

石巻専修大学 学生会員 ○佐藤 頌
 石巻専修大学 正会員 高崎 みつる
 株式会社ニュージェック 山下 剛史
 東京海洋大学 田中 美穂

1、はじめに

植物プランクトンは、光合成によって無機物から有機物を合成するため、海洋生態系を支える一次生産者と呼ばれる。中でも、ケイ素を取り込みケイ酸質の皮殻を作る珪藻類は、沿岸養殖二枚貝の有益な餌生物である他、地球上一次生産の 25%を占めるという報告もあり⁽¹⁾、その現存量は地球規模でも重要である。ケイ素は地殻からの溶出成分であり、海洋では河川からの供給に依存する。しかし、近年の治水・利水などによって、陸域から海洋への供給量が減少している⁽²⁾。

一方陸域では、上下水道普及率の増加に伴う汚泥処理費用の増加や埋立地確保問題、稲作に伴うもみ殻廃棄物の処理問題などが起こっている。これらの廃棄物中には、植物プランクトンが利用可能な、窒素、リン、ケイ素が豊富に含まれていることが予測される。

本研究では、以上の廃棄物を沿岸域の海水に添加し、一次生産増加に与える効果を擬似現場実験より検討した。

2、実験方法

実験は、宮城県石巻市雄勝町水浜の漁港で行った。漁港は河川水の流入がなく、実験時の栄養塩濃度は DTN=0.214mg/L、DTP=0.015mg/L であり、宮城県沿岸域平均値より低い。その海水を表層からポンプで採水し、直径 1.53m、深さ 0.83m の円柱型透明水槽 4 槽に 1t ずつ貯水した。実験槽上部には、日射量の調整と降雨を防ぐため、ビニルシートと寒令紗を張った。

添加利用した廃棄物は、ポリシリカ鉄凝集剤による上水凝集汚泥（以下、PSI）、下水余剰汚泥を好気発酵処理したもの（以下、液肥）、稲もみ殻をオートクレーブ処理した煮汁（以下、Si）である。これを表 1 に示す組み合わせで添加し、2009.8.1 から 2010.9.21 の期間中に全 6 回培養実験を行った。培養の際、エアレーショ

ンによる槽内の攪拌を行い、日射量調整は随時現場で行った。実験 4 回目には日光を遮った系、実験 6 回目は PSI 添加量を増やした系を用意した。分析内容は、栄養塩（SiO₂, DIN, PO₄-P, DTN, DTP）、クロロフィル a、濁度の時間変化、プランクトン個体数と種の培養前後の変化である。プランクトン増殖の判断は、現場で分析した濁度のピークから行い、孔径 100 μm のプランクトンネットで採取した。

3、結果と考察

表1: 実験1～6回目のプランクトン個体数の変化

	実験系										
	培養前	C	液肥	PSI (150g)	PSI (3000g)	液肥+PSI	Si	Si+液肥	Si+PSI	Si+液肥+ PSI(光有)	Si+液肥+ PSI(光無)
個体数 (cell/L)											
1回目	143	1050	750	900	—	850	—	—	—	—	—
2回目	85	83	388	308	—	4400	—	—	—	—	—
3回目	45	—	—	—	—	—	2460	8340	4320	9360	—
4回目	246	—	—	—	—	—	—	—	—	7200	9780
5回目	840	—	900	900	—	—	1140	—	—	780	—
6回目	131	924	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6回目	412	—	—	—	14925	—	—	—	—	—	—

3.1 液肥・PSI 添加実験

表 1 に、全 6 回の培養前後のプランクトン個体数変化を示す。図中 C は実験開始時の海水によるコントロール系を示し、横線（—）はデータ無しを表している。Si を添加しない実験 1、2、5 回目では、液肥、PSI を添加した系で、約 3～5 倍以上に個体数が増加した。実験 2 回目の液肥+PSI 系においては、約 50 倍以上もの個体数増加を示した。しかし、実験 5 回目では、個体数の増加が見られなかった。これは、実験期間中の台風による日照不足などが原因したと考えられる。

培養前後での優先種変化の一例として、実験 2 回目のプランクトン種組成を図 1 に示す。培養前の種組成に際立った傾向はみられなかった。C 系培養後では、培養前に比べ纖毛虫類の増加が見られるものの、藻類の大きな変化はみられなかった。しかし、液肥、PSI を添

キーワード：植物プランクトン 個体数 優占種 廃棄物 擬似現場実験

住所：宮城県石巻市南堺新水戸 1 番地 TEL：0225-22-7742 FAX：0225-22-7710

加した培養後は、珪藻類が減少し、鞭毛藻類、その他の植物プランクトンが占める割合が大きくなった。

以上のことから、液肥、PSI の添加は個体数を増加させ、珪藻類の減少、鞭毛藻類とその他の藻類の増加を引き起こす傾向が示された。

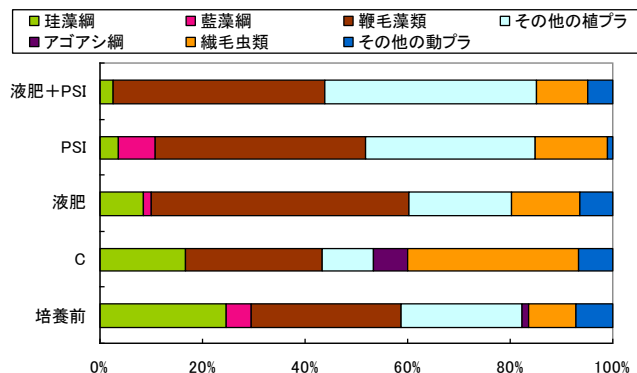


図 1：実験 2 回目のプランクトン種組成の変化

3.2 Si、液肥、PSI 添加実験

表 1 中、Si を添加した実験 3、4、5 回目では、台風の影響があった 5 回目を除くすべての系で約 30 倍以上の個体数増加がみられた。また、実験 3 回目では、液肥や PSI と併用添加することにより、約 100~200 倍に個体数が増加した。

