

糸状藻類アオミドロのバイオ燃料としての可能性を探る！



【背景】

- 近年、地球温暖化やCO2濃度上昇による気候変動が世界規模で問題となっており、脱炭素、カーボンニュートラルが叫ばれている。その問題解決の1つとして、藻類バイオマスによるカーボンニュートラルな燃料の使用が考えられる。
- オイルを含んだ藻類といえば、ボトリオコッカスやイカダモ、ミドリムシが有名だが、今回、私は日本ではまだバイオ燃料としての研究がほとんど行われていないアオミドロに着目し、効率的な培養、**オイル含有量の調査、実用化に向けた大量培養**について研究を行った。

1. 微細藻類が生み出すバイオ燃料とは

藻類は、水中に棲息し、太陽光を利用して光合成を行い、その代謝産物としてオイル（原油）を産出する（中東の石油は、太古の昔、**オイルを含んだ藻類が堆積してできたもの**だといわれている）。オイルを多く含む代表的な藻類には、以下のような種類があり、輸送用燃料の原料として有望視されている。

種類	画像 (Wikipedia)	生息地	炭化水素含有量	種類	画像 (Wikipedia)	生息地	炭化水素含有量
ボトリオコッカス		湖沼・生活排水	60%	イカダモ		水田・沼	40%
オーランチオキトリウム		汽水域	70%	ミドリムシ		水田・沼	25%

* 炭化水素含有量 = 乾燥した状態でのオイル含有量

2. 他のバイオ燃料(トウモロコシ等)との比較

- 他の代表的なバイオ燃料のトウモロコシ等（農業）のように大量の水は必要なく、蒸発した分の水を補充するだけで育成できる。
- トウモロコシから生成できるアルコールは熱量が低く、車などで使用するにはガソリンに1～2割程度を混ぜて使用する必要がある。藻類は軽油に近い成分なので、車や飛行機などにそのまま使用できる可能性がある。
- 藻類はトウモロコシと比較して、1 haあたりのオイル生産量が300～800倍多いことに加え、濃縮→抽出で生成できるため効率が非常に良い。日本の休耕田の約5%を使用することで、**日本全体の石油をまかなうことが可能**という試算もある。

各種作物・微細藻類のオイル生産能の比較 (Chisti 2007を改変)

作物・藻類	オイル生産量 L/ha/年	世界の石油需要を満たすのに必要な面積 (100万ha)	地球上の耕作面積に対する割合(%)
とうもろこし	172	28,343	1430.0
綿実	325	15,002	756.9
大豆	446	10,932	551.6
菜種	1,190	4,097	206.7
ヤトロファ	1,892	2,577	130.0
ココナッツ	2,689	1,813	91.4
パーム	5,950	819	41.3
微細藻類①*	136,900	36	1.8
微細藻類②**	58,700	83	4.2

一般社団法人 藻類産業創成コンソーシアム HPより

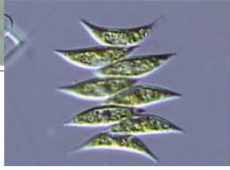
【課題】

トウモロコシなど食物の栽培は2万年の歴史があるが、藻類は50年程度しかない。

藻類によるバイオ燃料の更なる普及には、藻類を効率的よく大量に増やす技術を確率していくことが重要。

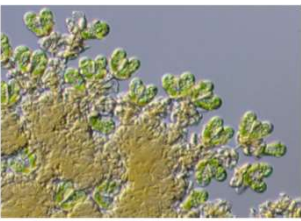
【現在の主な微細藻類の大量培養から回収まで】

・密閉型容器で、他の藻類が混入しないように培養



バイオベンチャー企業群“ちとせグループ”より

・開放型で、ボトリオコッカスの培養に成功



株式会社IHI、国立大学法人神戸大学および株式会社ちとせ研究所より

水分と微細藻類の分離



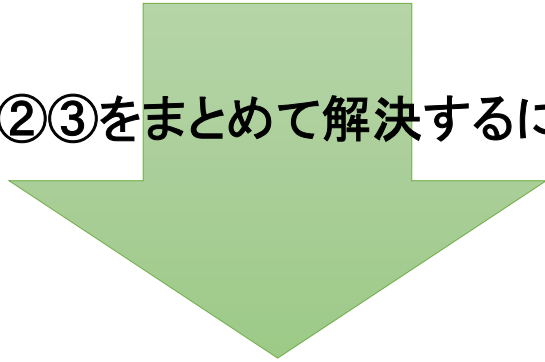
遠心分離機



【大量培養の課題】

- ① 特殊な培養装置が必要
- ② 培養速度が遅い(ボトリオコッカス)
- ③ 微細藻類の回収に、遠心分離機を使用することが一般的

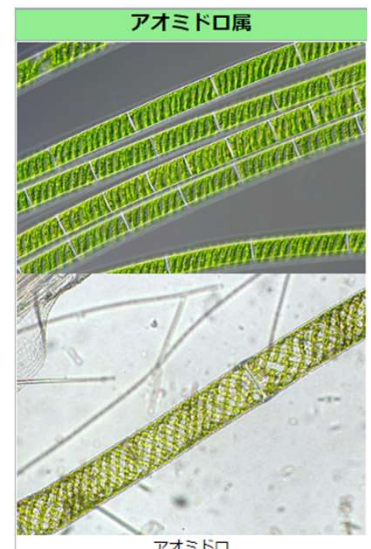
課題の①②③をまとめて解決するには・・・



【アオミドロの採用】

・田んぼや貯水池で自然に大量発生することがある大型の藻類で、大量に発生することで稲を倒したり、腐敗することで臭気を出すことがあったり、雑草のような存在である。
また、熱帯から極地まで世界中の淡水域に広く分布するという生命力が強い藻類である。

