

音波による

アオコ発生抑制技術の開発

青森県立名久井農業高等学校

環境研究班

代表 環境システム科 3 年 熊谷紀乃

前川原新、出町孔汰

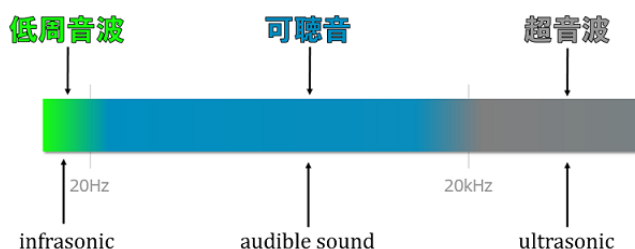
1 序論

養液栽培は病虫害が少なく、生育も早いことから世界中に定着している。しかし課題のひとつにアオコの発生があげられる。アオコとは藍藻類の総称だが、豊富な栄養分を含んでいる養液には発生しやすい。一度発生すると養液や装置が緑に変色し、悪臭が漂うようになる。さらに野菜の根に付着することから肥料分の吸収力が落ち、収量にも影響してしまう。対策として養液を 25℃ 以上にしないこと、こまめに養液を取り替えることなどがある。しかし栽培施設で水温上昇を抑えるには大型の冷却装置が必要であり、養液取り替えにはコストがかかる。さらに大量の廃液が出ることから環境に与える影響が大きい。そこでアオコの発生を音波で抑える新しい技術開発に取り組んだ。

2 研究方法

(1) 音波の選択

振動は生物の生育に影響を与えることがわかっている。そこで養液槽内で超音波や低周波を与えたら、発生に変化があるのではと仮説を立てた。私たちが用いた超音波は 110kHz、低周波は 20Hz とした。(図 1)



(2) 試験区と栽培装置

養液が 4L 入る水槽を用意する。超音波区は水槽の中央に加湿器に用いる小型超音波発生器を取り付け、常に作動させる。低周波区は水槽の壁に振動スピーカーを取り付け、CD プレーヤーから低周波音源を常に流す。また超音波区、低周波区にレタスを植え付ける区も設け、無処理の Control とともにアオコの発生状況や水質変化を比較した。(図 2) なお養液は一般的養液栽培であるハイポネックス微粉 (6.5-6-19) の 1000 倍液とした。

試験区	処理
Control	無処理
超音波区	110kHz
低周波区	20Hz
超音波栽培区	110kHz+レタス
低周波栽培区	20Hz+レタス

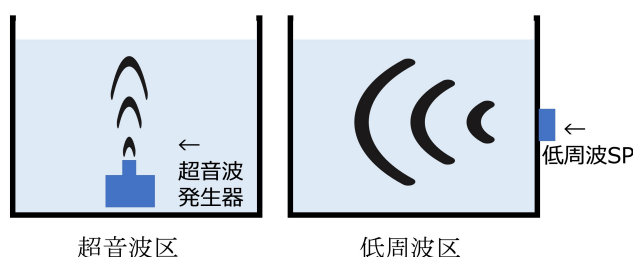


図 2 試験区と栽培装置

3 研究結果

(1) 発芽試験

藍藻類は、種子から発芽して繁殖することがわかっている。そこで二十日大根の種子 10 粒を湿らせたろ紙を敷いたシャーレに設置する。Control はそのまま放置するが、低周波区はシャーレを容器に入れ、容器の壁に伝振動 SP を貼り付け 20 Hz の音源を流し、揺らし続けた。なお超音波区は振動を与えるのが難しく、発芽試験は行わなかった。

その結果、1 週間後の発芽率は無処理の Control が 100% だったのに比べ、低周波区は 70% と低かった。低周波の振動が二十日大根の発芽を抑制したと考えられる。これにより水槽の藍藻類の発芽も抑制できる可能性が見えてきた。(図 3)

