

付着性藻類群を対象としたロジスティック方程式における増殖率と環境容量に関わる物理環境要因

名古屋大学大学院 学生員 ○加賀真介
名古屋大学大学院 学生員 田代 喬

名古屋大学大学院 学生員 渡辺慎多郎
名古屋大学工学部 学生員 溝口俊太
名古屋大学大学院 正 員 辻本哲郎

1. はじめに

矢作川において確認されている大型糸状緑藻を代表とした付着性藻類群の異常繁茂は、ダムや堰の建設、砂利採取などの急激な人的インパクトによる河相の変化が生息環境の変質を引き起こすことによって生じ、近年では多くの河川においてこの現象が確認されている。付着性藻類群の繁茂制御についての既往の研究は主として剥離特性の調査・検討¹⁾であるが、異常繁茂の発生抑制、そして長期的な繁茂制御まで考慮するには異常繁茂に至る繁茂動態の把握が重要となる。

本研究では、繁茂動態予測モデルの作成にむけた研究の第一歩として、付着性藻類群の増殖過程に着目し、その消長をロジスティック方程式²⁾によって表すことを試みている。現地調査および試料分析の結果から、増殖率と環境容量について、物理環境要因、特に流速、水深との関係を考察する。

2. 現地調査

現地調査は愛知県豊田市を流れる矢作川中流域に位置し、平成記念橋（約 42.0km 地点）の直上流におけるリーチを対象とした。2002年7月23日から調査を開始し、翌月からは月2回の頻度で実施した。現地ではリーチ内の異なる河床型における付着性藻類群の生育の違いを調査するために、1：淵、2：淵～平瀬、3：平瀬～早瀬、4：早瀬の4つの河床型でそれぞれを代表する1m×1m区画のコドラートを設置し（図-1）、流速（6割水深）、水深を測定するとともに、付着性藻類群の採集を行った。採集はコドラート内の礫面上の繁茂を代表する礫を2個選択し、10cm×10cmの領域内に繁茂している付着性藻類群について行った。採集試料は強熱減量およびクロロフィルa量の測定に用いた。強熱減量は採集試料をグラスファイバー・フィルターを用いて吸引濾過し、濾過後その試料を110℃で2時間乾燥させて乾燥重量を測定し、さらに600℃で1時間燃焼後に重量を測定し、乾燥重量から燃焼後重量を引くことによって求めた。クロロフィルa量は強熱減量と同様に吸引濾過後100%エタノール10mlを加えて色素を抽出し、Lorenzen法³⁾により算出した。

3. 分析結果、考察

現存量を強熱減量にて代表させ、その時間変化を図-2に、対象地区の水質調査結果を表-1に示す。現存量の時間変化と温度との関係から9月26日以降から繁茂の傾向が見られる。そこで9月26日を $t=0$ とおき、各コドラートにおける増殖率を求める。

一般に、生物の増殖過程はロジスティック曲線に従う場合が多い²⁾。そこで本研究では付着性藻類群の生長過程がロジスティック曲線で近似できるものとし、ロジスティック方程式(1)と現地調査の結果から各コド

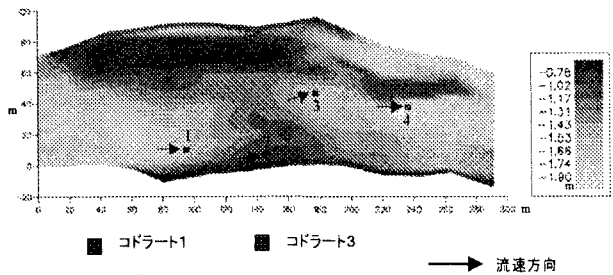


図-1 対象区間の河床高コンターとコドラート設置位置

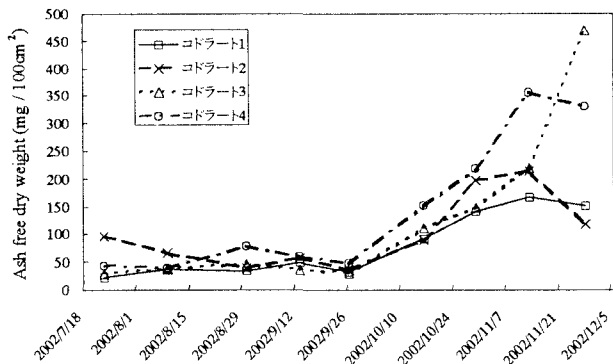


図-2 各コドラート現存量時間変化

表-1 水質調査結果

調査日	水温(℃)	濁度(度)	栄養塩		
			Cl (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (μg/l)
2002/7/23	24.6	37	0.02	1.31	21.20
2002/8/9	26.8	13	0.81	2.31	2.02
2002/8/30	27.4	3	1.16	1.69	11.60
2002/9/13	25.1	4	2.40	2.46	11.20
2002/9/26	21.3	5	2.97	7.05	1.35
2002/10/16	20.0	13	3.00	7.07	3.09
2002/10/30	15.1	5	1.98	7.43	6.17
2002/11/13	13.1	4	2.16	7.35	0.68
2002/11/28	11.6	4	5.43	9.51	1.71

ラートにおける増殖率 ε と環境容量 K を推定した．なお，対象地区は調査期間中に大きな出水がなく安定した状態であるため剥離特性は考慮していない．

$$\frac{d}{dt}N(t) = \varepsilon \left\{ 1 - \frac{N(t)}{K} \right\} N(t) \quad (1)$$