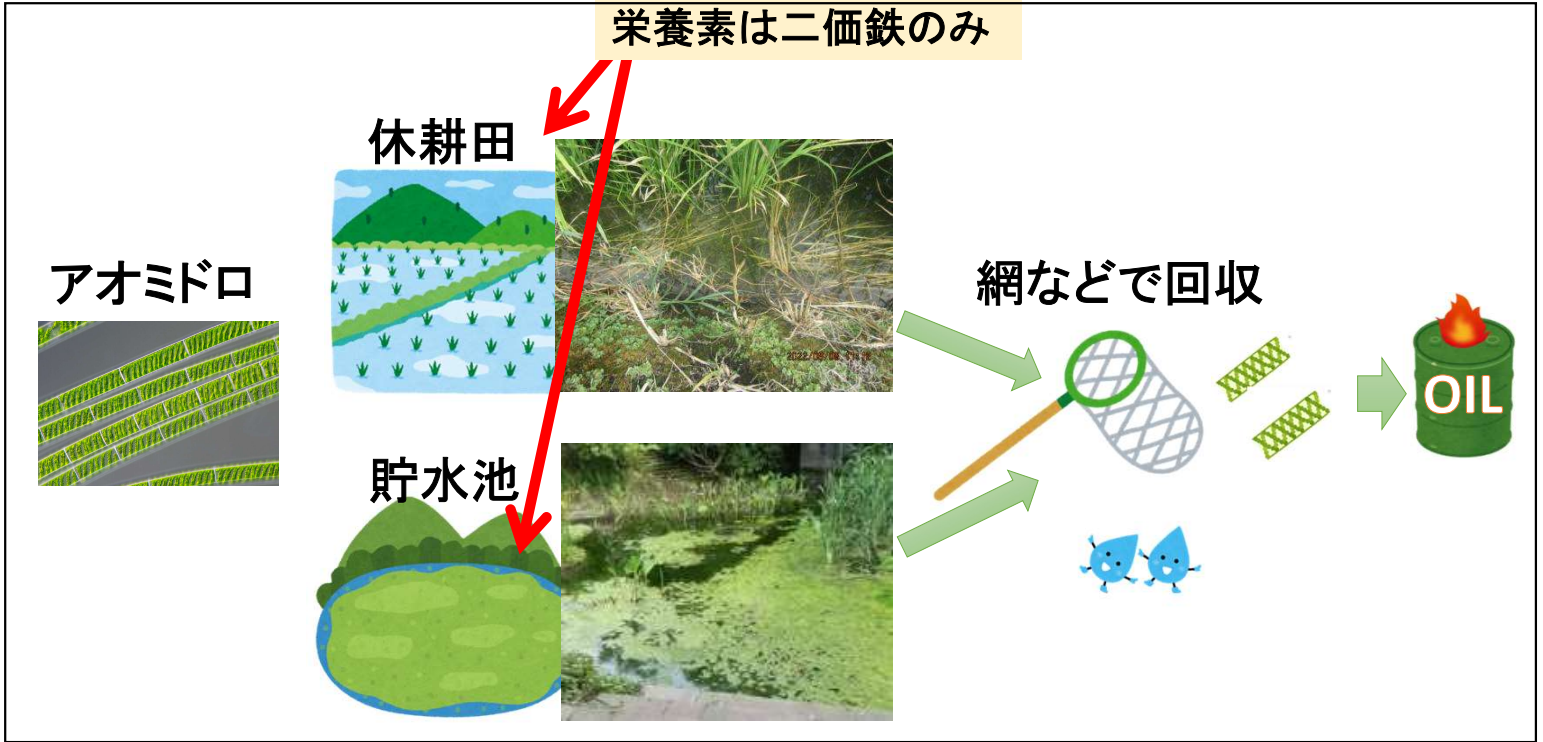
・日本でのバイオマス燃料としての研究はほとんど行われていない。



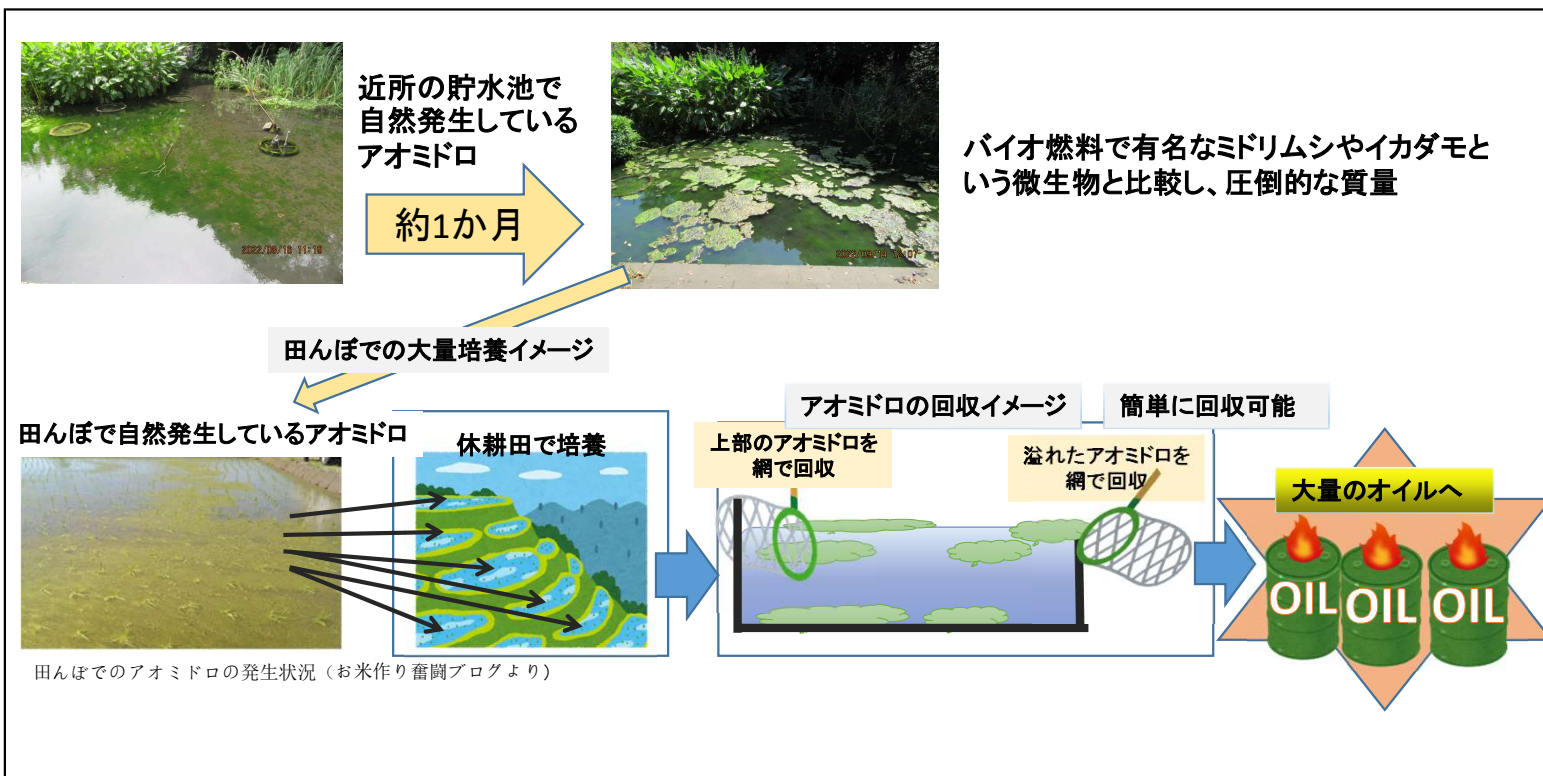
【アオミドロを利用した新たな大量培養から回収まで】

【利点】

- ① 特殊な装置は不要で、田んぼや貯水池で、自然な状態で利用できる。
- ② 培養速度が早い
- ③ 回収は網で簡単に採取できる。



【日本には休耕田が約55万haあるので、利用して大量培養を行う】



実験1.身近な所で藻類を探す。

【方法】海、池などに行って藻類を探してみる



いくつもの沼を探したが、採取しやすい藻類はなかなか見つからない。

やっと見つけた藻類(アオミドロ)だが、雨の翌日に採取にいくと、無くなっている…。

天気の良い日が続いてから採取に行くと採取しやすい。



【結果】

- ・海では「あおさ」を採取できたが、培養に海水が必要となるため今後の実験対象から除外。
- ・貯水池でアオミドロという大型藻類を発見→採取(網で簡単に採取できた)。

[考察:アオミドロに関して]

- ・同じ場所に並んだ沼でも水面の波立っている場合は存在していない。
- ・アオミドロには根が無いため、雨で下流に流れ出してく。
- ・下流に流れ出た後、天気の良いと急激に増殖する。

