

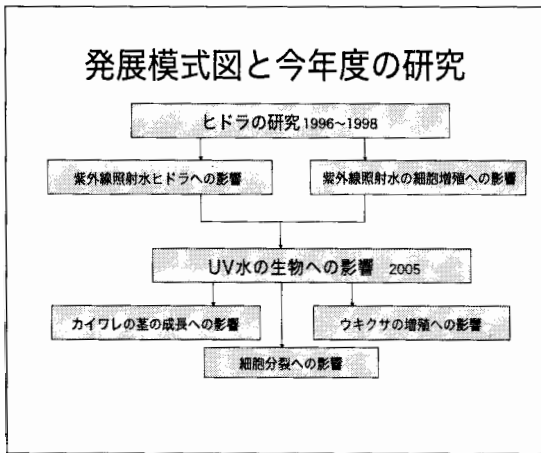
# 17 UV水の研究 - 紫外線照射水の生物への影響 -

## 1 はじめに

紫外線照射水の研究は、1996年から1998年に本校生物部(自然科学部は2004年に本校の共学化にともない生物部から改名)の「ヒドラの研究」を通して先輩方が行っていた。それらの実験から、紫外線照射水(UV水)中では純水中飼育より増殖率が4倍以上であったり、奇形のヒドラが現れたりした。また、タマネギの発根にも奇形がみられた。そこで、UV水は、生物に大きな影響を与えているということが考えられる。このような事から予想として、UV水は植物にも何らかの変化を促すのではないかと考え、本研究を行った。

## 2 研究発展模式図と今年の研究

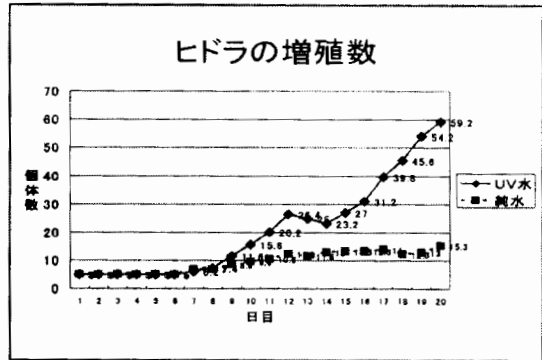
次の図は発展模式図である。このように過去の結果から今年度の研究の紫外線照射水の生物への影響を調べることにした。



## 3 先輩の「ヒドラの研究」より

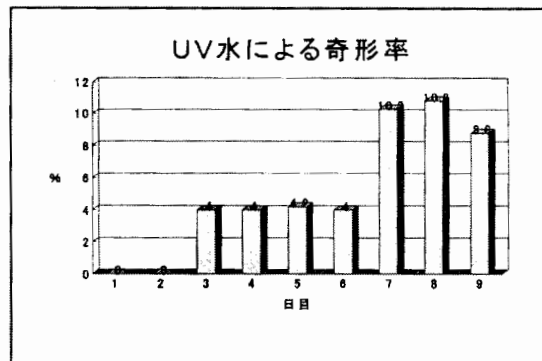
### (1) ヒドラの増殖

ヒドラを純水中と紫外線照射水(UV水)中とで20日間飼育し、増殖を観察した。6日目までは違いはないが、UV水中ではその後個体数が増え、20日後には純水中の4倍となった。



