



埋立浸出汚水からの生物資源回収

—大型糸状藻類の培養とティラピアの養殖—

橋 本 奨*

巨大なゴミの島を大阪湾につくろうとする「フェニックス計画」がいよいよ動き出した。これは近畿圏、首都圏から出る膨大な量の家庭ゴミや産業廃棄物、建設残土などを海面の埋め立てで処分しようとする計画である。しかし、ゴミの埋立てでは、大量の浸出汚水が排出されるので、これによる周辺海域の水質汚濁が憂慮され、種々の対策が検討されている。

筆者の研究室でも、表題テーマで埋立て浸出汚水から、大型糸状藻類を培養し、これを餌として、ティラピア（通称チカ鯛）を養殖しようとする研究を企図している。以下にその概要を述べる。

1. 汚水からの藻類培養と N, P 除去

藻類利用の汚水処理法として古くから、酸化池法等で利用されているが、経済的な藻類分離法が確立されていないので、その処理効率は、活性汚泥法等のそれよりも著しく低い。藻類の栄養塩（N, P 等）摂取能力を積極的に利用して、汚水中から N, P 等を除去しようとする試みが、若干の研究者により行われているが、固液分離が困難なことで、これに要するエネルギーが大きいことで、未だ成功例は見当たらない。しかし、固液分離の容易な大型糸状藻類の単一培養を屋外で安定して維持できるならば、藻類のもつ N, P 除去能を汚水の高度処理に応用でき、さらに、この蛋白含量の高い藻類を魚の餌などに有効利用できるはずである。

○ 大型糸状藻類の生育特性：研究室では大型糸状藍藻類として *Oscillatoria* sp (写真-1) を用い、 NaHCO_3 、 NaNO_3 、 K_2HPO_4 を主体とする表-1の合成培地で、その生育特性を調

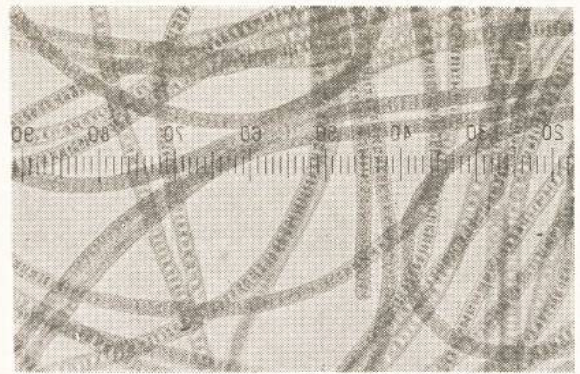
写真1 *Oscillatoria* sp. の顕微鏡写真

表1 基本培地組成

NaHCO_3	16.8 g/l
K_2HPO_4	0.5
NaNO_3	2.5
K_2SO_4	1.0
NaCl	1.0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.2
CaCl_2	0.04
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.01
EDTA*	0.08
A ₅ solution	1.0 ml
B ₆ solution	1.0 ml
A ₅ solution	
H_3BO_3	2.85 g/l
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.81
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08
MoO_3	0.015
B ₆ solution	
NH_4VO_3	230×10^{-4} g/l
$\text{K}_2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	960×10^{-4}
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	478.5×10^{-4}
$\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	179.4×10^{-4}
$\text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3$	400×10^{-4}
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	440×10^{-4}

*Ethylene diamine tetraacetic acid

*橋本 奨 (Susumu HASHIMOTO), 大阪大学, 工学部, 環境工学科, 水質管理工学研究室, 教授, 水質管理工学

べ、次のことが分った。①生育至適温度は30℃である。②合成培地での最大比増殖速度は0.929 1/日である。③下水二次処理水や埋立て浸出汚水に、 NaHCO_3 を1%に加えると、図-1で示したように *Oscillatoria* は合成培地での生育と同等の生育を示す。④ *Oscillatoria* は細胞濃度が高まると藻糸がからまり合い、極めて固液分離のよい細胞塊を形成する。

○ *Oscillatoria* によるN,P 除去：図-2の藻類培養処理装置を用いて *Oscillatoria* を30℃照度2~3万ルクスで NaHCO_3 を1%に添加した汚水(N:41mg/l, PO_4^{3-} :10mg/lを含む)で、平均細胞滞留時間($t_s = VS / [Q_w S + (Q_s - Q_w) S_e]$) 6.3日として培養し、N, P を約50~80%に除去でき、N, P を細胞内に高濃度に含有する *Oscillatoria* を培養することがで

