Mapping Macrophytes and Algae Scum by Integrating Optical and SAR Satellite Data

Paolo Villa^{1,*}, Juhua Luo², Hongtao Duan², Steven A. Loiselle³, Mariano Bresciani¹

¹ Institute for Electromagnetic Sensing of the Environment, National Research Council (IREA-CNR), Milan 20133, Italy

² State Key Laboratory of Lake Science and Environment, Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China

³ Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia, University of Siena, Siena 53100, Italy

* corresponding author

浮游植物和水生植被的时空变化研究对于深化湖泊初级生产力以及内陆水体富营养化状态的认识至关重要。地球观测（Earth Observation, EO）系统可以提供浮游植物和水生植被两类初级生产者的特征信息，然而关于这两类初级生产者的卫星遥感研究通常不考虑两者在同一地点共存的可能性。实际上，水生植被和浮游植物共存的现象在自然界中并不罕见，该现象在受蓝藻水华影响的富营养化浅水湖泊中尤为常见。蓝藻水华暴发高峰期形成的致密表面与挺水植物和浮叶植物覆盖的表面可见光-近红外波段（VNIR）光谱特征相似，因此常用的基于 VNIR 光谱特征水体组分估算方法通常不能区分两者。鲜有学者在文献中提出该问题的解决方案，据我们所知 Oyama 等(2015; *Remote Sensing of Environment*, 157: 35-47)提出的利用短波红外（SWIR）波段范围反射率的方法是目前最为有效的方法之一。另一方面，Bresciani 等(2014; *Remote Sensing of Environment*, 146: 124-135)在 Curonian 潟湖（立陶宛）的研究已经证明光学遥感和合成孔径雷达（SAR）数据的结合具有准确提供水华暴发事件信息的潜力。

本研究评估了新一代地球观测传感器（如 ESA-Copernicus Sentinel-1 和 Sentinel-2）的多光谱宽波段光学遥感数据及 SAR（C 波段）数据的结合在区分太湖（中国江苏）蓝藻水华和水生植被方面的能力。匹配 Sentinel-2 和 Sentinel-1 的影像，要求两者时间间隔在 5 天以内，通过预处理分别得到匹配影像的地表反射率和后向散射系数（ σ_0 ）。利用 Sentinel-2 数据得到的光谱反射率和 WAVI（Water Adjusted Vegetation Index; Villa et al., 2014; *Int. J. Appl. Earth. Obs. Geoinf.*, 30: 113-127)及 Sentinel-1 数据 VV 和 VH 极化组合的后向散射系数的统计特征来评估蓝藻水华和水生植被在像元上的可分性。最后，将构建的参数化后的规则应用于 Sentinel-1 和 Sentinel-2 数据，以绘制太湖 4 月至 10 月期间不同时期蓝藻水华和水生植被的初级生产者更替周期图。