【横浜市金沢区の貯水池での生息状況】

8月16日



アオミドロには根がないため
雨によって一定量が流出

9月14日



約1か月後に確認すると、
水中一杯になっている

12月4日



冬季でも一定の量が生息
できている

実験2.身近なところで採取できたアオミドロを培養しノウハウを得る

【方法】 各栄養素を添加し、培養速度を調査する。



通常の植物に必要な栄養素やサプリメントを用意する



混ぜる！



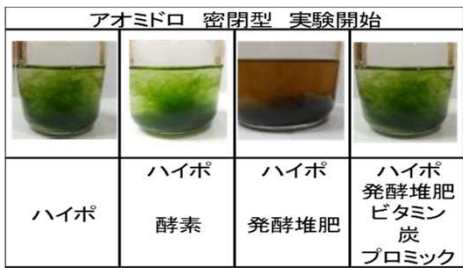
栄養素を組み合わせる

【結果】

- ・ハイポネクス(窒素)が重要な栄養素であることが分かった。
- ・ハイポネクスと酵素の組み合わせや、発酵堆肥なども効果があった。

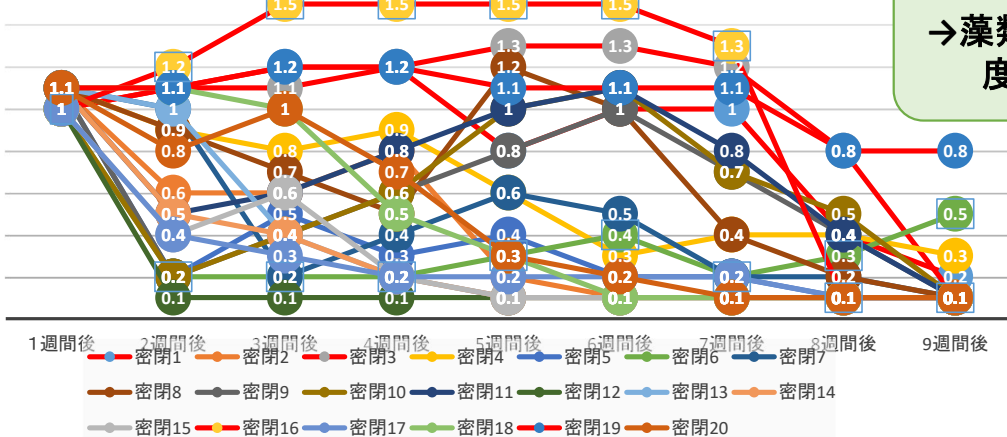
栄養素の組み合わせ一覧表

	ハイポ	ビタミン	酵素	スピルリナ	鉄	ギャバ	アミノ酸	プロミック	炭	竹炭	ソイル	砂利	発酵堆肥	黒土	腐葉土	1週間後	2週間後	3週間後	4週間後	5週間後	6週間後	7週間後	8週間後	9週間後
密閉1	0.1%															1	1	1.2	1.2	0.8	1	1	0.4	0.2
密閉2	0.1%	●														1.1	0.9	0.6	0.8	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
密閉3	0.1%		●													1	1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.2	0.8	0.1
密閉4	0.1%			●												1.1	0.9	0.8	0.9	0.6	0.3	0.4	0.4	0.3
密閉5	0.1%				●											1.1	0.9	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1
密閉6	0.1%					●										1	0.9	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.5
密閉7	0.1%	●	●				●									1.1	1	0.2	0.4	0.6	0.5	0.2	0.2	0.1
密閉8	0.1%			●	●	●										1.1	0.7	0.7	0.5	1.2	1	0.4	0.2	0.1
密閉9	0.1%	●	●				●		●							1.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1	0.7	0.4	0.1
密閉10	0.1%	●	●				●		●		●					1	0.2	0.4	0.6	1	1.1	0.7	0.5	0.1
密閉11	0.1%	●	●	●	●	●	●				●					1.1	0.5	0.6	0.8	1	1.1	0.8	0.4	0.1
密閉12	0.1%									●						1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
密閉13	0.1%								●							1.1	1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
密閉14	0.1%							●								1.1	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
密閉15	0.1%											●				1	0.1	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
密閉16	0.1%												●			1	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	0.1	0.1
密閉17	0.1%												●			1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
密閉18	0.1%		●							●			●	●		1.1	1	1	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
密閉19	0.1%	●						●	●				●	●		1.1	1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	0.8	0.8
密閉20	0.1%												●	●		1.1	0.8	1.1	0.7	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1



3週間後での効果が1番だったのは、ハイポネクスと発酵堆肥の組み合わせであった。

アオミドロの生育状況



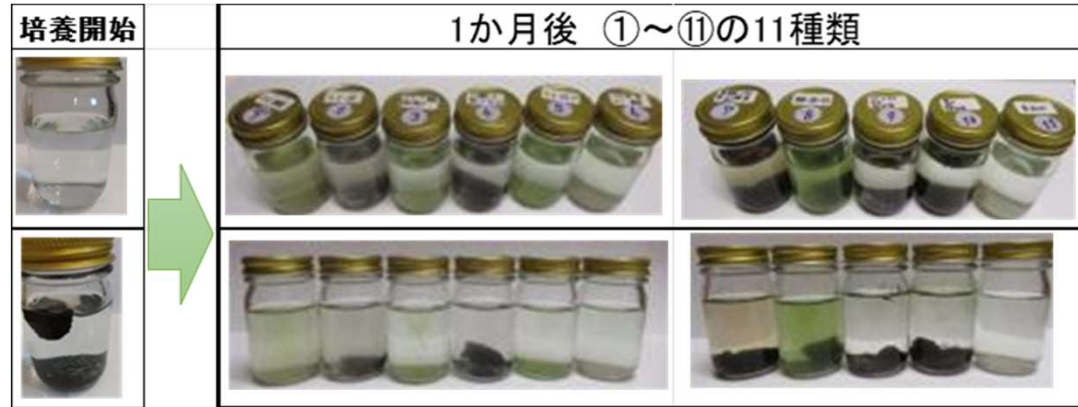
培養成功！
→藻類の育成状況(密度)を毎日観察



実験3. 国立環境研究所微生物系統保存施設からオイルを多く含むと言われる微細藻類(イカダモ(NIES-120)、ミドリムシ(NIES-49))を分譲してもらい培養する 2021

【方法】 密閉容器にイカダモ(NIES-120)、ミドリムシ(NIES-49)をそれぞれ用意(他の生物の混入を防ぐ)し、各栄養素を投入し観察する。

● ミドリムシ(NIES-49)の培養結果



アオミドロと同じく、酵素・炭・ギャバの組み合わせで、緑が濃くなっている→培養大成功



● イカダモ(NIES-120)の培養結果



アオミドロと同じく、酵素・炭・ギャバの組み合わせで、緑が濃くなっている→培養大成功



【結果】 アオミドロで有効だった栄養素は、イカダモ(NIES-120)、ミドリムシ(NIES-49)ともに有効であった。

ミドリムシ (NIES-49)	ハイポネックス + 酵素 + 炭 + GABA
イカダモ (NIES-120)	ハイポネックス + 酵素
	ハイポネックス + 酵素 + GABA + 炭
	ハイポネックス + 酵素 + 活力剤
	ハイポネックス + 酵素 + ビタミン + アミノ酸 + 炭 + ソイル