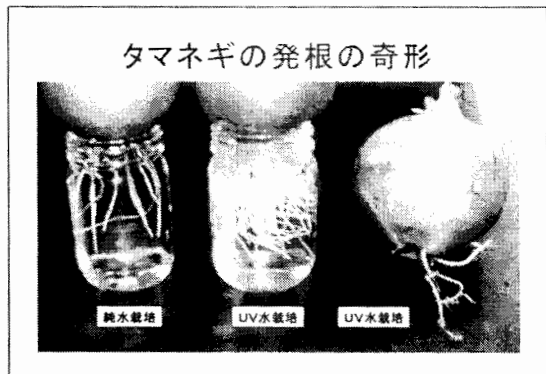
### (2) ヒドラの奇形

UV水中での奇形率は10.8%で純水中の奇形率0.06%に比べて150倍となった。



### (3) タマネギの発根

UV水中で栽培したタマネギでは、発根が盛んに起こり枝分かれする奇形も見られた。

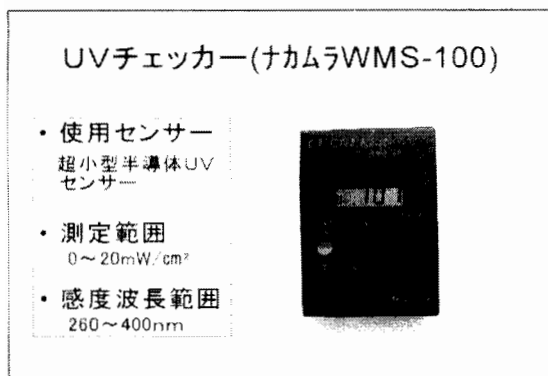


#### 4 紫外線について

紫外線とは可視光線よりも波長が短い光線の総称であり、おもに長波長域紫外線(UVA近紫外線、以下UVA)、中波長域紫外線(UVB中間紫外線、以下UVB)、短波長域紫外線(UVC遠赤外線、以下UVC)に分類される。この中で今、地上まで届いているのはUVA、UVBの大部分である。その他のUVBの一部とUVCは大気圏上のオゾン層によりカットされ、地上には届かない。自然の太陽光線で人体への影響が問題となっているのは、地上まで届いているUVAとUVBである。今現在紫外線の関与が考えられる影響は例として皮膚ガン、白内障、免疫異常などがあげられる。

#### 5 UVチェッカーによる紫外線強度の測定

私たちが生活している場所における紫外線について屋外と屋内での紫外線強度と滅菌箱内のUV灯からの紫外線強度をUVチェッカーを用いて測定した。



このUVチェッカーを使用して室内、室外(晴れ)、室外(曇り)、UV灯から8.4cm離れたところ(UV水の植物への影響実験で用いた条件である)のUVの強度を測った。

結果は、下表のようになった。

	室内	室外(晴れ)	室外(曇り)	UV灯
紫外線強度	0.02	3.5	0.876	0.17

(mW/cm<sup>2</sup>)

この実験から、晴れている時の室外と室内ではUVの強度が約170倍も違うことと曇りの時はUV強度が約75%カットされていることから雲が紫外線をカットしたと考えられる

ことがわかった。また、UV灯は強力なUVを出すのかと思っていたが直射日光より、はるかに弱いということもわかった。

#### 6 UV水中の過酸化水素の滴定

放射線のような高エネルギー電磁波を照射すると水から活性酸素であるヒドロキシルラジカル、スーパーオキシド、過酸化水素が発生すると知られている。紫外線にも放射線と同様の働きがあり、紫外線を照射することにより、水に何らかの化学変化が起こるのではないかと考えた。仮説を、「紫外線により空気中の酸素と水から水中に過酸化水素ができる」とした。過マンガン酸カリウム法により、溶液中の過酸化水素濃度を測定することにした。

##### (1) 実験方法(過マンガン酸カリウム法)

- ① 試料の水を10mlホールピペットで200mlコニカルビーカーにとり、6 mol/l硫酸10mlおよび精製水を加えて約50mlとした。
- ② ビュレットから、0.005mol/l過マンガン酸カリウム水溶液を滴下し、紫色が薄く色づいて消えなくなったところで終点として、滴定量を求めた。
- ③ ②を三回ずつ行い、結果の平均値を求めた。

##### (2) 予備実験

- ・希釈過酸化水素水の濃度  
市販の過酸化水素水を100倍に希釈したものを使用し、実験方法に基づき実験を行った。
- ・結果  
部員二人がそれぞれ3回ずつ滴定した。滴定量は次の通りである。

	Aさんの結果	Bさんの結果
1回目	84.9	95.2
2回目	95.9	96.5
3回目	96.1	93.9

単位(ml)

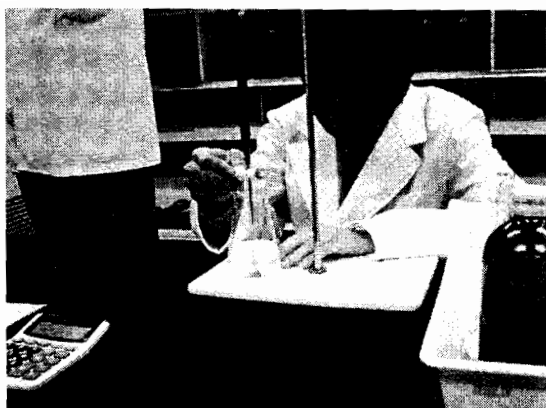
最小値と最大値を除いた4つの数値から平均をもとめる。平均95.275ml

その数値から希釈過酸化水素水濃度を求める。

この過酸化水素水をx molとすると

$$0.005 \times 95.275 / 1000 : x \times 1 / 1000 = 2 : 5$$

$$x = 0.119 \text{ (mol)}$$



この値より求めると、

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O}_2 \text{の質量} &= 1000\text{g}, \text{また } \text{H}_2\text{O}_2 = 34, 1\text{mol} = 34\text{g} \\ \therefore \text{重量百分率}(\%) &= 34\text{g} \times 0.119 / 1000 \times 100(\%) \\ &= 0.4049(\%) = 0.40(\%) \end{aligned}$$

