

環境指標としての太陽紫外線量の評価

EVALUATION OF SUNLIGHT UV-RAYS VOLUME AS AN ENVIRONMENTAL INDICATOR
—THE RELATIONSHIP BETWEEN WATER QUALITY AND UV-RAYS

平塚 彰* ○高岡茂美* 福田和悟** 重光世洋*

Akira HIRATSUKA Shigemi TAKAOKA Yasunori FUKUDA Seiyo SHIGEMITSU

ABSTRACT; This paper examines the relationship between the water quality ($(\text{PO}_4)^{3-}$, T-N, Chlorophyll a, and Trihalomethane) and Sunlight UV-rays volume in the reservoir for a fixed period on the assumption that UV-rays volume has a great influence on Chlorophyll a, that is, Trihalomethane. The contents are as follows: (1)The relationship between UV-rays volume and the water qualities in 1997 seems to be almost the same as that of the past two years. (2)The measured UV-rays volume in 1997 is relatively less than that of the past two years. This is supposed to be caused by both a great deal of rain and the temperature in an average year. (3)The seasonal change of UV-rays volume in 1997 appeared only in the surface layer(10 cm in depth) in the reservoir. (4)Since the values ($(\text{PO}_4)^{3-}$, T-N, and Chlorophyll a) correlating with the UV-rays volume in 1997 are also very small, the expected relationships(Chlorophyll a vs. Trihalomethane and UV-rays volume vs. Trihalomethane) we planned at first were not available.

KEY WORDS; environmental indicator, UV-rays, T-N, $(\text{PO}_4)^{3-}$, Chlorophyll a, Trihalomethane

1. はじめに

近年、オゾン層の減少(オゾン層破壊)によって地上にもたらされる危険な太陽紫外線が注目されているが、この紫外線による水中生物への影響の可能性も考えられる。われわれは数年前から、ある貯水池において、太陽紫外線と水中生物との関係を検討している。

これまで、1)大気中における紫外線量(UV)の季節的变化、2)UV と溶存態リン酸との関係、3)UV と全窒素との関係、4)UV とクロロフィル a との関係それぞれ調べてきた^{1)~8)}。

その結果、UV(大気中/水中)と全窒素、溶存態リン酸、クロロフィル a との間に相互関係があることが認められた。すなわち、水深(10cm,30cm,1m)の UV のピークと各水質項目値のそれが一致し、UV が各水質値の大小に寄与していることが示唆された。

一方、琵琶湖では、クロロフィル a とトリハロメタンとの間には相関関係があるとの報告がある^{9)~12)}。クロロフィル a の発生量と UV 量との間に相互関係が認められるので、クロロフィル a とトリハロメタンおよび UV とトリハロメタンの間には相関関係があることが考えられる。

今回は、水中における UV がクロロフィル a、すなわちトリハロメタン生成に寄与しているのではないかという想定の下に、水深別(10cm,30cm,1m)の UV(UV-B,UV-C)と各水深において生物に影響を与える水質項目として、全窒素、溶存態リン酸、クロロフィル a およびトリハロメタンを選び、UV と水質の関係について検討を行った。

* 大阪産業大学工学部 Dept.of Civil Eng., Osaka Sangyo Univ., Osaka, 574 Japan.

** 大阪産業大学教養部 Dept.of Lib.Arts, Osaka Sangyo Univ., do.

2. センサー(TLD)の作成

測定に用いたセンサー(TLD 素子)は、 Tb_4O_7 粉末(99.99%)を CaF_2 粉末(99.99%)に添加し、焼結させたものである。 CaF_2 粉末と Tb_4O_7 粉末は、最適な比率で混合されペレット状(直径：7mm, 厚さ：0.7mm)にしてプレスする。そして、この混合物を1100℃で5時間大気中で焼成する。このようにして作ったセンサーを紫外線を透過する石英製容器内に固定して、これを貯水池の表層部分(水深：10cm～1m)にセットし太陽光へさらす。Fig.1にセンサー(TLD)設置の概要図を示す。なお、今回のサンプルには一切フィルターは使用していない。

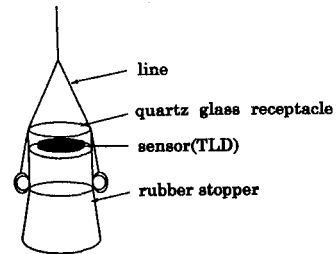


Fig.1 Schematic layout of the TLD sensor.