酵素とはタンパク質！！ → 更なる追究！！

培養大成功

酵素=タンパク質が重要な栄養素であることが分かったので、プロテインやトレーニングで使用するBCAA(サプリメント)、コンブチャなどで培養できるか？

追加培養



考察:

イカダモやミドリムシを培養する際は酵素・炭・ギャバを入れるとよいタンパク質を含むプロテインなどのトレーニングサプリメントも培養に有効

実験4.各藻類の環境条件での培養条件を調査する。

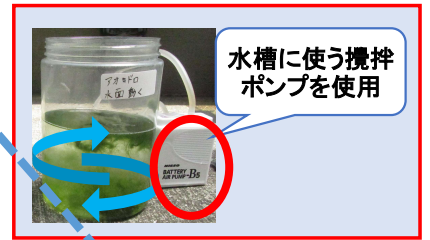
【方法】 開放型容器に複数の藻類を投入し、エアープンプで攪拌する容器と、攪拌しない容器とで比較観察する。

(採取してきたアオミドロには、イカダモや他の微生物も一緒に生息している)

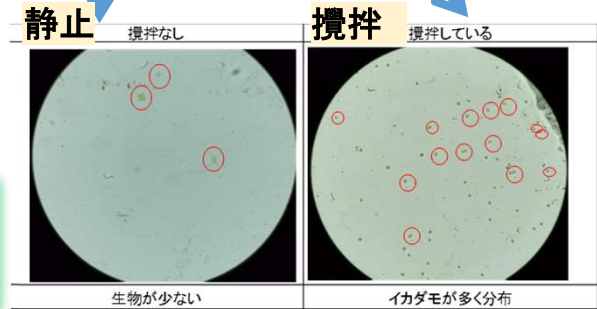
【結果】

- ・攪拌した容器では、アオミドロの増殖が抑えられイカダモが増殖していた。
- ・攪拌しなかった容器では、アオミドロが増殖していた。

	開始		1日目		5日目 横		5日目 上	
写真	攪拌	静止	静止	攪拌	静止	攪拌	静止	攪拌
静止	底に溜まる		上部に留まり、空気の泡を出し始める		徐々に下に伸びてきた		藻の量は増えている	
攪拌	-		全体の色が濃くなる		全体の色は濃いですが藻は微増		藻の量は増えていないが、全体的に緑色が濃くなっている	



攪拌結果:
攪拌すると、アオミドロの増殖は鈍化するが、イカダモ(オイルを含有する藻類)は増える傾向がある。



追究
イカダモの培養に有効!!

沼には、特徴があった!



小型生物のみ



大型生物・生息数多



池の名称・色	全体の写真	生物の生息状況	水中の生物確認
水の谷 全体的に緑色			
アオミドロ ◎ イカダモ △	表面にアオミドロ	目視できる魚はいない	アオミドロと少量のイカダモ
能見台緑地 浅瀬は茶色、他は全体的に緑色			
アオミドロ △ イカダモ ◎ 理想的!	目視できる藻類は無し	魚・亀が少数生息	ちぎれたアオミドロとイカダモなど微生物
稱名寺 全体的に茶色			
アオミドロ × イカダモ ×	目視できる藻類は無し	魚・亀が多数生息	ほぼ微生物はいない

考察:

- ・水を攪拌したり、適当な数の魚を入れたりすることによってアオミドロの増殖が抑えられ、イカダモなどの微生物が増殖し易い環境が作られることが分かった。
- ・最適な環境条件は、藻類の種類によって異なると考えられる。
- ・藻類ごとの最適な環境条件を追究しコントロールすることによって、有益な藻類だけを効率良く増やすことができる可能性がある。

実験5.大型藻類のアオミドロにもオイルが含まれているか調査する

【仮説】これまでの調査で、貯水池でアオミドロとイカダモが共存しており、栄養素も同じような物が好まれることから、アオミドロにもオイルが相当量含まれていると考えた。

【方法】

1. アオミドロを乾燥させる。
2. 装置を用意する。→圧力鍋、ステンレスのザル、シリコンチューブ、ガラス瓶、水を張った桶、精製水。
3. 圧力鍋に精製水500g投入し、ザルの上に置いたアオミドロを圧力鍋に入れる。
4. 圧力鍋に蓋をする。
5. 安全弁にシリコンチューブをつなぎ、チューブを冷却用の桶の中に沈める。
6. チューブの出口をガラス瓶にセットする。
7. 圧力鍋に火をつけて蒸気を捕らえる。
8. 1度、精製水500gで加熱し、不純物を除去してから、再度、精製水500gで加熱し収集。

ミドリムシからオイルを抽出する方法は、遠心分離機により藻類と水分を分離・乾燥→圧搾で行っているらしい。

水蒸気蒸留法でやってみよう！

1.乾燥	2.装置の用意	3.材料のセット	4.蓋をする
			
完全に乾燥できなかったが、96g用意	圧力鍋、シリコンチューブ、精製水、他	アオミドロを蒸すためのザルにセット	蒸気がチューブから出るようにセット。
5.チューブを冷却	6.ガラス瓶のセット	7.圧力鍋に点火	8.不純物の除去
			
