

海藻類による環境修復

能登谷正浩

はじめに

近年、土壌や河川への工業排水の流入や海洋における種々の事故による化学物質の流出、農業生産のための肥料が河川を通して沿岸へ流出、さらに、浅海域や内湾域における魚介類の集約的養殖によって、沿岸海域の富栄養化や多様な汚染が認められる。これらの汚染を取り除く種々の方法や技術に関する研究開発は進んでいるが、中でも生物の機能や作用を利用して、汚染した土壌や河川、沿岸海域を改善する方法が近年大きく前進している。この生物機能による環境修復を Bioremediation と呼んでいる。この造語は生物を示す Bio と医学用語の治療を示す remedy を組み合わせたものである。

アラスカで起こった石油タンカー、バルディーズ号の事故によって海域や沿岸に流出した石油を石油分解微生物の増殖促進効果を持った肥料を散布することによって、処理にあたったことは有名である。このように陸上の土壌や河川などでは、処理生物として主に細菌類を用いて汚染物質の分解または除去する方法が取られている。

沿岸海域には多様な海藻類の生育が認められるが、ある環境下では種特異的な繁殖条件が整い、時には特定の数種のみが大繁殖することがある。例えば赤潮の発生は温度や光などの季節や天候の条件もさることながら、富栄養化が基本的な要因となっている。したがって、赤潮生物が沿岸の栄養塩類を吸収して急速に大繁殖した結果である。この大量の繁殖能力は栄養塩類の吸収機能の面から利用するなら、十分に役立つものにかえることも可能と考えられる。

そこで私は近年、海藻類の二酸化炭素固定能や栄養塩吸収能を利用して、増加する大気中の二酸化炭素固定や、沿岸域や魚介類養殖場から負荷される栄養塩類の除去や赤潮対策、有害物質の除去など、藻類を用いた環境修復または環

境浄化ができないかと考え、種々の研究を行っている。

1 二酸化炭素の固定

炭酸カルシウムとしての固定：藻類の中には体内に炭酸カルシウムを沈着させる種がある。これらの藻類は光合成を行って海水中の二酸化炭素とカルシウムから炭酸カルシウムをつくり蓄積する。炭酸カルシウムは無害で長期間安定であるため、二酸化炭素の固定には有効である。炭酸カルシウム固定能を持つ海藻には微細藻として円石藻や大型藻としては紅藻類のサンゴモ類、いくつかの緑藻類などが知られている。

有機物としての固定：人間の活動に伴って大気中に放出される二酸化炭素を直接回収する方法としては、海藻類の光合成による二酸化炭素と水から有機物を作るという機能も利用できる。これには微細藻や大型藻類のすべての種が対象となるが、効率よく光合成を行う種や使用目的や場所に合った種を選ぶ必要がある。例えば、大規模で、高濃度に大気中に二酸化炭素を放出する発生源には火力発電所や製鉄所などがある。クロロコッカム・リトラレーは二酸化炭素濃度 70%、pH 4 - pH 9 でも生育でき、最適条件下では 4g/l を固定することができる。また、ガルヂエラ・パルティータは二酸化炭素濃度 100%、pH 0 - pH 5 や温度 50 など通常の藻類が生育できない条件下でも繁殖できる微細藻類である。これらの藻類を用いることによって火力発電所からの排気ガスから二酸化炭素を直接除去することも可能である(宮地・加藤 1995)。しかし、それほど極端な条件下でなくとも、沿岸に生育する多くの海藻類は二酸化炭素を固定して増殖している。生産された藻体は、いずれは種々の経路を通して二酸化炭素として放出されるが、一時的に炭素がプールされ、化石燃料の代替と

