

第Ⅱ部門 大水深湖沼における湖底境界層の形成機構の解明

神戸大学大学院工学研究科 学生員 ○森川智矢

神戸大学教授工学研究科 正会員 中山恵介

神戸大学大学院工学研究科 非会員 米田響

港湾空港技術研究所海洋環境制御システム研究領域 正会員 松本大輝

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター総合解析部門 非会員 早川和秀

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター総合解析部門 非会員 焦春萌

1. 研究の目的

日本における大水深湖沼の代表である琵琶湖では、湖底境界層と呼ばれる特殊な混合層の発達を下層において、貧酸素水塊の形成を促進している可能性がある。物質が集積する底泥の酸素消費の影響で、深水層内で形成される湖底境界層内の溶存酸素消費は大きい。このことにより、通常の成層場と比較して、湖底部で貧酸素水塊が形成されやすくなり、湖底付近に生息する水生生物の生息環境への深刻なダメージが懸念されている。実際に、2020年には無酸素水塊や貧酸素水塊が拡大し、固有種が激減している。しかし、湖底境界層に関する研究事例が少ないため、湖底境界層の動態把握は急務である。そこで本研究では、2019年における第一湖盆の定期観測地点での計測値を利用して湖底境界層の発達、減衰の特徴に関する検討を行うこと、湖底境界層の発達・減衰の要因を解明することを目的とした。

2. 研究の内容

現地観測から得られた結果を基に、作成した各観測日のDO鉛直分布から湖底境界層の層厚を算出した。湖底境界層の層厚は、春に厚い状態で始まり夏にかけて小さくなった後、再び厚くなる特徴を持つ可能性が示された(図-1)。定義した湖底境界層の上端部分と下端部分で計測されたDOの差を算出し、同様の方法で、水温の差も算出した(図-2)(図-3)。Thorpe displacement Δ_T は水温鉛直分布の局所的水温逆転水深を安定成層になるように各水深の水温を鉛直方向に並び替えした場合の、並び替える前後の水深距離の差となる置換距離である。Thorpe displacement Δ_T の算出には多項目水質計で計測したデータを利用する。求めたThorpe displacementからThorpe lengthと乱れのエネルギーの散逸率を表す粘性散逸率を求める。湖底境界層内の粘性散逸率を平均した値は8月から11月にかけて徐々に大きくなっていった(図-4)。粘性散逸率の値が大きいときに鉛直混合が大きくなると考えられるため、それに伴い湖底境界層の層厚が大きくなる可能性が示された。しかしながら、湖底境界層内での粘性散逸率の平均と、湖底境界層の層厚の変動は春において十分な特徴は見られなかった。また、水面での水の密度と、湖底での水の密度から密度差比を算出する。密度差比は春に小さく、夏にかけて大きくなり、冬にかけて再び小さくなった(図-5)。また、アメダスから得た彦根における1時間おきの風速と風向のデータを用いて、風が与える湖底境界層の層厚への影響、発生する波への検討を行う。風速と湖底境界層の層厚に十分な関係が見られないため、湖底境界層の層厚と拡散の関係には風速以外の要因が大きく影響すると考えられた(図-6)。一方で、風の時間変化が内部流動に与える影響を調査するために、アメダスから得た1日の1時間おきの風向のデータを用いて、それぞれの月を対象とし、ある時刻での、ある風向の発生回数を色分けして図化した(図-7)。琵琶湖は南北方向に長いので、南北方向の風が吹くことで水位の変動が大きくなり、様々な波が発生すると考えられる。その発生する波の中に、湖心の流動に大きな影響を与える内部ポアンカレ波が含まれていることが米田らにより示されている。

Tomoya MORIKAWA, Keisuke NAKAYAMA, Hibiki YONEDA, Hiroki MATSUMOTO, Kazuhide HAYAKAWA and Chunmeng JIAO

258t138t@stu.kobe-u.ac.jp

3. 結論

- (1) 湖底境界層の層厚は春に厚い状態で始まり，夏にかけて薄くなった後，徐々に厚くなることが分かった。
- (2) 湖底境界層の上端と湖底境界層の下端(湖底)での DO の差は，春に小さく，夏にかけて大きくなり，その後，徐々に小さくなることが分かった。
- (3) 湖底境界層の上端と湖底境界層の下端(湖底)での水温の差は，最大で 0.3°C未満であった。
- (4) 風速と湖底境界層の層厚に十分な関係は見られなかったが，1年を通して彦根には南北方向の風が吹くため，湖底境界層の動態には内部ポアンカレ波が関係する可能性が示された。
- (5) 春において，湖底境界層の層厚の変動と粘性散逸率の変動との間に十分な特徴の関係が見られなかったが，夏以降では湖底境界層の層厚は粘性散逸率の大きい時に厚くなる可能性が示された。また，密度差比が小さい時に湖底境界層の層厚が大きくなっていることが示された。