Si 添加実験での培養前後の優先種変化の一例として、実験 3 回目のプランクトン種組成を図 2 に示す。培養前は、纖毛虫類の占める割合が大きいものの、藻類に際立った傾向はみられなかった。しかし、培養後の Si を添加したすべての実験系で明らかに珪藻類が優占した。

以上のことから、Si 添加は個体数を増加させると共に藻類優先種を珪藻類へと遷移させる傾向が示された。

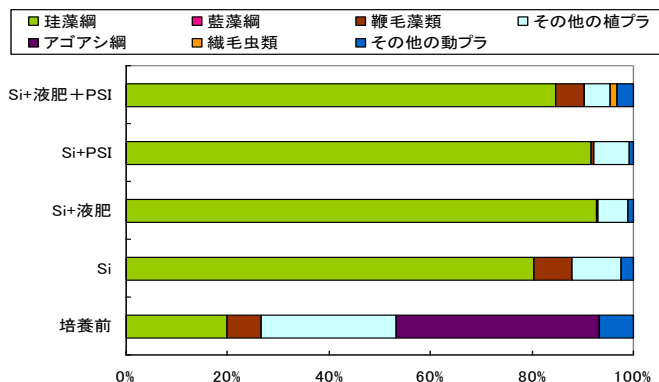


図 2：実験 3 回目のプランクトン種組成の変化

3.3 N/P 比と SiO₂ 濃度が藻類優占に与える影響

3.1、3.2 から、廃棄物中の窒素、リンの栄養塩濃度が個体数増加に影響を与え、Si の添加が珪藻類と鞭毛藻

類の培養後優占種を決定する要因であることが考えられた。そこで、全 6 回の実験における、珪藻類と鞭毛藻類の増殖を、DTN/DTP 比（質量比）と SiO₂ 濃度の関係から検討した。

図 3 に各系の培養前 DTN/DTP 比（質量比）、SiO₂ 濃度(mg/L)、珪藻類優占の関係を示す。図 4 には鞭毛藻類優占の関係を示す。図中の斜線の棒は、Si 添加系を表している。DTN/DTP 比に着目すると、珪藻類は 2~13 といった低い N/P 比で増殖する傾向を示し、鞭毛藻類は 1~59 といった幅広い N/P 比で増殖する傾向を示した。また、SiO₂ 濃度に着目すると、珪藻類は 0.6mg/L 以上で増殖し、鞭毛藻類は 0.4mg/L 以下で増殖する傾向が示された。これは、ケイ素の減少によって鞭毛藻類が優占増殖するといった報告と一致する⁽³⁾。

以上のことから、廃棄物中の栄養を利用した一次生産の増加に関しても、従来から言われていた N/P 比以外の要因（SiO₂ 濃度）が珪藻類と鞭毛藻類の優占に影響を与える、といったものに当てはまることがわかった。

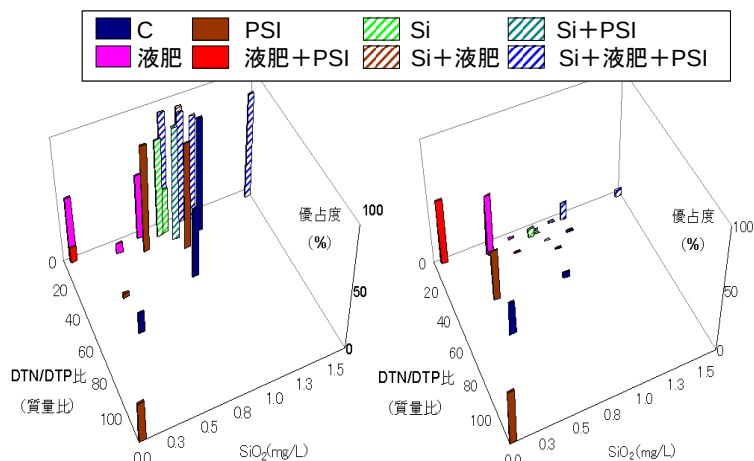


図 3：珪藻類

図 4：鞭毛藻類

図 3.4：DTN/DTP 比（質量比）、SiO₂ 濃度（mg/L）、藻類優占の関係

4、終わりに

カキなどの沿岸養殖二枚貝の生産を考えた場合、その接餌選択機構や貝毒発生原因種などの知見から、珪藻類の優占が好ましいと考えられる。今回の結果から、沿岸域での廃棄物利用を考えた場合、液肥や PSI の添加と共に Si の併用添加が有効であると考えられる。

参考文献

- (1)Werner,D.(1978)*The Biology of diatoms*,pp1-23
- (2)Akira,H.(2003)水環境学会誌,Vol.26 No.10 pp621-625
- (3)Humborg,C.ら(1997)*Nature*,27,pp385-388.