

長良河口堰下流水域の珪藻プランクトン群集に対する堰建設の影響 —局所的混合形態指標の生態学的意義—

東京電機大学大学院 理工学研究科 学生会員 ○舟橋 明里
埼玉大学大学院 理工学研究科 正会員 古里 栄一
東京電機大学大学院 理工学研究科 正会員 有田 正光

1. はじめに

長良川での河口堰の建設は、水環境や生態系に多様な影響を及ぼしたと考えられる。本報は長良川河口堰が堰下流水域の珪藻プランクトン群集に与えた影響について、著者らの一人が提案した河川感潮域における局所的混合形態分類に関する指標を使用して検討したものである。特に堰建設が混合形態変化をもたらし、その結果珪藻プランクトン群集の変化がもたらされるという、植物プランクトン動態に関するインパクト・レスポンスの機構を考察することを目的としている。

2. 使用するデータの概要

本研究で使用するデータは、水理学的指標としての混合形態にかかる塩分濃度データと、水理学的環境の中で生じた珪藻プランクトン群集の質および量に関するデータである。これらは長良川河口堰事業の一環として実施された測定、調査結果を用いた。

2.1. 感潮域混合形態指標と使用データ

局所的混合形態分類のために、 α 、 β の指標を用いた(有田ら2005)。 β は鉛直方向の局所的な混合状態を表すものであり次式で与えられる。

$$\beta = Cl_s / Cl_b \quad (1)$$

ここに、 Cl_s は2割水深の塩素イオン濃度、 Cl_b は8割水深の塩素イオン濃度である。

また、混合形態分類のために次式で定義される α を使用する。

$$\alpha = \frac{P_T}{Q_{fr}} = \frac{\Delta \eta \cdot A_T}{Q_f \cdot T} \quad (2)$$

ここに、 Q_{fr} は1潮汐間の上げ潮時のT時間の総河川水量、 P_T は同時間に海から河川に流入する総海水量(タイダルブリズム)である。また、 $\Delta \eta$ は上潮時(干潮時～満潮時)の潮位変動量(潮汐振幅)であり、名古屋港の潮位データを準用して用いた。 A_T は3.0km地点の上流の長良川と揖斐川を合計した感潮面積の合計であり、既存の報告を参照して河口から31kmまでを感潮域と仮定してその面積を航空写真から読み取ったものである。なお、堰建設により長良川において感潮面積は大幅に減少している。 Q_f は堰運用前は墨俣地点(河口から長良川上流39km地点)の、堰運用後は堰地点の流量(堰流出流量)を使用している。なお、 α は、潮汐流流速と河川流流速の比を意味している。

塩素イオン濃度は水質自動監視装置「シラベル」(3.0km地点)の毎時観測データを、潮位変動量は気象庁により名古屋港にて毎時間観測されているデータを用いた。感潮面積は有田・橋本(2005)と同様の値を用いた。河川流量は国土交通省によって計測されている墨俣流量(堰運用前)、堰放出流量(堰運用後)

を用いた。

堰下流水域の珪藻プランクトンデータは、長良川モニタリング委員会の「詳細調査」により月2回程度実施されている調査結果から、2.4km地点のデータを使用した。これらのデータは堰建設前後を通じて1994年から2000年まで実施されているが、植物プランクトンの動態という観点やデータの充実度、流況等の諸条件を勘案して、1994年と1996年の夏季データを用いた。

3. 局所的混合形態にかかる指標と珪藻プランクトン

図1は α - β 空間中に珪藻プランクトン群集構成を示す。なお、図1には堰の建設前後をあわせて示しており、堰運用前は1994年、堰運用後は1996年である。これより、 α の増大に伴い β は増加することがわかる。これは、既報(有田ら2005)で指摘されているのと同様に、潮汐力が強くなると強混合化するためである。ただし、 α と β の関係は赤破線で近似される大潮と黒破線で近似される小潮とで分離していることがわかる。すなわち、大潮と小潮とで同一の α 条件であっても β が異なり、大潮時は小潮時より強混合となっている。これは式(2)の分子の潮位変動量が小潮と大潮時で変動しても、分母の河川流量が同程度変化すれば α の値は変動しにくいことに原因がある。つまり α の値が同レベルであっても潮位差と河川流量の双方が大きくなれば、乱れは強くなり弱～緩混合状態から強混合へと変化すると考えられる。ところが α にはこのような力学的過程は考慮されていない。このことから、図1に示したように大潮と小潮時とが α - β 平面で分離した可能性がある。この点については、今後密度流の観点からの更なる研究が必要である。