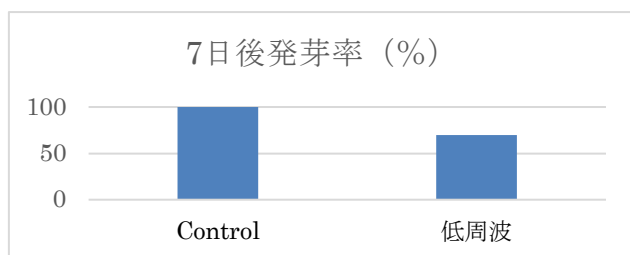


図 3 低周波が発芽に与える影響と使用した伝振動スピーカー

(2) アオコの発生状況

窓辺に水槽を設置し、アオコの発生を4週間観察した。その結果、Controlと超音波区でアオコの発生が見られた。水は緑化し、肉眼でも藻類をたくさん確認できるほどであった。これが水耕栽培の問題点である。しかし低周波区は、同じ場所に置いたにもかかわらず、ほとんど発生しなかった(図4)。

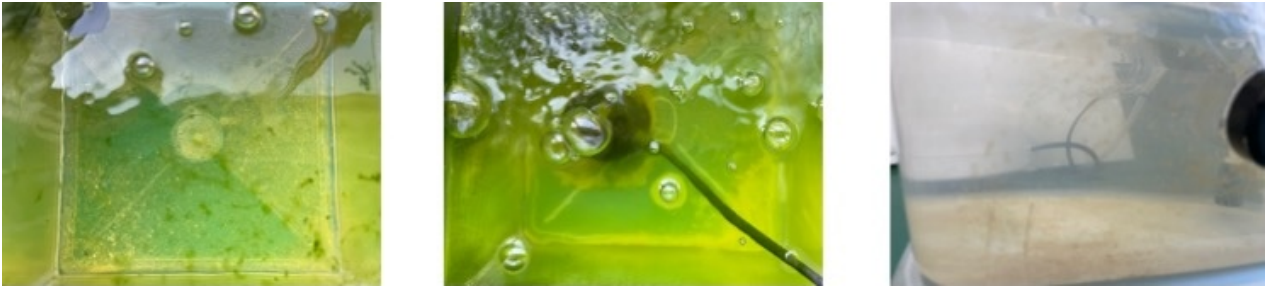
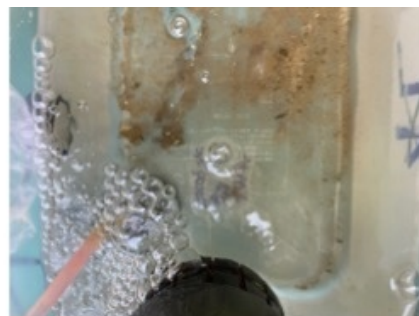


図4 アオコの発生状況

次に超音波区と低周波区にレタスを植えた区の発生状況を観察する(図5)。すると超音波区ではアオコの発生が抑制された。これは過剰な栄養分をレタスが吸収したからだと考えられる。しかしこの実験では、実際の大型水耕栽培に比較するとレタスに対して養液が少ない。実際の施設では大量の養液をかけ流すため、作物が吸収しても栄養塩の濃度は濃い状態に保たれる。したがって施設ではアオコが発生する可能性はあると考える。ところが低周波区では、アオコの発生が見られなかった。これにより無処理よりも植物があったほうがアオコの発生は減ること、超音波のアオコ抑制効果は少なく、低周波の抑制効果が大きいことがわかった。



超音波+レタス区



低周波+レタス区

図5 アオコの発生状況(レタス付き)

(3) 水質分析

観察と同時に各水槽の水質変化を4週間分析した(図6)。その結果、pHはアオコが発生したControl、超音波区で高くなった。これはアオコの発生により光合成が盛んになり、水中の二酸化炭素が減少したためと考えられる。なぜなら水中の二酸化炭素は、水と反応して炭酸を形成する際、水素を放出して水を酸性にする。つまり二酸化炭素が減少しているControlは逆にアルカリ性に傾いたと推測できるからである。

