical method. It was confirmed that water quality assessment in the lake by a laser-induced fluorescence spectrum (LIFS) lidar.

### 1. はじめに

諏訪湖では、周辺河川流域からの窒素、リン等の流入により湖水の富栄養化が進み、アオコが大量発生し湖水生態系に大きな影響を及ぼしている。アオコの主成分である藍藻は、波長 650nm に特徴的な蛍光ピークをもつ光合成色素フィコシアニンを含む<sup>1)</sup>ことから、蛍光スペクトルライダー(Laser Induced Fluorescence Spectrum Lidar : LIFS Lidar)を用いたアオコの定期観測を行っている<sup>2)</sup>。

本稿では、LIFS ライダー計測スペクトルの分離解析によって可能となった水中の各成分の定量分析、及びこれを利用した湖沼・河川の水質評価手法について検討する。

### 2. スペクトル分離解析法の適用

Fig. 1 に 2009 年 9 月 18 日の LIFS ライダー観測で得られた湖水の蛍光スペクトルを、Fig. 2 にそのスペクトルに対して前回の報告で示したスペクトル分離解析法<sup>2)</sup>を適用した結果を示す。この分離解析により、ピーク波長 407nm 付近の水のラマン散乱と、440nm に水溶性有機物、650nm にフィコシアニン、685nm 及び 740nm にクロロフィルの合計 4 つの蛍光成分を得た。

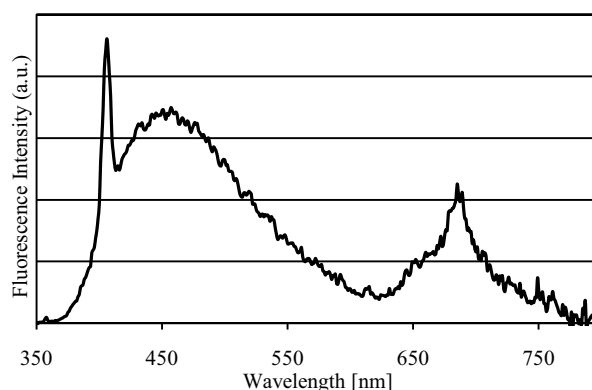


Fig. 1 Laser-induced fluorescence spectrum of water of Lake Suwa on September 18, 2009.

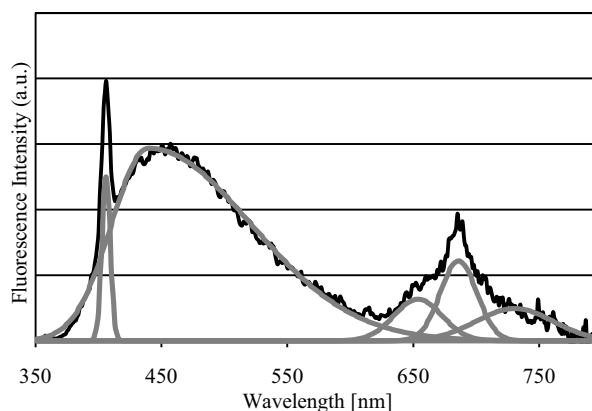


Fig. 2 Separation of fluorescence spectrum of water of Lake Suwa on September 18, 2009.

### 3. 実験結果

2009年7月から2010年6月にかけて行った諏訪湖での蛍光ライダー観測実験データに対してスペクトル分離解析法を適用した。得られたフィコシアニンの成分スペクトルの積分値と化学分析によるフィコシアニン濃度の年間変化の比較を行った結果を Fig. 3 に、同様にクロロフィルでの結果を Fig. 4 に示す。アオコが  $100\mu\text{g}/\text{l}$  以上発生した2009年9月及び10月は蛍光スペクトルの分離解析手法でもフィコシアニンの数値が高く、またそれ以外の低濃度時においても比較的良く一致しており、本手法の有用性が示された。

スペクトル分離解析により得られたフィコシアニン、クロロフィル、及び水溶性有機物 (DOM : Dissolved Organic Matter) の年間変化について Fig. 5 に示す。アオコの発生していない冬期に DOM の増加がみられる。また、冬期はクロロフィルも減少しており、湖水中の植物性プランクトンが繁殖していないことが確認できた。このことから、諏訪湖の物質循環モデル<sup>3)</sup>と蛍光ライダーの観測結果を照らし合わせることで、諏訪湖水及び下流域の実時間での水質評価を行うことができる可能性が示された。