図1より珪藻プランクトン群集の状態は α と大潮・小潮に応じて変化していることがわかる。一般的に植物プランクトンの群集構成は、存在する場の物理化学的性状に強い影響を受ける。こうした観点からは、鉛直混合状態の指標である β に着目する必要がある。ここで混合状態を有田ら(2005)にしたがって強-緩-弱の3混合状態を β として0.3と0.7で分離すると、弱混合状態では、現存量および淡水性の割合が多いこと、強混合状態では逆の傾向を示していることがわかる。したがってこれらの混合状態についてみれば、 β で表される物理条件が群集構成を規定していると言えよう。ところが、緩混合状態に相当する β が0.3から0.7の範囲においては、珪藻プランクトンの群集構成は β だけでは定まっていない。特に、 β が0.6前後の条件では、 α の大小に応じて細胞数の多さや淡水性の比率が異なっている。この要因としては α の増大に伴う伊勢湾水塊の長良川河口堰下流区間に対する影響や、堰建

キーワード 長良川河口堰、局所的混合形態指標、珪藻プランクトン

連絡先: 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL 049-296-0307 FAX 049-296-6501

設後に特徴的な水理状態の影響が推察される。

図 1 から分かりますと、緩混合状態では α が小さければ主に淡水性珪藻プランクトンによって、その割合と珪藻プランクトンの総量が多くなっている。逆に、 α が 30 を上回る条件では、淡水性珪藻プランクトンは少なく総珪藻プランクトンも少ない。 α は潮汐流の河川流に対する相対的な大きさを示す。つまり、 α が大きければ伊勢湾から供給される海洋性珪藻プランクトン量が多い傾向がある。こうした移流という物理的要因に加え、以下の生物学的な要因の影響も推定される。 β が 0.3 から 0.7 の範囲のデータの塩分濃度は、1994 年が 9500mg/L、1996 年は 5280mg/L である。したがって、 α が大きい条件では塩分濃度等に応じて淡水性珪藻プランクトンが増加できないことを示している可能性がある。逆に α が小さい条件では、淡水性珪藻プランクトンの増殖あるいは現存量の増加に関する何らかの過程が生じると考えられる。この点については、次の堰の影響に関する節で考察する。

4. 堰建設による影響

図 1 に示した斜破線は、プロットしたデータを堰の建設前後で分離したものである。破線の左は建設後を、右は建設前に相当する。同図より堰建設により感潮面積が減少したことから α が減少し、その結果 β の減少(弱混合化)が引き起こされていることが明瞭である。ただし建設前の大潮・小潮の $\alpha - \beta$ 曲線は大きく離れ

ていることがわかる。これは、建設前は $\alpha - \beta$ の関係に対する潮汐の影響が強かったことを意味している。ところで堰建設後の堰下流水域は、流速の低下に伴う滞留傾向の強化に加えて、堰直下右岸に位置する船通しを通じた揖斐川との大量の河川水交換で特徴付けられることが指摘されている(有田・橋本 2005)。 α が小さい状況は、伊勢湾以外の上記の要素の影響が強いことに相当する。つまり、堰下流区間に対する揖斐川からの供給淡水珪藻類が多いことに加え、弱混合化および滞留性の強化により堰下流区間で珪藻プランクトンが増殖しやすくなった可能性がある。このため、 β が緩混合条件であったとしても、 α の変化に応じて堰建設前後で珪藻プランクトン群集の量や質が変化していたと考えられた。

【参考文献】

- 1) 有田正光, 橋本彰博, 南澤公太郎: 感潮域の塩水侵入の混合特性分類に関する研究, 水工学論文集, 49, pp.1375-1380, 2005.
- 2) 有田正光, 橋本彰博: 長良川河口域の塩水侵入と水質変動の特性, 水工学論文集, 49, pp.1381-1386, 2005.