100倍希釈過酸化水素水の理論値は0.30(%)となるはずである。実験値はほぼ理論値と等しく、この測定方法は適当であると考えられる。そこでこの方法を使って、UV水中の過酸化水素の測定をおこなった。

### (3) UV水中の過酸化水素の測定

それぞれの試料で3回ずつ滴定し、滴下量の平均値を求めた。

	一回目	二回目	三回目	平均
UV水1時間照射	0.2	0.1	0.1	0.1333
UV水一日照射	0.2	0.1	0.1	0.1333
汲み置き水	0.1	0.2	0.2	0.1666

単位(ml)

上表より紫外線照射水中の過酸化水素の発生量は、汲み置き水と比べても違いがないことにより、紫外線照射により水中で過酸化水素が発生するとはいえないことがわかった。

## 7 UV水の植物に与える影響

カイワレダイコンの種子の発芽時の茎の長さや葉の数・ウキクサの葉の数の増殖においてUV水の影響を調べるため、5日間実験を行った。

### (1) 実験方法

UV水は300mlピーカーに200ml精製水を入れてUV灯(強度0.170mW/cm<sup>2</sup>)から8.4cm離して1時間照射したものと、一日照射したものを使用した。

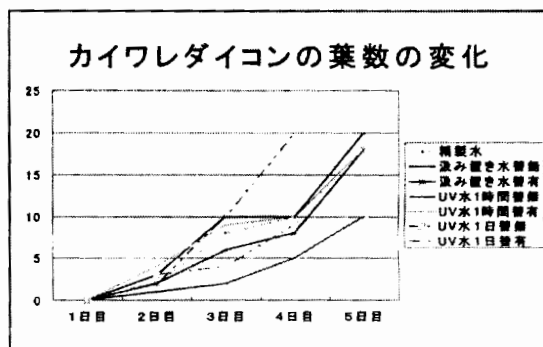
カイワレダイコンはシャーレに30mlずつ

それぞれ精製水とUV水(1時間、1日照射)を入れ、それを脱脂綿に浸し、その上にカイワレの種を10粒ずつそれぞれにまいた。

ウキクサは100mlピーカーに100mlずつそれぞれ精製水とUV水(1時間、1日照射)を入れ、それにハイポネックス0.1mlを加えてウキクサを15枚ずつ入れたものを毎日観察した。それぞれについて毎日、同じ水を替えたものと替えないものを作った。9月5日から5日間、カイワレダイコンの葉の数と茎の長さ、ウキクサの葉の数を毎日、測定し記録した。

### (2) カイワレダイコンの葉の数

カイワレダイコンの種子10粒から発芽して出てきた五日間の葉の総数の変化は次のようになった。



UV水1日替え有りでは2日目の葉の数は少なかったが、その後急激に増えた。

UV水1日替え無しでは3日目に特に葉の数が少なかったが、その後は他のものと同様な葉の数の増加が見られた。しかし、UV1時間照射で替え無しでは2日目から5日目まで、他のものに比べて葉の数はあまり増えなかった。

### 〈考察〉

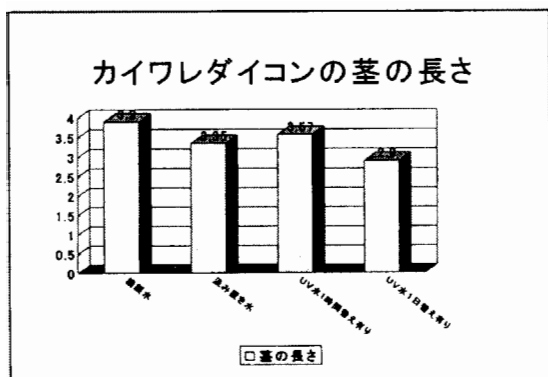
今回の実験では、汲み置き水と精製水との違いははっきり出ず、葉の数の増加に違いはなかった。

