

## 20周年記念号

# 海洋深層水を利用した藻類の培養

## Algal Culture in Pumped Deep Seawater in Japan

藤田大介

Daisuke FUJITA

### Abstract

Pumped deep seawater (DSW) was anticipated as a tap culture medium due to its clean, cold, enriched, and stable nature. In the last 25 years, various algae have been cultured with DSW to probe the possibility of enhancing the primary production by ocean-based upwelling system, and in direct usage of economical algae by land-based facilities. Currently, some macroalgae were successfully cultured at commercial scale, while effects due to the DSW nature, such as entrainment of diatom, shortage of iron, and low pH, were reported.

**Key Words:** biological entrainment, deep seawater, diatom, algal culture, iron, pH

### 1. はじめに

海産藻類の培養ではふつう養添加海水を用いるが、薬品の調合、試薬の保管、混液の冷蔵、定期的交換などが面倒である。海洋深層水には低温、富栄養、清浄、水質安定の4大特性があり(藤田・高橋, 2006), 「蛇口をひねれば使える手軽な培養液」として期待が寄せられた。

### 2. 微細藻類の培養

深層水利用は、海域肥沃化を目指す洋上取水、陸上養殖や加工を目指す陸上取水の2方向で始まり、まず、両方に関わる浮遊性微細藻類が注目された。深層水による連続培養では指数増殖を示した(中島, 2002)が、誘導期の存在が確認された。これは、藻類が増殖し始める前に栄養塩濃度の高い深層水に一定時間浸っていなければならないことを意味し、取水装置からの散水(表層海水と混合)による海域肥沃化の際に、取水量や散布方法とともに考慮すべきであった。小善ら(2001)は連続培養した浮遊珪藻をウニ幼

生に与えて飼育し着底・変態させたが、約1カ月の単発利用に留まり、施設運用で非効率であった。昨今、健康食品として注目される微細藻類も多く、深層水に期待はあるが、各地の取水施設の深層水流水水槽では付着珪藻が繁茂する(鈴木ら, 2008)。これは、取水管敷設時や取水後の混入の可能性もあるが、採取方法の厳密化により取水管経由の生物連行が強く示唆された(松浦ら, 2012)。珪藻を活用したアワビ飼育(深見, 1998, 松村・藤田, 2007)も考案されてはいるが、実用化には至っていない。

### 3. 大型藻類の培養

大型藻類では冷水性のコンブに関心が持たれ、これを餌とするエゾアワビ(松村・藤田, 2002)やエゾバフンウニ(松村, 2008)の飼育も試された。また、コンブが減産した北海道の磯焼けの海底基質上の潜在的植生の検出に使われ、深層水培養で多くの海藻の発芽が認められた(藤田, 2006)。現在はメタゲノム解析などの手段もあるが、費用が高み、実際の発芽の有無は培養での確認を要する。取水施設の排水

による藻場回復も期待される(大塚, 2006)が, 現時点では排水口付近の藻場の維持に留まっている。

深層水は富栄養(窒素, リン, ケイ素)で, 黄化した紅藻の体色改善に使える(小林・藤田, 2012)。コンブでは, 深層水に製鋼スラグと腐植土を加え2価鉄イオンを増やすと体色が向上し成熟も進み(小杉ら, 2016), 微量元素の鉄の不足が浮き彫りとなった。なお, 取水直後の深層水は, 溶存するCO<sub>2</sub>のために酸性(約pH 7.6)で, 石灰化生物への影響が懸念された。小型石灰藻を培養した実験では, 汲み置き深層水で成長がよかった(藤田ら, 2014)が, 低pH深層水では変色した(松枝・藤田, 2013)。

アオノリでは孢子集塊化法の導入による浮遊培養法が確立され, 深層水を使った計画的な収穫に成功した(平岡, 2016)。ただ, 深層水は, 引き金にはなったが, 近年は地下海水による養殖も提案され, 必ずしも深層水は必要とされていない。同様に, クビレズタ(海ブドウ)の養殖でも当初は深層水が用いられたが, 魚類養殖餌料による施肥が主流となっている。

海藻食品工業では, 色彩, 比重, 磁性などを機械で識別して異物(羽毛, 釣り針, プラスチック片など)の除去を行っている。このため, 食用海藻の養殖では, 深層水の富栄養性より清浄性の恩恵が大きい。なお, ケイ素は, 大型藻類の培養では珪藻の繁茂などを起こす害もあるため, 今後, 除去技術の確立が望まれる。

#### 4. 終わりに

藻類の培養を通じ, 深層水には冒頭の4大特性以外に, 貧鉄, 低pH, 珪藻連行の特性が認められた。当初の期待通り, 深層水は, 「あれば使える」, 「いろいろやれる」が, 不可欠とは言い難く, 珪藻の繁茂など厄介な面もある。必ずしも使い切れていないが, 深層水排水も含め, 種々の藻類に一度は試してみる価値はあるだろう。

#### 参考文献

藤田大介(2006) 藻場造成. 海洋深層水の多面的利用(伊藤慶明ら編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.

79-90.

藤田大介・高橋正征(2006) 海洋深層水利用学, 成山堂書店, 東京, 209 pp.

藤田大介・渡辺梨里・Rhea Joy Calton(2014) 海洋深層水で培養した植物着生性無節サンゴモ, モカサ属1種の成長, 14, 177-184.

深見公雄(2006) 単細胞藻類の培養. 海洋深層水の多面的利用(伊藤慶明ら編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 57-68.

平岡雅規(2016) 温暖化最前線のアオノリ群落の変動と陸上生産の取り組み. 海藻資源, 38, 12-15.

小林美樹・小川晃弘・熊谷敬之・藤田大介(2013) 富山湾深層水を用いた紅藻ミリン *Solieria pacifica* の成長と体色改善. 海洋深層水研究, 14, 27-33.

小杉知佳・熊谷敬之・小林美樹・藤田大介(2016) 富山湾深層水のかげ流し条件におけるスラグ系施肥材のマコンブに対する効果実証実験. 海洋深層水研究, 16, 69-81.

松枝千紗・藤田大介(2013) 低pH海洋深層水を用いた小型無節サンゴモの培養. 海洋深層水研究, 13, 74.

松村航(2008) 海洋深層水でウニを育てる. 磯焼けを起こすウニ(藤田大介ら編), 成山堂書店, 東京, pp. 205-211.

松村航・藤田大介(2002) 海洋深層水培養コンブの介生生長に基づく自給型アワビ養殖の提案. 海洋深層水研究, 3, 53-63.

松村航・藤田大介(2007) 海洋深層水で培養したマコンブと付着珪藻を餌料として活用したエゾアワビ養殖に関する研究(短報). 富山水試研報, 18, 19-23.

松浦玲子・花井孝之・岡本一利・石井織葉・鈴木秀和(2012) 駿河湾の水深687 mから汲み上げられた深層水から単離された珪藻 *Rhaphoneis crinigera*. 海洋深層水研究, 13, 1-6.

中島敏光(2002) 海洋深層水の利用. 緑書房, pp. 263.

大塚晃司(2006) 冷たい海洋深層水で藻場を守るか. 海藻を食べる魚たち(藤田大介ら編), 成山堂書店, 東京, pp. 241-248.

鈴木秀和・藤田大介・南雲保(2000) 富山湾深層水で自然繁茂する付着珪藻. 富山水試研報, 12, 33-42.

小善圭一・梅田到・藤田大介(2001) 海洋深層水で連続培養した浮遊珪藻 *Chaetoceros seratosporum* によるアカウニ幼生の飼育. 富山水試研報, 13, 33-38.