

氏 名	はや 速 み 水 ゆう 祐 いち 一
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 937 号
学位授与の日付	平 成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	農 学 研 究 科 水 産 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	強風による琵琶湖の湖水混合とその水質および基礎生産におよ ぼす影響

論文調査委員	(主 査) 教 授 坂 本 亘 教 授 中 原 紘 之 教 授 田 中 克
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

湖沼において、風は流動や混合を引き起こす重要なエネルギー源である。本論文は、成層期の琵琶湖北湖において強風が突発的な鉛直混合を引き起こす機構を現地観測と数値実験によって解明し、そのような混合現象が湖内の物質輸送と基礎生産に与える影響を明らかにしたものである。主な結果は以下の通りである。

1. 1992年3月から10月にかけて、琵琶湖北湖南部の一定点において、サーミスタチェーンによる水温鉛直分布の連続観測をおこない、琵琶湖北湖ではほぼ成層期を通じて内部静振が卓越して存在すること、7月から9月にかけて、強風が連吹した後で水温躍層の深度と厚さに急激な変動が生じること、を見出した。

2. 1993年7月から9月にかけて、琵琶湖北湖南部に多数の係留系を設置して水温・流速について詳細な観測をおこない、以下のことを明らかにした。(a)強風連吹後に生じる水温躍層の急激な変動は、内部サーージの通過によって生じる。ここで内部サーージとは、前面が切り立った内部フロントとなった水温躍層の窪みとして伝播してくる進行性の内部波をいう。(b)この内部サーージは、地球自転の効果を受けてケルビン波の性質を持つ。(c)内部サーージの進行速度は、上層を移動する内部ジャンプとして内部サーージを扱うことによって説明することができる。(d)内部サーージは、北湖南岸斜面に乗り上げる際に、湖底近くで強い冲向きのジェットを引き起こす。このジェットは“Benthic Jet”と名付けられ、(c)と同様に内部サーージを、上層を移動する内部ジャンプとして扱うことにより、その発生機構を説明することができる。(e)内部サーージは、伝播中に躍層付近にケルビン-ヘルムホルツ不安定による鉛直混合を引き起こす。さらに、内部サーージが湖南岸のなだらかな斜面に衝突すると、斜面上部ではBenthic Jetが射流となる。その結果、斜面上部で内部ジャンプが生じ、躍層付近に急激な鉛直混合が引き起こされる。このように、夏季の琵琶湖北湖では、強風は吹送流や風波によって直接表層水を混合するだけではなく、内部波を介して水温躍層付近に激しい鉛直混合を引き起こすことを詳細に解明した。

3. 琵琶湖の長軸に沿った水平1次元の2層モデルを作製して数値実験をおこない、強風が内部サージを引き起こす過程を明らかにした。この実験により、さらに、琵琶湖北湖では北風に比べて南風の方が内部サージを引き起こしやすいこと、一度発生した内部サージは北湖の両端で反射され、減衰しながら北湖内を南北に往復すること、を明らかにした。

4. 係留系による水温・流速の連続測定と並行して、船舶によって内部サージ通過時の水質変化について昼夜観測をおこない、(a)内部サージの通過が底泥の巻き上げを引き起こし、湖底から巻き上がった懸濁物は冲向きに水平に輸送されること、(b)内部サージが引き起こした激しい鉛直混合によって水温躍層以深の下層から上層に硝酸態窒素が輸送されること、を明らかにした。

5. 先に述べた1993年の観測と同時にこなわれた水質および植物プランクトンに関する調査結果を解析し、以下のことを明らかにした。夏季の琵琶湖北湖において強風が激しい鉛直混合を引き起こすと、下層から表水層に鉛直拡散によって輸送される窒素の量が増加する。一方、下層から表水層に輸送されるリンはほとんどない。また、有光層内の基礎生産量が一時的に増加する。この基礎生産量増加の原因は、従来から指摘されていたような、下層から表水層に輸送される栄養塩量の増加ではないと考えられる。さらに、基礎生産量が増加しても、表水層内の植物プランクトン量は増加しない。これは、激しい鉛直混合が引き起こされると、表水層内に集中分布していた植物プランクトンが水温躍層以深に拡散し、基礎生産に匹敵する量の植物プランクトンが表水層から失われるためである。

論文審査の結果の要旨

成層期の湖では、弱風時には鉛直混合は弱く、強風が吹いた時に集中して激しい鉛直混合が起きていると考えられる。しかし、強風がいつ吹くか予測が困難であることや、強風下の現地観測が困難であることから、強風時の混合現象については今まで未解明であった。本論文は、成層期の琵琶湖北湖を対象として、強風が引き起こす鉛直混合の機構を解明し、さらにその混合現象が湖内の物質輸送や生物におよぼす影響について明らかにしたものである。評価すべき主な点は次の通りである。

1. 夏季の琵琶湖北湖において、水温・流速の連続観測により、強風が内部サージと呼ばれる波高の大きな進行性の内部波を引き起こすことを明らかにした。

2. 詳細な水温・流速の連続観測および数値モデルによって、強風が内部サージを介して突発的な激しい鉛直混合を引き起こすことを初めて見出し、その過程を解明した。とりわけ、(a)内部サージが斜面上を浅い方に向かって進む時に湖底上で強いジェット (Benthic Jet) が生じ、(b)内部サージが斜面に衝突すると、このジェットが射流になって水温躍層よりも下層で内部ジャンプが起り、水温躍層付近で突発的に激しい鉛直混合が生じること、を明らかにした点は特筆される。

3. 内部サージが湖底斜面に衝突するのにともなって、(a)底泥が巻き上げられ、巻き上げられた懸濁物が水平に輸送されること、(b)鉛直混合によって水温躍層よりも下層から上層に硝酸態窒素が輸送されること、を現地観測によって初めて明示した。

4. 夏季の琵琶湖北湖では、強風が引き起こした鉛直混合によって表水層内の基礎生産が一時的に増加すること、一方、同時に鉛直混合によって表水層から水温躍層以深に輸送される植物プランクトン量が

増加するために、表水層内の植物プランクトン量は増加しないこと、を明らかにした。

以上のように本論文は、成層期の琵琶湖において強風が引き起こす鉛直混合の機構を解明し、そのような混合現象が湖内の水質や基礎生産に与える影響を明らかにしたもので、陸水物理学、陸水生態学および水産環境学の進展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成9年2月14日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。