ここで， N ：現存量（ここでは強熱減量： B ）， ε ：増殖率， K ：環境容量（ここでは各コドラート(i)における調査期間内のサンプルにおける最大現存量(K_i))である．増殖率を推定したところ，コドラート1から順に $\varepsilon=0.05, 0.08, 0.05, 0.055$ (day)となり，相関係数は $r=0.906, 0.773, 0.973, 0.954$ となった．この一例を図-3に示す．各コドラート間の増殖率の違いの一要因として，光合成生産において光エネルギーの最終的な伝達色素として重要な役割を果たすクロロフィル a の影響が考えられる．そこで単位強熱減量あたりのクロロフィル a 量を算出し，その時間変化の一例を図-4に示す．なお，他の3地点もほぼ同様の傾向を示した．このことから，クロロフィル a 量は一定の働きを保ち，増殖率の変動に大きな変化を与える要因ではないことが考えられる．また，時間経過に伴う $Chl.a/B$ の顕著な変化が見られないことからクロロフィル a 量と強熱減量はその変動傾向が対応している様子が伺える．次に表-1を見ると，9月26日 ($t=0$) 以降，水温以外の水質条件がほぼ一定であるにもかかわらず，増殖率に違いが表れていることから，場所によって異なる物理環境要因が増殖率および環境容量に与える影響について検討した．増殖率・環境容量と流速，水深との関係を図-5，図-6に示す．既往の知見によれば，流速の違いは栄養塩供給量に変化を与え，水深の違いは光強度に変化を与える可能性が考えられる．本実測データからは，環境容量は流速，水深ともに最適値があることが推察される．一方で，増殖率は流速，水深ともにその関係については明瞭な傾向は見られなかった．

以上に述べたように，矢作川中流域の実測データから，流速，水深といった場所における物理環境要因は藻類の増殖率，そして環境容量に何らかの影響を及ぼすことが確認された．

4. おわりに

本報における実測値のデータ数は必ずしも充分ではなく，更なる調査，分析の継続が必要である．今後は本研究の結果に流量時系列変化の考慮，礫上での環境容量からコドラート単位での環境容量への転換，そして剥離率を加えた繁茂動態シミュレーションの解析を行い，繁茂動態予測モデルの検討を行う予定である．

参考文献

- 1)例えば，辻本哲郎，北村忠紀，加藤万貴，田代喬：低攪乱礫床における大型糸状藻類繁茂のシナリオ，河川技術に関する論文集，第8巻，pp.67-72，2002．
- 2)寺本英：数理生態学，朝倉書店，183p．，1997．
- 3)西条八束，三田村緒佐武：新編 湖沼調査法，講談社，pp.189-192，1995．

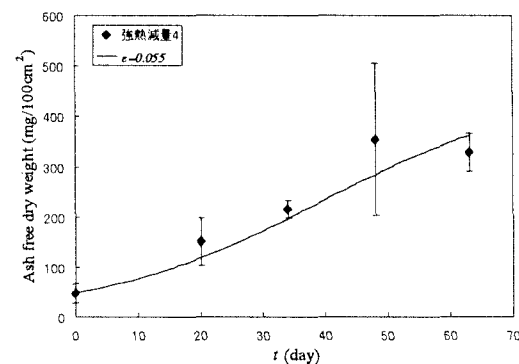


図-3 コドラート4における増殖曲線

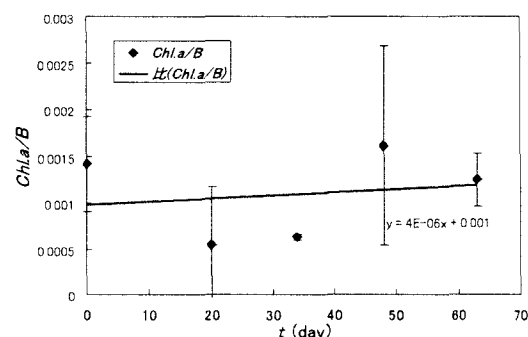


図-4 コドラート4における活性量時間変化

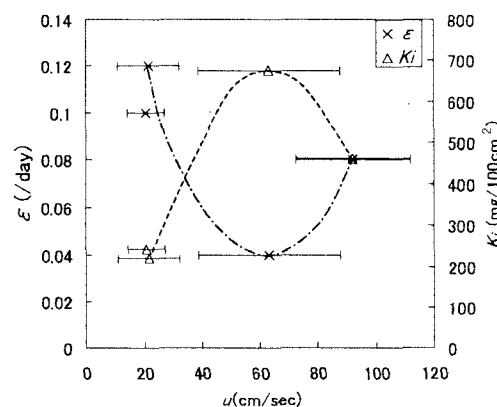


図-5 増殖率および環境容量と流速との関係

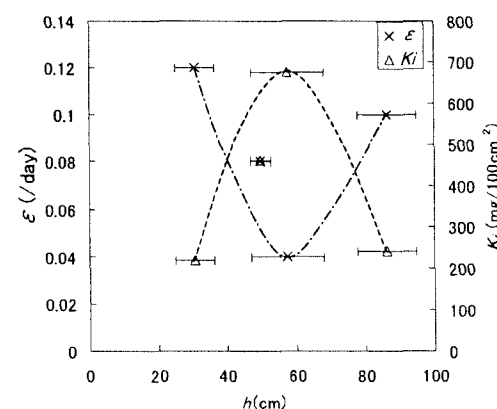


図-6 増殖率および環境容量と水深との関係