蒸気を冷やす	冷やされた蒸気を溜める	加熱する	今回は廃棄

合計1リットルの精製水を蒸発させるのに、鍋・冷却・抽出の3人で1時間ほどかかった・・・

【結果】

- ・直径7cmの瓶2本の水面を覆う位のオイルが出た！

考察：

含有量は不明だがアオミドロには確実にオイルがある！



実験6.環境に優しい栄養素の調査 1/2

2022

- 2021年の研究で、窒素肥料が培養に効果的だということがわかった。しかし！！窒素肥料(ハイポネックスなど)は、作成に世界の石油消費量の2~3%を使用している、また使用することで河川への硝酸溶脱により富栄養化が発生し環境に悪影響を与えている。

オンライン講座:東京大学・妹尾教授の「微生物は縁の下の力持ち」を受講し、窒素肥料の問題点と、代替肥料として、農業用純鉄粉を使用していることを学んだ。



→藻類にも鉄に関する肥料で効果がでないか検証しよう。



6-1.鉄に関する肥料が、窒素肥料(ハイポネックス)の代わりとなるか検証

2021年の培養実験で、鉄分(サプリメント)を使った培養を行ったが失敗している。そこで、鉄に関する肥料の調査を行ったところ、二価鉄が肥料に向いていることが分かったので、二価鉄溶液が藻類にも有効か検証を行った。



6-2.二価鉄(100倍希釈)を従来の栄養素に追加したものと、二価鉄単体での効果を検証

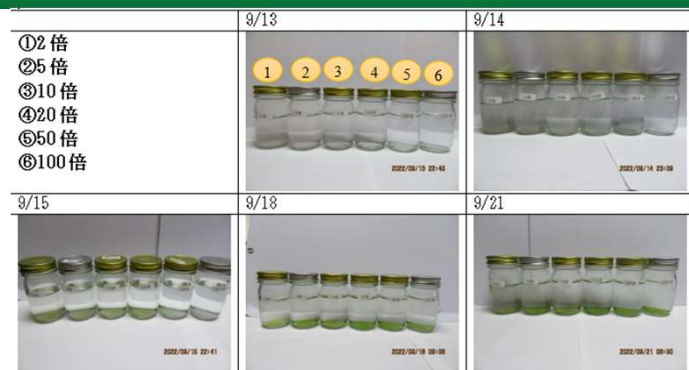
ハイポネックスと二価鉄を比較

- ①イカダモ(NIES-120)・ミドリムシ(NIES-49)・酵素・炭・GABA・ハイポネックス
- ②イカダモ(NIES-120)、ミドリムシ(NIES-49)・酵素・炭・GABA・ハイポネックス・二価鉄
- ③イカダモ(NIES-120)、ミドリムシ(NIES-49)・二価鉄
- ④イカダモ(NIES-120)・酵素・炭・GABA・ハイポネックス
- ⑤イカダモ(NIES-120)・酵素・炭・GABA・ハイポネックス・二価鉄
- ⑥イカダモ(NIES-120)・二価鉄

結果

二価鉄はハイポネックスに負けない！
二価鉄単体でも、多少の効果あり！

6-3.二価鉄単体での最適な希釈率を検証 2~100倍希釈で実験



結果

2倍は今一つだが、5~100倍では、
ほとんど差が無い！

少ない二価鉄で培養可能！

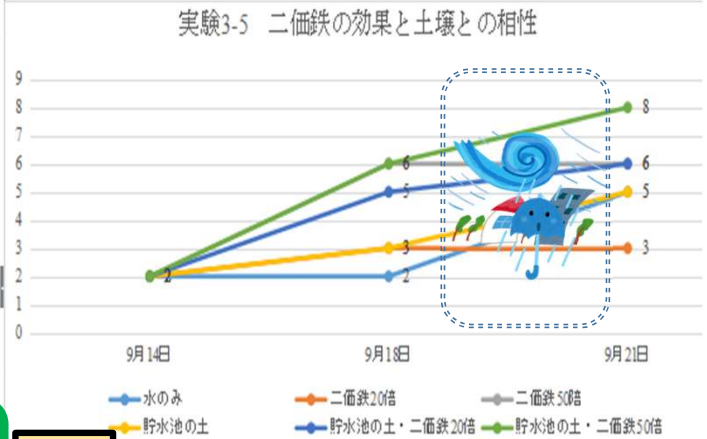


実験6.環境に優しい栄養素の調査 2/2

2022

6-4.土壌と二価鉄の希釈率ごとの組み合わせを検証する。

	水	二価鉄 20倍 200mL	二価鉄 50倍 80mL	貯水池の土	貯水池の土 二価鉄 20倍 200mL	貯水池の土 二価鉄 50倍 80mL
9/14	アオミドロ2ccをそれぞれの水槽に投入					
9/18						
	20C	30C	60C	30C	50C	60C
9/21	台風によって多少の雨水が入ってしまった。					
	50C	30C	60C	50C	60C	80C