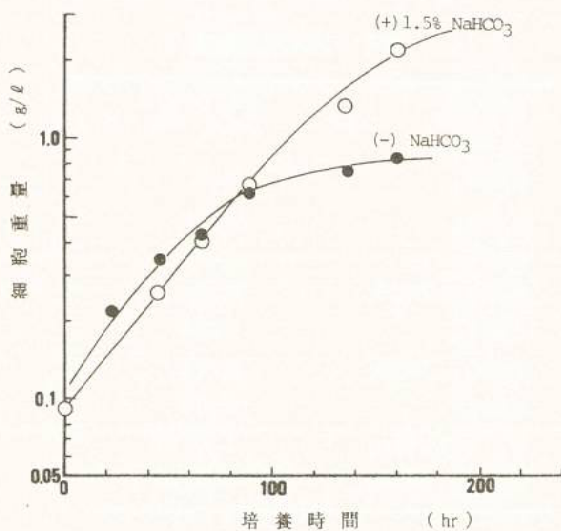
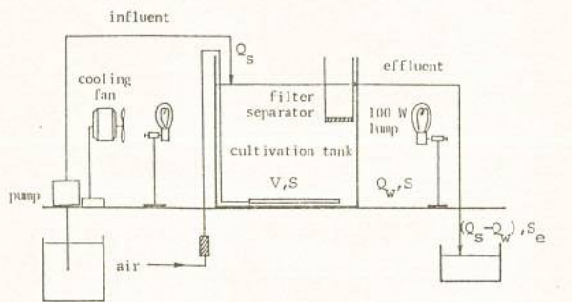


図1 ゴミ浸出汚水での *Oscillatoria* sp. の生育



Q_s : 流入汚水量 (m^3) V : 槽容積 (m^3)
 S : 藻類濃度 (mg/l) Q_w : 増殖藻類摂取量 (m^3)
 $Q_s - Q_w$: 流出処理水量 (m^3)
 S_e : 藻類流出濃度 (mg/l)

図2 藻類培養処理装置

きた。培養経過とともに槽内 pH は9~10程度の高アルカリとなるので、他の雑菌や浮遊生物の増殖が殆んどなくなるとともに、藻細胞の分離が極めて容易になるので、この *Oscillatoria* 細胞を飼料や魚の餌等に利用できる。

2. *Oscillatoria* によるティラピア養殖

Oscillatoria 細胞のアミノ酸組成を調べると必須アミノ酸がバランスして含有されているので、*Oscillatoria* によるティラピア養殖の可能性を調べた。試験には、体重3~23gに成長したティラピアの稚魚を3個の水槽(容量30~40l)に各5~8匹投入して、①遠心濃縮した生の *Oscillatoria*、②乾燥 *Oscillatoria*、③コントロール(鯉の餌)の三種のそれぞれの餌の量を1日当たり魚体重の3%として、1日3回に分けて与え飼育した。ティラピアの1週間の増重量は、生の *Oscillatoria* を与えた場合でも、鯉の餌を与えた場合より極く僅かに低いが、かなりのティラピア増殖が期待でき、汚水からの *Oscillatoria* をティラピアの餌として有効利用できることがわかった。

○ ティラピアの生育特性：ティラピアは日本では肉質が鯛に近いので通称チカ鯛と呼ばれ、写真-2のような立派な姿の鯛によく似た魚で、養殖魚として大量に生産されている。この魚は野性的、強健な魚で環境条件に順応しやすく、特に海水塩分に対する耐性と適応性が秀れ、成長も速やかで繁殖力も旺盛な上に、富栄養化した水に適し、藍藻類の消化率も非常に高い。また、この魚は卵や仔魚を親が自分の口の

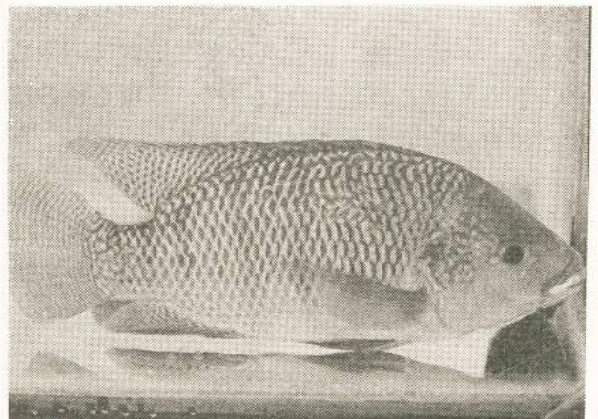


写真2 ティラピア

中に入れて保護するというとても珍しい習性を持ち、生育水温範囲は15~45℃と広く、また、pH 10前後、 NH_4^+ 40~50ppm でも生育できるといわれ、藻類のよく繁殖した富栄養化した水中でも、よく成長するという特徴をもっている。

—[夢はバラ色にできるか?]—

以上の検討結果をふまえると、ゴミ埋立て浸出污水を用いて *Oscillatoria* の大量培養とティ

ラピア養殖を組み合わせることができるはずである。勿論、これには実際のゴミ埋立て地での長期にわたる現場試験と重金属などの有害物の食物連鎖による蓄積等、衛生学的試験が必要なことはいうまでもない。ゴミ埋立て浸出污水による周辺海域の汚染という大きな環境へのインパクトを減じて、污水からの生物資源回収という夢を *Oscillatoria* の培養とティラピア養殖でバラ色にしたいものである。