アンモニア態窒素もControlが多い。藻類が発生すると中には死滅するものが出てくる。これらは有機物のため、微生物によってアンモニア態窒素が産出されたと考えられる。超音波区のアンモニア態窒素が多いのも同じ理由と考えられる。硝酸態窒素も同様の結果となった。アンモニア態窒素が硝化されたものと考えられる。嫌気環境だと脱窒が起き、大気に放出されるが、養液栽培では根腐れを防ぐためエアレーションしているので減少しなかったとも考えられる。なおレタスを栽培した区は低い傾向にある。これはレタスによって吸収されたからだと考えられる。水質汚染の指標であるBOD、濁度は、やはりControlで高かった。

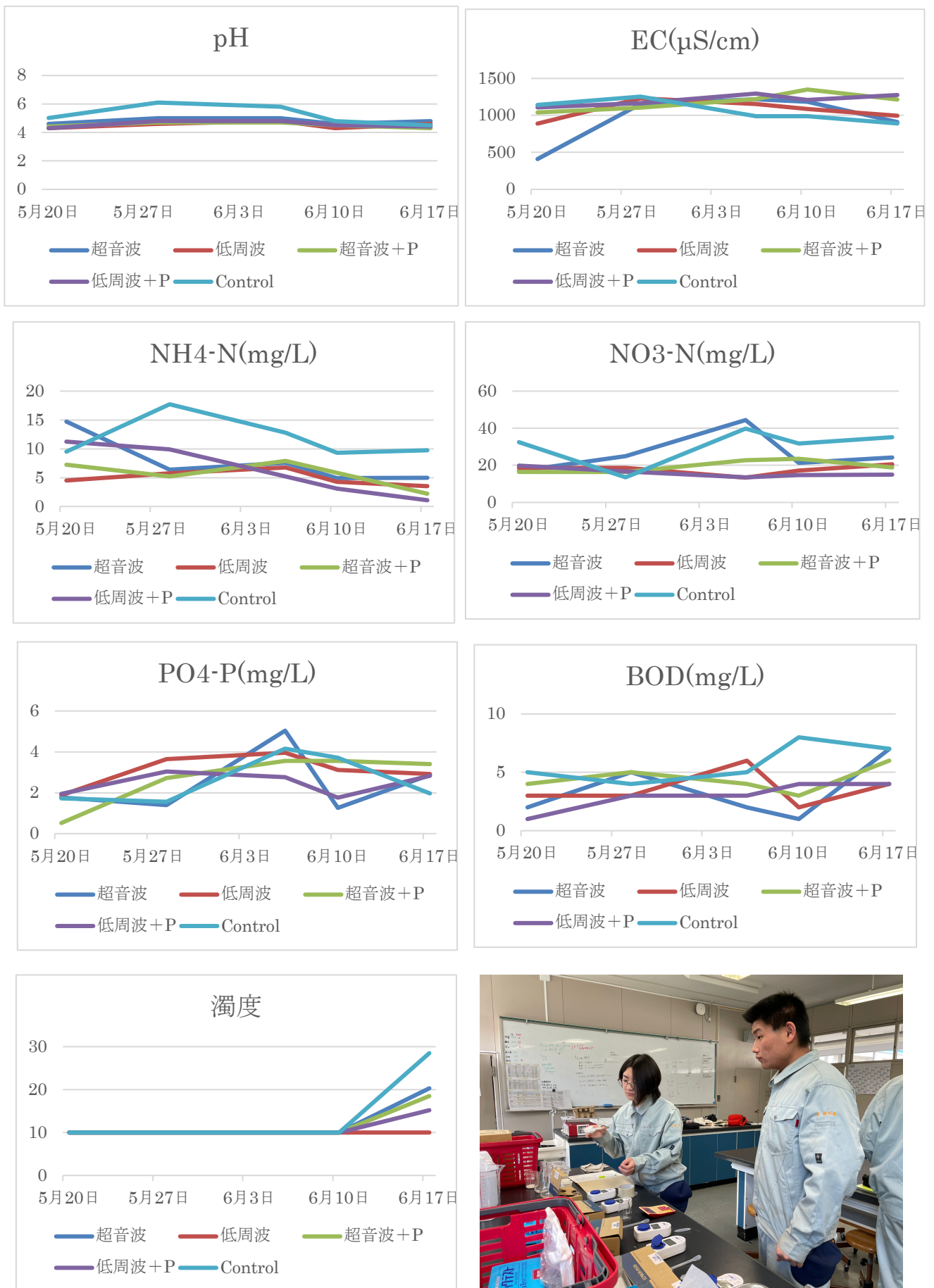
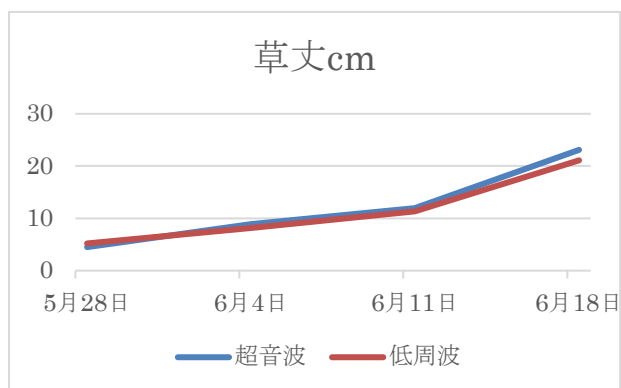