結果

アオミドロ生息地の土と二価鉄の組み合わせが効果が高い

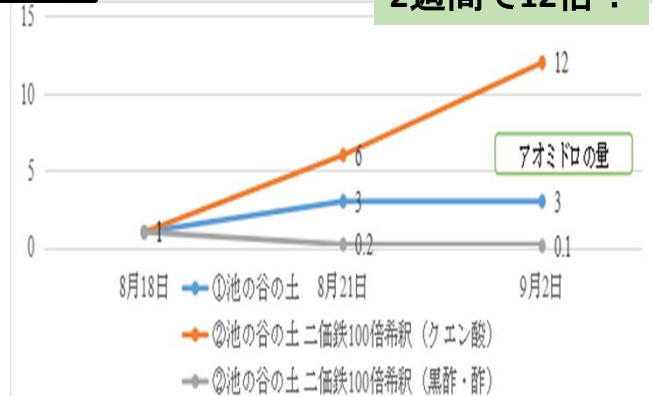
ただの水のアオミドロが、雨が降った後に増えていた！！→次のページへ

クエン酸で作った二価鉄とお酢で作った二価鉄はどっちが有利か？

	①土のみ	②クエン酸 二価鉄	③黒酢 クエン酸
8月16日 18:43 ①貯水池の土のみ ②貯水池の土にクエン酸の二価鉄40mg/L ③貯水池の土に黒酢の二価鉄30mg/L アオミドロ投入			
	1cc	1cc	1cc
8月17日 12:52 (曇り)			
8/19 9:52 ③黒酢による二価鉄は失敗したので、通常の酢による二価鉄を用意			
8/20 17:39 晴れ ②は、大量の気泡が発生しており順調といえる			
8/21 16:36 回収			
回収量	3cc 3倍	6cc 6倍	0.2cc 0.2倍
9/2 曇りが多く日射時間が短かった			
回収量	3cc 3倍	12cc 12倍	0.1cc 0.1倍

結果

2週間で12倍！



二価鉄と貯水池の土の組み合わせが最強！！

結果

- クエン酸で作成した二価鉄と貯水池の土の組み合わせは、天候が悪くても2週間で12倍に増殖した。
- お酢による二価鉄はアオミドロと相性が悪く培養はできなかった。
- 貯水池の土だけの場合、天候が悪いと培養速度が落ちる傾向がある。

実験7.アオミドロのオイル含有量を調査する

2022

7-1.エタノールを使って、アオミドロからオイルを抽出する

溶剤抽出法(1.紙皿を用いた自然蒸発法と、2.湯銭による蒸発法)を用いて検証を行った。

【藻類が含むオイルの特徴・種類】

・水に溶けない・石油に近いもの・中性脂質・脂肪 脂肪酸・クロロフィル・色素が油性

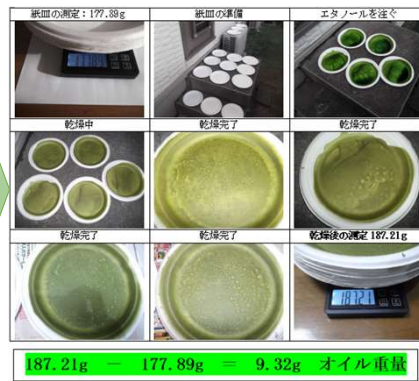
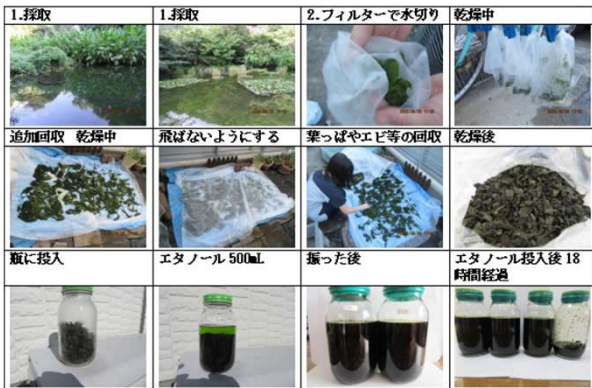
【オイルを含む代表的な藻類】

・ボトリオコッカス(含有率50%前後) 培養が難しい ・ミドリムシ イカダモ 屋内培養がメイン

【中性脂質について】

・石油と同じものではないが脂肪酸(トリグリセリド)が含まれている。

脂肪酸そのものは、直接燃料としては使えない。バイオエタノールは、脂肪酸とは別の物で、「バイオマス発酵」という特別な工程が入る。これを化学変化させることによって石油と同じように扱うことができる。



187.21g - 177.89g = 9.32g オイル重量

102.02g - 99.03g = 2.99g オイル重量

2022

2021

水蒸気蒸留法

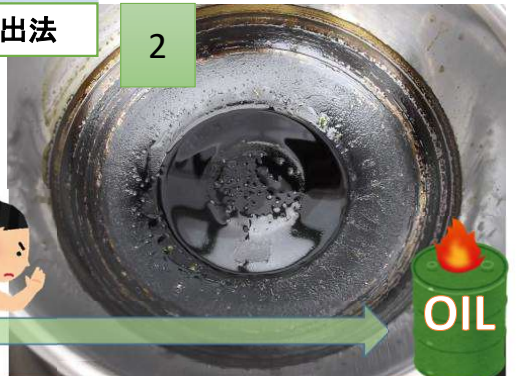


1



溶剤抽出法

2



OIL

実験年	実験方法	使用したアオミドロ	抽出できたオイル量
2021年	水蒸気蒸留法	96g	不明
2022年	1 紙皿・自然蒸発法	226.94g	9.32g
	2 湯銭・蒸発法	166.86g	2.99g

アオミドロオイル含有率: 1.8% ~ 4.1%

例えば..

ラベンダーのエッセンシャルオイルは、専用の機械でも1000Kgから3ℓ(0.3%)しか抽出できない。

つまり、アオミドロのオイル含有率は、非常に高いといえる。

7 エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



13 気候変動に
具体的な対策を



実験8.アオミドロの大量培養の基礎研究を行う。

2022

8-1 屋外での大量培養前に、必ず混入する雨水の影響を調査。

雨に肥料成分が含まれているのか？調べてみたが仮説程度の情報しかなかったが...