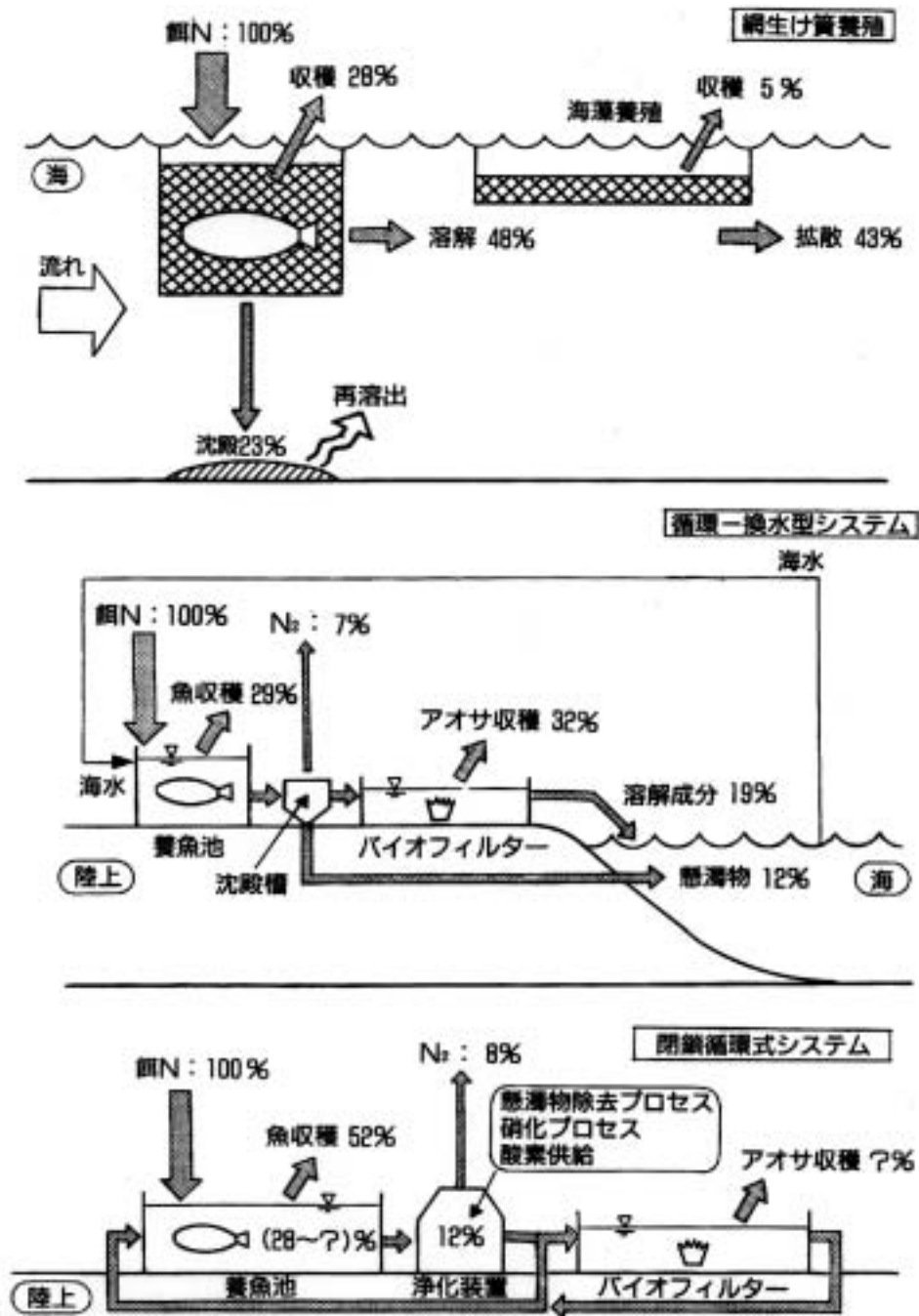


図1. アオサをバイオフィルターに用いた各種養殖形態と窒素吸収（鈴木・丸山 2001 より）

なることや、生産された藻体が有効に利用されることが重要である。

2 大型海藻による沿岸の栄養塩類の除去

近年沿岸の浅海域では、養殖場からの汚濁や栄養塩類の付加によって富栄養化が起こり、それが基となって引き起こされる赤潮、青潮、グリーン・タイドなど種々の問題がある。これら沿岸海域の栄養塩類を除去するために海藻類を利用することは、技術的にも容易で、経済的にも低コストのため有効である。中でも、アオサ類は富栄養化した海域でも生育でき、中には最適条件下では1日で2倍量に生長する種もある。また、高密度に繁殖した海域では現存量は $7\text{m}^2/\text{m}^2$ にまで達することも知られている。このことは海底から水面までの間にシート状に広がったアオサが7枚重なった状態で生育しているということである。生長速度および生育量がこれほど大きい大型海藻類は少ないと思われる。そのため栄養塩類を沿岸水から吸収するには都合の良い海藻である。一方、さらに早い吸収と生長を持つ単細胞性の微細藻には赤潮藻類がある。

しかし、微細藻類は、藻体の回収に大量の海水ろ過が必要で、栄養塩類吸収媒体としての管理や除去の側面からは不都合である。

魚類養殖場から排出される窒素の削減を想定して、網生簀養殖、循環換水型システム、閉鎖型システムでアオサを用いて環境中に排出される窒素の付加削減の効果を検討した例がある(図1)。それぞれおよそ5%、50%、100%と、アオサをバイオフィルターとして用いた場合の、養殖場から排出される栄養塩類の除去量が試算されている。しかし、ここで生産された藻体をどのように利用するかは問題である。そのため、アオサ類については、食品、魚類その他の餌料、鶏の飼料、肥料、紙などともに新たな利用方法の開発が期待されている(能登谷 2001)。

文献

宮地重遠・加藤美砂子 1995. マリンバイオの未来. 装華房. 東京.
能登谷正浩 2001. アオサの利用と環境修復. 成山堂書店. 東京.

(東京水産大学応用藻類学研究室)