図6 4週間の水質の推移

(4) 生育と収量

水槽で栽培したレタスの生育状況を比較した（図7）。その結果、草丈ではどちらの音波を使っても大差がなかった。次に収量を比較する（表1）。



1 株		Control	超音波	低周波
全長	cm	39.1	38.1	40.2
根長	cm	21.7	12.1	23.7
全重	g	24.1	13.4	23.7
地上部重	g	18.8	11.8	21.2
SPAD(葉色値)		16	12.3	19.7

表1 レタスの収量

(5) 総合考察

同じ音波でも超音波ではアオコが発生し、低周波で抑制された理由を考えてみた。ひとつは用いた超音波発生器の照射角が狭いことがあげられる。超音波区の水槽底には茶色に変色したアオコが沈んだため、照射範囲に入ったアオコにはダメージを与えたと思うが水槽全体に影響は及ぼさない（図8）。1度発生したアオコの繁殖力は強く、最終的にはアオコ発生を防げなかったと思われる。しかし水槽の壁に取り付けた振動SPは水槽そのものを揺らすため、全体に影響を及ぼす（図9）。振動で二十日大根の発生が抑制できたように、アオコの発芽も抑制できたため、発生しなかったと考えられる。またアオコの細胞にはガス胞があり、これで浮き沈みする。しかし圧力に破壊されやすいことから低周波により機能不全に陥り、繁殖できなかった可能性もある。



図8 超音波で変色沈下したアオコ



図9 全体を揺らす低周波



図10 水耕でのアオコ

4 まとめと今後の展望

アオコは発生すると対応できない（図10）。ポイントはいかに発生を抑制するかだと考え研究を行った。その結果、低周波は常に水全体を揺らし続けるため、発生そのものを抑制できたと考えられる。それに対して今回用いた超音波発生装置の照射角が狭かったので限られた水だけにしか影響を与えられず、最終的にはアオコを発生させてしまったと考えている。またレタスを栽培したが、音波によって生育が抑制されることはなかったが、超音波が根の伸長に悪影響があるように感じる。実用化にはもっと実験を行う必要はあるが、低周波でアオコの発生を明らかに抑制できることを発見し、驚きであった。また低周波は養液槽の壁に貼るだけで発生させられるため、既存の装置にも取り付けでき、今後アオコ発生に効果の大きい優れた技術に発展する可能性がある。水耕栽培だけでなく、貯水地や水族館、家庭のアクアリウムなどでの社会実装を目的に、さらに研究を続けていきたい。