3. 結果と考察

観測貯水池において、水深 10cm, 30cm, 1m にセンサーをセットし、一定時間(13:00～15:00)太陽光にさらし、水質(T-N, $(PO_4)^{3-}$, クロロフィル a, トリハロメタン)と太陽紫外線量に関する測定を行った。

Fig.2 は、本年(1997 年)5 月～7 月までの太陽紫外線量の季節的変化を示したものである。この図から、紫外線量は水深 30cm 及び 1m ではほとんど同位相の変化を示すが、表層部(10cm)においては、わずかではあるが、前両者と逆位相の変化を示し、また、7 月中旬に向けて紫外線量の増加が認められる。

Fig.3 は、過去 2 ヶ年(1995 年・1996 年)の 4 月～10 月までの太陽紫外線量の季節的変化を示したものである。この図から、太陽紫外線量は、表層部(10cm)が一番高く、また、7 月中旬にそのピークがあることがわかる。これは、本年(1997 年)の表層部での季節変化の傾向と同様である。

Fig.4 は、本年(1997 年)5 月～7 月までのクロロフィル a の季節的変化を示したものである。この図から、本年(1997 年)のクロロフィル a は、水深の違いによる差がほとんどないことがわかる。今回、クロロフィル a とトリハロメタンおよび UV とトリハロメタンの関係を検討する予定であったが、UV 量が梅雨前線や台風 9 号による大雨で平年の 2 倍以上の雨が降ったことと気温が平年並みであったためか比較的小さく、そのためかトリハロ

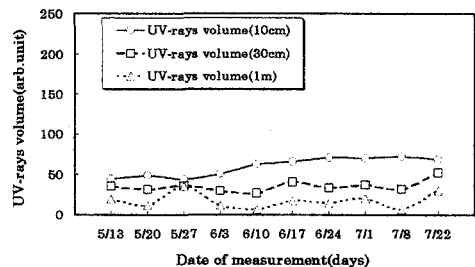


Fig.2 Comparison between sunlight UV-rays volume and the seasonal change of 1997 year at the reservoir.

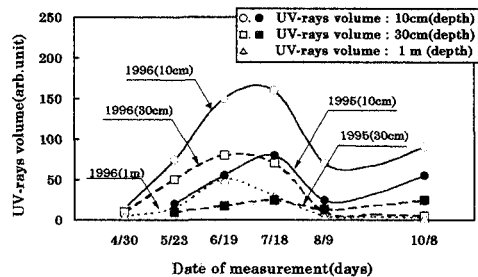


Fig.3 Comparison between sunlight UV-rays volume and the seasonal change of 1995 and 1996 years at the reservoir.

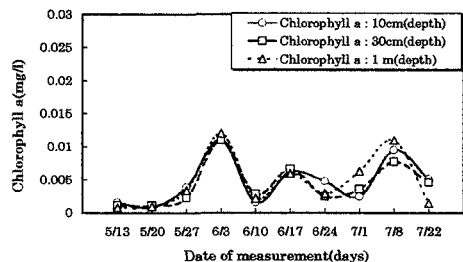


Fig.4 Comparison between chlorophyll a and the seasonal change of 1997 year at the reservoir.

