

SMAC による藻類回収トラップの解析

福岡大学 工学部 正員○山崎 惟義

同 上 津野崎浩子

同 上 松田 有弘

はじめに

発表者らは現場実験によって、藻類回収トラップが浮遊物質の回収に効果的であることを示した¹⁾。この効果が何に由来するのかを確かめるために室内実験を行なった。その結果、波の特性、藻類回収トラップの設置高さは回収にあまり影響を与えないことが分った²⁾³⁾。本報告では、表面張力と回収効果との関係について若干の実験と SMAC 法による解析を試みたのでその結果を発表する。

実験

実験に使用した装置を図 1 に示した²⁾³⁾。越波による水の流れと浮遊粒子の運動を確かめるため、次のような実験を行なった。藻類回収トラップの放流口を閉じその中を空にした。トラップの前面 500 cm の水表面にウインライト粒子²⁾³⁾ (70 g) を均一に散布した。越波板高は 2.0 cm とした。造波装置により 20 分間波 (波高 2.0 cm, 波長 140 cm) を発生させ、その後トラップ内の水量と粒子量を測定した。

その結果、28400 cm³ の水が流入し、23.8 g の粒子が流入したことが分った。

実験の解析

越波の解析はせきの越流として、すなわち 2 次元の Potential 流として解析されることが多い⁴⁾。この解析を実験結果の解析に用いると、図 2 に示したように、越波板天端に sink を有する流れとなる。ただし、粒子は水の流れに影響を与えず、周辺の水と同一の運動をするとする。このような流れでは、同図に示した半径 26.3 cm の 1/4 円筒の領域の水と粒子が流入することになる。その時流入する粒子は流入した領域の水表面に浮遊していたものと考えられる。従ってその量は 3.7 g となる。これは実験で得られた量の 1/7 である。粒子が水を飛び越してトラップへ流入したとは考えられないので、このような大きな違いは 2 次元 Potential 流れの仮定が現実合わないことを示している。この実験のように越波波高が小さいときには、せきの越流の付着ナップの状態になる。このような場合は表面付近の流れが表面張力の影響を受けることが知られている⁵⁾。Potential 流れの仮定が不適当になったのはこのためと考えられる。

SMAC 法による解析

界面活性物質が溶解していると、表面張力は減少する。この減少量は同じ活性物質ではその単位面積当の表面吸着量の増大とともに大きくなる。吸着量が平衡吸着量に比較して十分小さいときにはこれらは比例する。この比例係数をここでは表面張力係数とよぶ。従って越波によって表面が伸びると表面がひきずられ、表面に浮いている粒子がより多く流入すると考えられる。

この考えに基づいて粒子の流入量を計算するために、ここでは表面張力を考慮して NS 方程式を数値計算によって解いた。この方法として自由表面の取扱いが簡単な Simplified Marker and Cell (SMAC 法)⁶⁾に若干の修正を加え採用した。解析法の詳細は紙面の都合で別の機会に譲る。

数値計算の結果と考察

図 3 に示した境界条件、初期条件で約 1 秒間の計算を行なった。ここで波は水表面に初期に力積を与えることによって生じさせた。その結果を図 4、図 5 に示した。

図 4 に示したように SMAC によって、このような越波問題も数値計算できることが分った。また、図 5 に示したように表面張力によって表面粒子がトラップ内へ引きこまれる様子が計算できた。

参考文献

1) 山崎惟義, 松田有弘, 津野崎浩子: 都市湖沼浄化に関する研究・藻類回収トラップの効果について, 福

岡大学工学集報, 35 号, 1985年 9月

- 2) 山崎惟義, 松田有弘, 津野崎浩子 : 藻類回収トラップの効果について, 第 19 回水質汚濁学会講演集, 1985年 3 月
- 3) 山崎惟義, 松田有弘, 津野崎浩子 : 藻類回収トラップの越波板高と回収効果について, 第 40 回土木学会年次学術講演会, 1985年 9 月
- 4) 吉川秀夫, 椎買博美, 河野二夫 : 海岸堤防の越波に関する基礎研究(1), 第 14 回海岸工学講演会論文集, 土木学会, 1976年
- 5) 今石宣之 ほか : 界面活性剤溶液の表面流動特性, 化学工学論文集, 第 8 巻, 第 2 号, 1982年
- 6) Anthony A. Amsden, Francis H. Harlow : The SMAC Method, Los Alamos Scientific Laboratory, LA-4370, Feb. 17, 1970

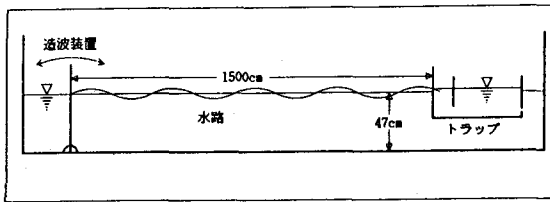


図1. 実験装置

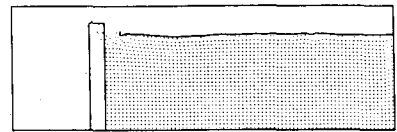


図4-2 0.4 秒後の水の運動

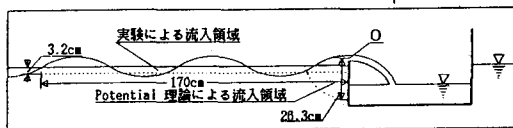


図2. 実験結果

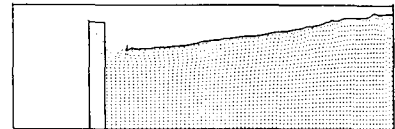


図4-3 0.6 秒後の水の運動

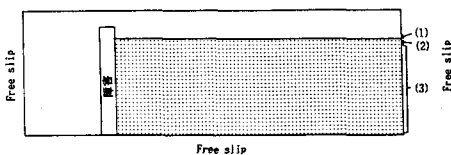


図3. 初期条件と境界条件

- (1) 表面粒子
- (2) 表面下粒子
- (3) 内部粒子

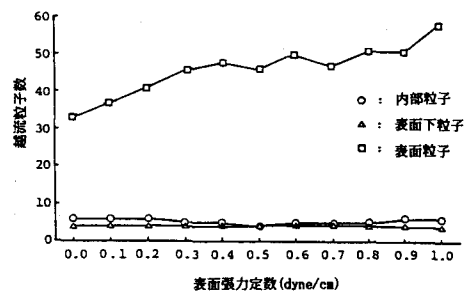


図5. 表面張力定数と越流粒子数



図4-1 0.2 秒後の水の運動