- ・雷などの空中放電で空中窒素が硝酸イオンに酸化されたとか、石油の燃焼による不純物が雨に含まれる。などがある。硝酸イオンは肥料の成分にあたる。
- ・台風の際は海に近い地域は、海水の成分が含まれるともある。



	① ハイポネックス	② 二価鉄(50倍希釈)	③ 雨水
9/25 各栄養素の投入			
アオミドロ投入量	3cc	3cc	3cc
9/25 アオミドロ投入			
9/25 アオミドロ投入直後			
10/1 9:30 アオミドロ回収			
アオミドロ回収量	3cc	8cc	7cc
10/1 17:30 水槽の緑藻類がいきなり増加した。			

雨水にも培養効果があるのか？ハイポネックス・二価鉄・雨水で比較



雨水だけでも、二価鉄と同様程度の培養効果があった。
ハイポネックスは他の緑藻類が繁殖した。



8-2.大量培養の基礎研究を行ってみる

- ・大量培養を行う際に、データを収集するために、子供用プールに100ℓの水で培養を行う。
- ・栄養素は、これまでで最高の組み合わせで行う。

	プール作成	アオミドロ 200cc 投入	二価鉄 1# 100倍希釈
9/9 プール作成 暗れ			
9/9 17:16 水温 28度 暗れ 酵素は錠剤			
9/12 17:45 水温 31度 暗れ (夜一時雨)			
9/17 台風前に計量			
350mL 回収 水槽にまた 50mL 程度が回収できていないと考えらる 台風による大雨で水位上昇			
台風によって大量の雨水が入り込み、アオミドロ口がかなり溢出した。また今日まで日光がほとんど当たることがなかったが、増えているように見える。			

蚊が卵を生まないように防虫網で覆う (近所からの心配がある為)
各栄養素 (酵素・炭・GABA・二価鉄) の投入

400gを乾燥させると
6.52gとなる!

約1週間で、アオミドロが
200g→400gに増えた。

成功!



雨水が侵入しアオミドロ流出→直ぐに復活

結果

- 大量培養であっても、酵素・炭・GABA・二価鉄の栄養素を投入した場合は、これまで同様に培養が進んだ。
- 途中で台風によって大量の雨水が流入し、アオミドロも流出したが、直ぐに元に戻った。雨水によって栄養素が薄まって適度な栄養分になった可能性と、雨水による培養効果が考えられる。

栄養素は最初の1回のみ
1月4日でもアオミドロは青々している



アオミドロの研究結果のまとめ

【培養に有効な栄養素】

- 窒素(ハイポネックスなど)の肥料の代替として、二価鉄が有効である。
- 二価鉄の希釈率は、20~100倍で使用することで効果を発揮する。
- 二価鉄溶液はクエン酸で鉄を溶かして作成するが、クエン酸を入れすぎはいけない。
- 雨水も有効な栄養素となる。
- ハイポネックス単体では他の緑藻類の方が培養されてしまうため、二価鉄や雨水での培養を行う。

【土を使った培養について】

- 植物の栽培などで使用しているような土では、他の緑藻類が発生するため適していない。
- 土の栄養素については、あまりにも多岐に渡るうえに、土地ごとに成分が違うため、もともとアオミドロがいる土を使用するほうが効率的である。
- アオミドロが自然発生しているような、貯水池や田んぼの土であれば、二価鉄を混ぜることで培養速度が上がる。
- 錠剤などの栄養素は10日程度で培養が減速するが、土は培養期間が長い。

【大量培養について】

- 貯水池で採取してきたアオミドロには、他の微生物も付着しているはずだが、アオミドロを中心に培養できている状態であり大成功といえる。
- 藻類は冬季の培養が難しいため、1年を通しての状態を観察する必要がある。

【オイルについて】

- 自然の状態では含有率:1.8%~4.1%あり、ボトリオコッカスのように、オイル含有率が50%以上の高い藻類もあるが、増殖させることが難しい。その点アオミドロは増殖も可能で、たくさんの藻体を得ることができ、オイル含有率が低くても、オイル総量として十分量が確保できる可能性がある
- アロマオイルなどの植物からは、専用の機械で抽出しても0.3%程度である。
- 植物はもとより自然界に存在しているイカダモやミドリムシと比較しても優位性がある。

【アオミドロの優位性】

- 質量が圧倒的に多く、田んぼや貯水池で自然に大量発生する。(ここに二価鉄を入れることで、さらに培養を加速させることが可能と考えれる。)
- 回収に遠心分離機など特殊装置が不要で、網で容易に回収ができる。
- 屋外の培養に向いており、培養が容易なうえ他の藻類が発生しにくい。
- オイル含有率が高い。

【参考文献】

佐賀県佐賀市における自然発生微細藻類集団の 長期培養と脂肪酸組成 出村幹英

炭化水素産生微細藻類「ボトリオコッカス」の大量培養 出村幹英

藻類バイオ3000株の機能性試験とセルフメディケーション時代の大学発ベンチャー 河野 重行 東京大学 フューチャーセンター推進機構 特任研究員・名誉教授

微細藻類が地球を救う 河野 重行 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 先端生命科学 専攻教授

土を肥やす新たな微生物基盤の解明と地球環境保全への応用】オンライン講座 東京大学大学院農学生命科学研究科・妹尾 啓史教授

生物の科学遺伝 藻類バイオ:微細藻類の魅力と実力 株式会社エネ・ティー・エス