

「琵琶湖の水質と紫外線との関係を明らかに」

「紫外線が琵琶湖の水質へ及ぼす影響評価」(2005年－2007年)

研究リーダー: 早川 和秀

早川主任研究員らのグループは、紫外線が琵琶湖の水質に及ぼす影響を把握するため、基礎情報を収集し有機物と光化学反応に関わる様々な研究を実施し、湖内の紫外線透過性は、紫外線を吸収する有機物と懸濁粒子に支配されていることや、フェニトロチオン以外の農薬は光分解されていないこと、溶存有機物が漂白されていることなどを明らかにしました。

研究の目的

成層圏オゾン層の破壊により地上に降り注ぐ紫外線量の増加が懸念されています。紫外線が琵琶湖の水質に及ぼす影響について検討することは、琵琶湖の水質や生態系の長期変化を考える上で必要な研究課題です。

そこで、地表や琵琶湖水の中へ到達する紫外線量を測定して琵琶湖の紫外線についての基礎情報を収集するとともに、有機物と光化学反応に関わる様々な研究を通じて紫外線と琵琶湖の水質との関係について総合的に研究を行いました。

結果

1. 地表での紫外線量は、UV-A、UV-B と日射量の関係式を作成しました。また、日射量から大きな偏差がある UV-B 値は、風向との関係が示唆されました。
2. 琵琶湖水中の紫外線が表層光の1%になる深度は、沖帯で UV-A で 4.0-5.5m、UV-B で 2.7-3.6m でした。また、水中の紫外線及び可視光の透過性は、紫外吸収溶存有機物と懸濁粒子によって支配されていることを明らかにしました。(表 1)

表 1 水中光消散係数の変動に対する紫外吸収溶存有機物と濁度の重相関

波長	式	r^2	標準部分相関係数	
			$a_{CDOM}(320)$	TSS
313 nm	$K(313) = 2.216 \cdot a_{CDOM}(320) + 0.212 \cdot TSS - 0.583$	0.74	0.625	0.287
340 nm	$Kd(340) = 1.613 \cdot a_{CDOM}(320) + 0.228 \cdot TSS - 0.555$	0.81	0.575	0.391
443 nm	$K(443) = 0.471 \cdot a_{CDOM}(320) + 0.152 \cdot TSS - 0.119$	0.81	0.377	0.585
550 nm	$K(550) = 0.127 \cdot a_{CDOM}(320) + 0.122 \cdot TSS + 0.018$	0.78	0.235	0.744
PAR	$K(PAR) = 0.243 \cdot a_{CDOM}(320) + 0.135 \cdot TSS - 0.028$	0.76	0.252	0.672

3. 室内紫外線照射実験および湖上での観測から、琵琶湖水中の溶存有機物は紫外線照射により変質しているが、溶存有機炭素濃度の減少はほとんどないことを明らかにしました(図 1)。

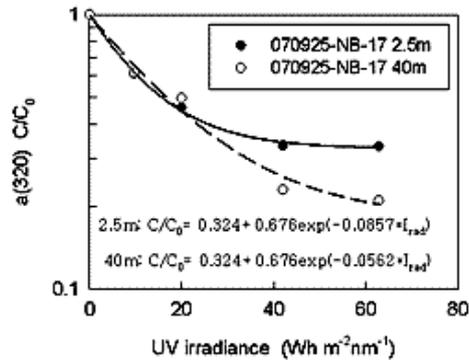


図 1 紫外線照射による琵琶湖水の紫外吸収強度 $a(320)$ の変化
(初期値に対する変化率)

4. 紫外線の吸収に関わりが深い腐植物質の簡易測定法の開発を行いました。琵琶湖水試料を C18 固相に担持させ、80%の無蛍光メタノールによって溶離させることで、蛍光強度の良好な回収率が得られ、定量的な測定の目処が立ちました。

5. 紫外線吸収溶存有機物の分画と特徴づけを高速液体クロマトグラフィー/質量分析器(LC/MS)と化学的同定をフーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴型超高分解能質量分析器(FT-ICRMS)により行いました。LC/MS により親水性有機物と疎水性有機物に分離され、FT-ICRMS のスペクトルの照合と解析から、疎水性分画に含まれる有機物はフミン物質が主成分と考えられ、親水性分画には、アントシアン色素類が同定されました

6. 琵琶湖で検出される典型的な農薬について紫外線照射実験を行ったところ、フェニトロチオンで紫外線による光分解を確認したが、その他の多くの農薬が琵琶湖では直接の光分解も、間接的な光分解もほとんど起こっていないと考えられました。

7. 好気的環境の水圏では極微量と考えられてきた $Fe(II)$ について、夏季の琵琶湖北湖の水深1m以浅で下層に比べ、 $Fe(II)$ が明らかな高濃度で確認されました。有機物を介する間接的な光還元反応によって $Fe(II)$ の還元が起きていることが示唆されました。8. 紫外線による水生生物への影響について専門書のレビューをもとに琵琶湖におけるその影響について検討を行いました。琵琶湖では紫外線により植物プランクトンの光合成生産、バクテリアの活性、溶存有機物の分解と栄養塩の再生などに影響が及んでいると考えられました。

まとめ

琵琶湖水中の紫外線量は、地表の紫外線量よりも水質によって制御されていて、紫外線吸収溶存有機物濃度と濁度から推定できます。

琵琶湖で紫外線により影響を受けているものは、溶存有機物の漂白、 $Fe(II)$ の還元、植物プランクトンの光合成生産阻害、バクテリアの活性阻害、栄養塩の再生阻害などが考えられました。

将来の地表紫外線の増加は考えにくいですが、富栄養化対策などの結果として水中の紫外線透過性が増加すれば、これらのことが促進される可能性があります。