メタンの値が0.001mg/l以下であった。このため、UVがクロロフィルa、すなわち、トリハロメタン生成に寄与しているかどうかを検討するまでには至らなかった。

Fig.5は、過去2カ年(1995年・1996年)の4月～10月までのクロロフィルaの季節的変化を示したものである。この図から、過去2カ年とも7月下旬にクロロフィルaのピークがあり、また、水深の違いによる差も表れていることがわかる。本年(1997年)は、6月初旬と7月初旬にクロロフィルaのピークが表れているようであるが、クロロフィルaの値を過去2カ年のものと比較すると、本年(1997年)は、その値が低い。これは、おそらく前述のように、本年(1997年)が多雨と平均並みの気温で、太陽紫外線量が比較的少なかったからではないかと思われる。

Fig.6は、本年(1997年)5月～7月までの $(PO_4)^{3-}$ の季節的変化を示したものである。この図から、本年(1997年)の $(PO_4)^{3-}$ は、6月下旬にそのピークが表れ、また、水深の違いによる差もあることがわかる。すなわち、表層部(10cm)ほど、 $(PO_4)^{3-}$ が低いことがわかる。

Fig.7は、過去2カ年(1994年・1995年)の4月～10月までの $(PO_4)^{3-}$ の季節的変化を示したものである。この図から、過去2カ年とも7月下旬に $(PO_4)^{3-}$ のピークがあり、また、水深の違いによる差も表れていることがわかる。本年(1997年)は、6月中旬と7月初旬に $(PO_4)^{3-}$ のピークが表れているようであるが、 $(PO_4)^{3-}$ の値を過去2カ年のものと比較すると、本年(1997年)は、かなりその値が低いことがわかる。これもクロロフィルa同様、本年(1997年)は多雨と平均並みの気温で、太陽紫外線量が比較的少なかったからではないかと思われる。

Fig.8は、本年(1997年)における6月～7月までのT-Nの季節的変化を示したものである。水深の違いはあまりみられないが、7月下旬に増加の傾向が表れているようである。これは、過去のデータから判断して $(PO_4)^{3-}$ が6月初旬にそのピークがみられることより、T-Nの場合、 $(PO_4)^{3-}$ より少し遅れてそのピークが表れるものと思われる。

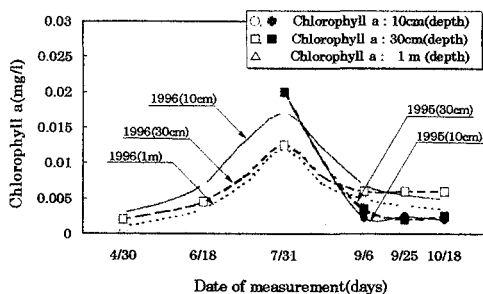


Fig.5 Comparison between chlorophyll a and the seasonal change of 1995 and 1996 years at the reservoir.

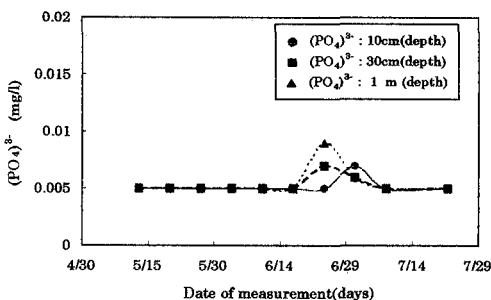


Fig.6 Comparison between $(PO_4)^{3-}$ and the seasonal change of 1997 year at the reservoir.

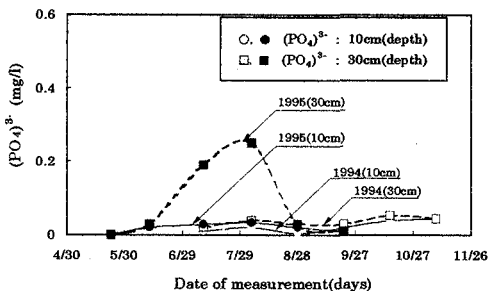


Fig.7 Comparison between $(PO_4)^{3-}$ and the seasonal change of 1994 and 1995 years at the reservoir.