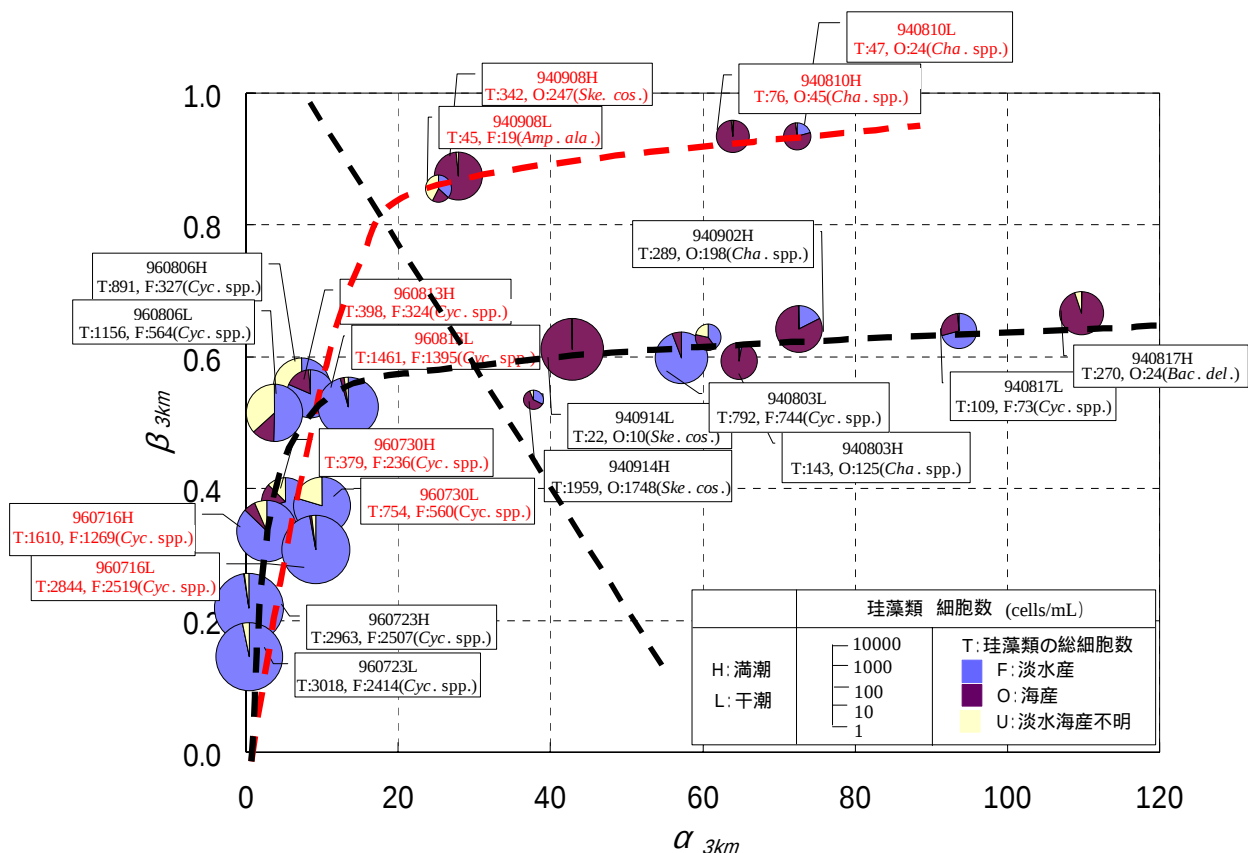


図 1 3km 地点の局所的混合形態指標座標における 2.4km 地点(表層)珪藻プランクトン群集構成(枠線中上段の 6 桁数値は年月日を, 7 桁目は満潮(H)と干潮(L)を, 赤字は大潮を黒字は小潮を示す。下段は T が珪藻プランクトンの総数を, F(淡水性)あるいは O(海水性)は最多出現珪藻プランクトンの生息箇所と種名およびその細胞数を示している。)