### (3) カイワレダイコンの茎の長さ

カイワレダイコン各10本の5日後の長さの平均値である。

### 〈考察〉

茎の長さでは精製水が一番長く、UV水1日替有りが一番短いという結果がでた。

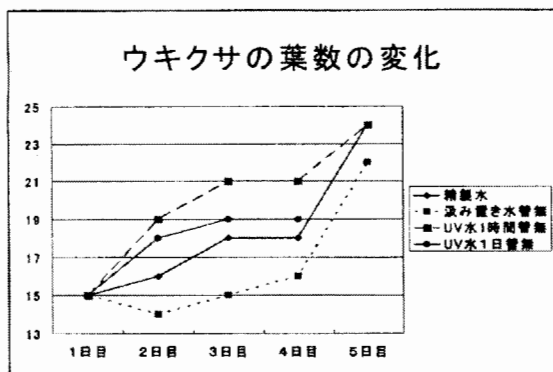


#### (4) ウキクサの葉の数

ウキクサ水替え無しの葉数の5日間の変化である。

#### 〈考察〉

比較的UV水の方が葉の数が多いことがわかる。UV水一時間照射で特に2日目から4日目までの過程に葉の数が多いこと、逆に汲み置き水が少ないことがわかる。



ウキクサの葉の数についてまとめると、次の表のように、水替え無しの場合と水替え有りの場合で汲み置き水とUV水1時間とでまったく反対の

### —ウキクサの葉の数の結果—

	水替え無し	水替え有り
汲み置き水とUV水との比較	UV水 > 汲み置き水	UV水 < 汲み置き水
汲み置き水	一番少ない	一番多い
UV水一時間照射	一番多い	一番少ない

結果となった。

汲み置き水の替え無しと替え有りとは結果が正反対になり、替有の枚数が多く替無は逆に少ないという結果となった。

UV水1時間照射の替無と替有も結果が正反対になり、替無の枚数が多く替有は逆に少ないという結果となった。

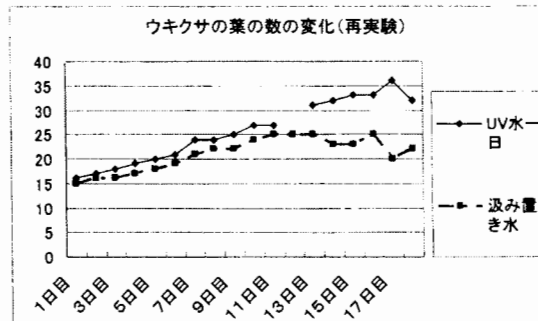
#### (5) ウキクサの葉の数の再実験

前項の実験では、明確な結果がでなかったため、実験を整理し長期間、ウキクサの葉の数について再度実験を行った。今回は、汲み置き水とUV水1時間照射のみの2種類について水替え無しで20日間観察をした。実験方法は前回と同じである。

11日目まではUV水と汲み置き水の葉の枚数の変化は同じくらいだった。それ以降UV水は変わらず増加していたが、汲み置き水は増加が止まって枯れてしまうものもあった。

#### 〈考察〉

UV水と汲み置き水との違いは、10日ほどの口をおくことにより、出てくるのではないかと考えられる。



## 8 まとめ

- (1) UVチェッカーによる紫外線強度測定では、室外(晴)・室外(曇)・UV灯・室内の順となり、UV灯の紫外線強度が室外に比べはるかに弱いということもわかった。
- (2) 紫外線照射により水中で過酸化水素が発生するとは言いえないことがわかった。
- (3) カイワレダイコンでは汲み置き水と精製水との間には、葉の数に違いは見られなかった。汲み置き水とUV水の間でも葉の数に違いは見られなかった。茎の長さでは精製水が一番長くそれ以外のものは多少であるが精製水よ

り短いという結果になった。特にUV水1日  
替え有りが短いという結果になった。

- (4) ウキクサの葉の数では、汲み置き水の替有  
と替無との間に違いが見られただけでなく、  
UV水1時間照射の替有と替無の間にも違  
いがはっきりと見られた。再実験により、U  
V水と汲み置き水との違いは、長期間の栽培  
で差が出てくるのではないのかと考えられる。

今回の結果では、UV水、汲み置き水、精  
製水の間で、カイワレダイコンの発芽および  
葉の数の増加や茎の長さ、ウキクサの増殖に  
違いが見られ、何らかの影響があることが示  
唆されたが、共通の関係は見られなかった。

今回の実験に際し、過酸化作用や紫外線に  
ついて貴重なアドバイスをいただいた岐阜大  
学応用生物科学部食品生命科学課程食品科学  
コースの山内亮教授に、謝辞を申し上げる。

## 9 今後の課題

今年の実験結果では、予想や仮説に対して期  
待されたようなUV水による影響や変化、特徴  
をはっきりとみることができなかつたため、今  
後の実験の方法を再検討する。

UVによる水の化学変化としては、KI法に  
よるオゾン濃度を測定する予定である。また、  
紫外線の殺菌力の比較(UV水の細菌増殖への  
影響)などについて研究を進めるつもりである。

インターネットや文献を使ってUV水によっ  
て起きた事象について情報を収集し、それに基  
づく新たな実験を行い、別の生物を対象にして  
実験も行っていく。

## 10 参考文献

淡水産ヒドラの研究その1～その3

浜松市立高校生物部 1996～1998

UV(紫外線)の基礎知識

<http://acuvue.jnj.co.jp/health/care/uv01.htm>

Acuvue

生物観察実験ハンドブック 朝倉書店

今堀宏三、山極隆、山田卓三(1985)