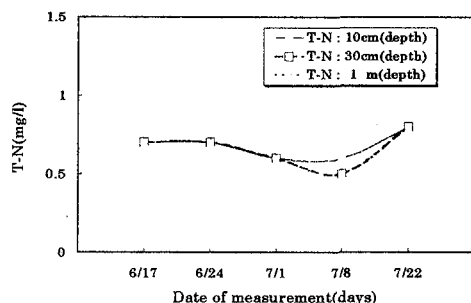


Fig.8 Comparison between T-N and the seasonal change of 1997 year at the reservoir.

4. 結論

今回、太陽紫外線(UV)量と水質の関係について検討を行ったが、太陽紫外線と各水質の関係をみると、大枠の傾向では過去3年間ともほぼ同様のようである。しかし、本年(1997年)は、多雨と平均並みの気温のためか、測定された太陽紫外線量が比較的少なく、UV量も表層部(10cm)のみに季節的变化が表われているようである。したがって、UV量と相対関係にある $(\text{PO}_4)^{3-}$ とT-Nおよびクロロフィルaの各値もかなり小さく、当初予想したクロロフィルaとトリハロメタンおよびUVとトリハロメタンの関係が求められなかった。本年は、UV量が比較的小さかったため、クロロフィルaの値も小さく、また、トリハロメタンもその値が、 0.001mg/l 以下と小さかった。言い換えれば、UV量が大きいと、クロロフィルaの量が増加し、トリハロメタン生成に寄与していることが確かめられることも考えられるので、今後、更にクロロフィルaとトリハロメタン、UV量とトリハロメタン量間の相互関係を検討したい。

〈謝辞〉

本研究を遂行するにあたり、平塚研究室の学部生石倉 博、稲岡 学両氏には特に紫外線量の測定についてご協力を頂いた。ここに付記し謝意を表します。

〈参考文献〉

- 1) A.Hiratsuka and Y.Fukuda : Possibility of observation of ultraviolet rays volume by TLD - in connection with formation of ozone hole, 環境システム研究, Vol.21, pp.114~118, 1993.
- 2) A.Hiratsuka and Y.Fukuda : An evaluation of sunlight UV-rays volume by TLD, 環境システム研究, Vol.22, pp.383~388, 1994.
- 3) A.Hiratsuka, Y.Fukuda and S.Shigemitsu : Estimation of sunlight UV-rays volume using a TLD at reservoir, 第2回生物利用新技術シンポジウム論文集, pp.94~97, 1994.
- 4) A.Hiratsuka, Y.Fukuda and S.Shigemitsu : On the relationship between water quality and sunlight UV-rays volume at reservoir, 環境システム研究, Vol.23, pp.472~477, 1995.
- 5) 平塚 彰, 福田和悟, 重光世洋 : 貯水池における水質と太陽紫外線量の関係について 環境技術, 24巻, 5号, pp.44~47, 1995.
- 6) 平塚 彰, 福田和悟, 重光世洋 : 貯水池における水質と太陽紫外線量の関係について(2), 第3回生物利用新技術シンポジウム論文集, pp.51~55, 1995.
- 7) 田中武雄, 栗田正吾, 平塚 彰, 福田和悟 : 第33回環境工学研究フォーラム講演集, pp.75~77, 1996.
- 8) 平塚 彰, 福田和悟, 重光世洋 : 貯水池における水質と太陽紫外線量の関係について(3), 第4回生物利用新技術シンポジウム論文集, pp.122~124, 1996.
- 9) Oliver, B.G and Shindler, D.B. : Environmental Science Technology, Vol.14, pp.1502~1505, 1980.
- 10) Hoehn, R.C., et al. : Algae as sources of trihalomethane precursors, Jour.AWWA, Vol.71, pp.34~350, 1980.
- 11) Crane, A.M., Kovacic, P. and Kovacic, E.D. : Volatile halocarbon production from the chlorination of marine algal byproducts including D-mannitol, Environmental Science Technology, Vol.14, pp.1371~1374, 1980.
- 12) 土木学会水質管理に関する研究委員会 : 公共用水域における有機塩素化合物の発生メカニズムとその除去に関する研究報告書, 1980.