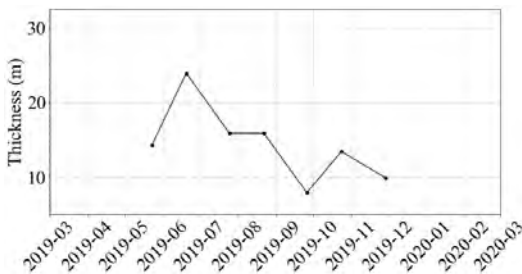


図-1 湖底境界層の層厚

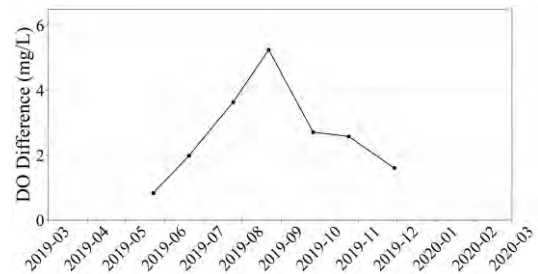


図-2 湖底境界層内外の DO の差

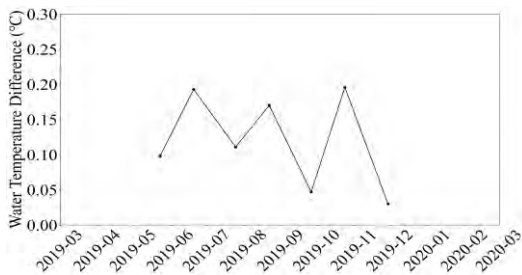


図-3 湖底境界層内外の水温の差

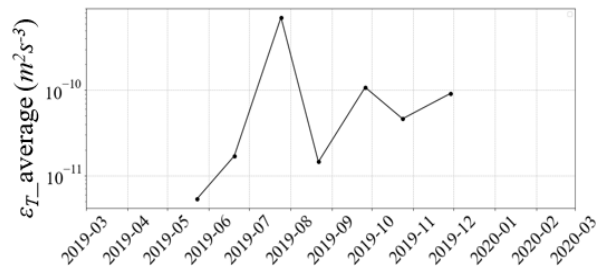


図-4 湖底境界層内の粘性散逸率の平均

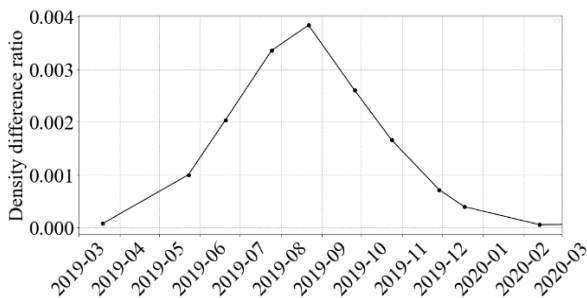


図-5 密度差比

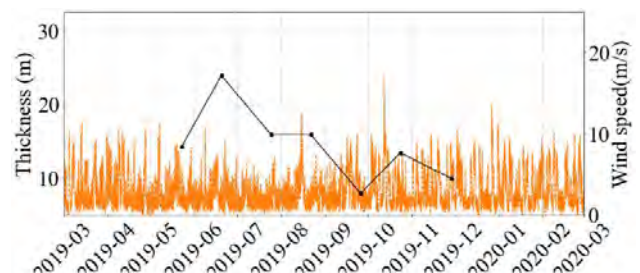
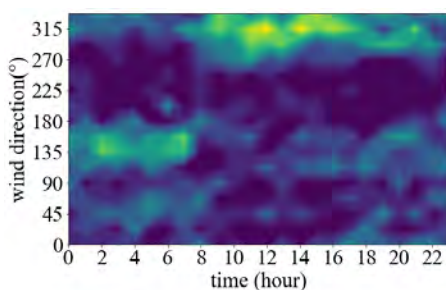


図-6 湖底境界層の層厚と風速(オレンジの破線で風速を表す)

(a)



(b)

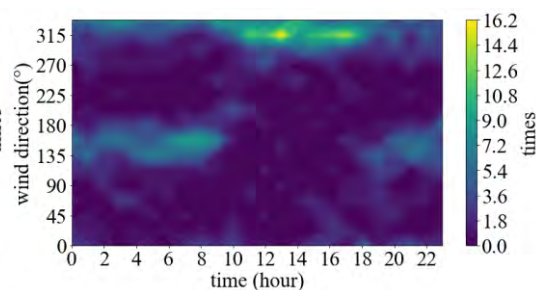


図-7 彦根における風向角度 (a)9月 (b)11月