### 4. まとめ

諏訪湖にて LIFS ライダーを用いて観測した蛍光スペクトルを分離解析することにより、各成分を独立して検出することが可能となった。化学分析による濃度と比較した結果、本研究の観測システム及び解析手法の有用性が示された。また、スペクトルから得られたフィコシアニン、クロロフィル及び DOM の独立した成分の年間変化から湖水の実時間での水質評価を行うことができた。

### 参考文献

- 1) K. Takano et al., Blue-Green Algae Monitoring by a Fluorescence Lidar-Observation at Lake Suwa-, 8P-4, 23<sup>rd</sup> ILRC (24-28, July, 2006, Nara, Japan).
- 2) 横山他, アオコ濃度計測用蛍光スペクトルライダー ~スペクトル分離計測法の開発~, F-1, 第27回レーザーセンシングシンポジウム (2009).
- 3) 片上他, 移流拡散モデルを用いた天竜川の藍藻 *Microcystis* の動態解析, 64: 121-131, 陸水学雑誌 (2003).

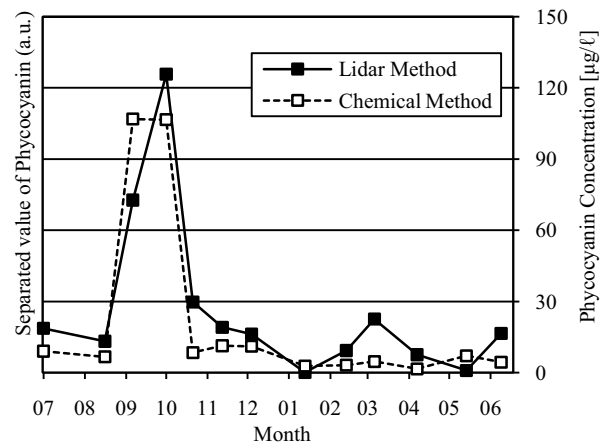


Fig. 3 Monthly variations of Phycocyanin concentration measured by chemical method and separated value from fluorescence spectrum obtained by LIFS Lidar method.

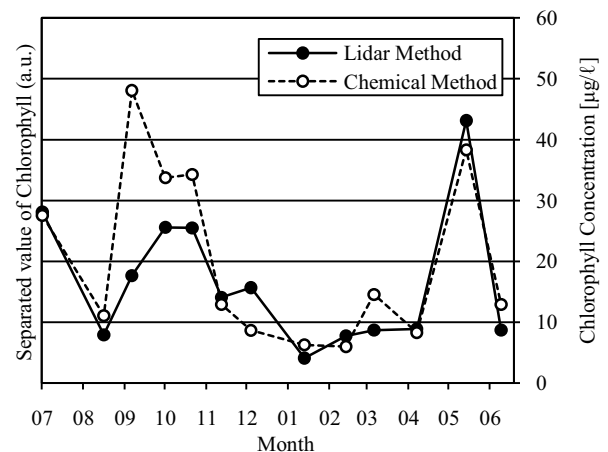


Fig. 4 Monthly variations of Chlorophyll concentration measured by chemical method and separated value from fluorescence spectrum obtained by LIFS Lidar method.

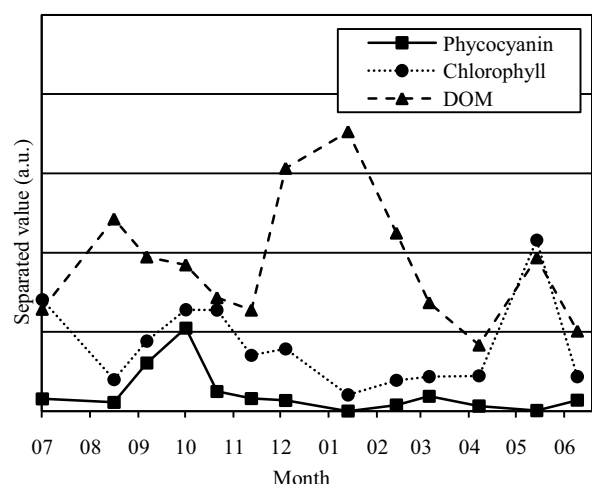


Fig. 5 Monthly variations of separated values of Phycocyanin, Chlorophyll, and DOM.