

参考資料3. 紫外線による水圏生態系への影響

紫外線による水圏生態系の生産性低下

紫外線の中でも、UV-Bが水圏生態系に対してその生産性の低下と生殖機能障害及び発育障害に最も影響を与えていることが、近年までの数多くの生物群や種において明らかとなってきた。その対象生物には細菌から植物プランクトン、大型藻類、従属鞭毛生物、微小動物プランクトン、動物プランクトン、甲殻類の幼生、さらに稚魚まで含まれる。

生物生産の低下は、食物連鎖のすべての段階へと影響することになり、種の構成及び生態系の構造や機能に変化を起こす可能性がある。また、基礎生産量の低下はCO₂の海洋への吸収容量の減少をもたらす可能性がある。

水圏生態系への紫外線の影響は波長に強く依存する。波長ごとに重み付けした紫外線的作用を表す係数(作用スペクトル)は、波長とともにUV-B領域からUV-A領域へと指数関数的に減少する(NealeとKieber, 2000)。作用スペクトルは対象とする生物群や種や発生段階によって異なり、生態系における栄養段階が低いほど、紫外線の長波長域まで及び、その傾斜は緩やかになる。

紫外線に対する水圏生態系の対応メカニズム

水圏生態系の細菌や植物プランクトンを含む藻類も、陸域生態系の植物と同様に、紫外線吸収物質(マイコスポリン様アミノ酸)を細胞内に産出することができる。現在までに水圏生態系では19種類の紫外線吸収物質が報告されている。ハームフル・アルガル・ブルーム(HABs)*としてよく知られている渦鞭毛藻は紫外線吸収物質を他の藻類より多く含んでおり、紫外線が増加すると、細胞内に紫外線吸収物質を蓄積させて自ら細胞を防御する。ただし、そのサンスクリーンとしての役割を実験的に証明した例は限られているのが現状である。

UV-Bの影響と鉛直混合の関係性

水圏生態系における特徴的な現象として、UV-Bの影響をよく受ける遊泳力のない生物が、水の鉛直混合に身を任せて水中に生息していることが挙げられる。湖沼や海洋のメソコスム(大型の擬似海洋環境実験水槽)の実験によると、水中でのUV-B、UV-A、及び光合成有効放射(PAR)**の透過は異なり、UV-Bは最も浅い層までしか透過しないことが明らかにされている。温帯域の夏季によく見られる水温躍層***上にある表層混合層(0~6m)内では

* ハームフル・アルガル・ブルームとは、人類にとって有害な植物プランクトンを含む藻類一般を意味し、Harmful Algal Blooms(HABs)のことである。従来は赤潮生物と呼ばれていた。

** 光合成有効放射(PAR)とは、400から700nmの波長の可視光をさし、Photosynthetically Active Radiationの略である。また、PhARともいう。

*** 水温躍層とは、表層で水温が急激に変化する層のことをさし、その上層と下層では水の混合は起こりにくい。

水が鉛直混合するため、植物プランクトンは PAR を吸収して光合成を行うが、表層（0～1.8m）では UV-B の影響を受ける。この影響の大きさは水の鉛直混合の速度に依存する。UV-B 照射量の増加によって、群集構造が基礎生産者から細菌へと遷移する可能性があり、この変化は海洋の表層水での CO₂ 濃度に影響を与える可能性が大きい。現在、鉛直混合を考慮した UV-B の影響を評価するモデルも提唱されている。

有色溶存有機物と UV-B の相互の影響

植物プランクトンを含む藻類を動物が摂取した際に食べ残しのバクテリアによる分解による水中に溶出して発生する有色溶存有機物（CDOM）は、UV-B の水中での透過率を減少させ、UV-B の影響を軽減する。これによって、水中の基礎生産量が増加し、したがって CDOM の増加に寄与する。一方、バクテリアは CDOM の分解にも深く関わりあっている。また、UV-B によって CDOM は分解されるので、基礎生産量が UV-B の影響をより多く受けるので減少する。このように、CDOM は地球規模での炭素循環においても一定の役割を果たす。

南極海域での海洋生物への紫外線の影響

植物プランクトンによる 1 日当たりの 1m² の水柱当たりの基礎生産量は、UV の水中透過特性によって深度により波長が変わることにより、またオゾン全量によっても変化すると予測されている。植物プランクトンが生息している表層水の混合深度と混合速度を考慮すると、水柱当たりの基礎生産量はさらに 1.5～3.5%減少する。重み付けした生物作用スペクトル、混合深度及び混合速度の組み合わせによっては、オゾン全量の減少による紫外線の影響により、水柱当たりの植物プランクトンの基礎生産量は南極海で最大 8.5%減少すると予測されている（Neale と Kieber, 2000）。