

沖縄におけるホテイアオイ生長の季節変化

琉球大学 工学部 ○学 新垣渡 正 喜納政修
学 田名哲 学 長野邦康

1. はじめに

本実験の目的は、亜熱帯地方である沖縄におけるホテイアオイの生長速度及び窒素除去についての季節変化を求め、ホテイアオイの生長及び窒素除去についてロジスティック式を適用することである。

2. 実験装置及び方法

実験に用いた装置は図-1に示す。水槽の寸法は、幅91、長さ182、深さ31 (cm) のグラスファイバー処理を施した鉄板製である。ホテイアオイは、農業用水ダムに常時培養してあるものを採取して用いた。採取時は夾雑物を水でよく洗い、枯葉などを除去した。あらかじめ $\text{NO}_3\text{-N}$ 培養液の入った7つの水槽にホテイアオイを水道水で洗った後、密度をかせ計量後投入した。培養後14日目(初発時)と24日目(終了時)にホテイアオイ重量を計量し、初発及び終了時のホテイアオイ密度を求め、初発から終了時の10日間を測定期間とした。計量時にはホテイアオイ中の窒素含有率も求めた。測定期間中のホテイアオイ生産量及び窒素除去量を毎月求め季節変化を求めた。またホテイアオイ生長にロジスティック式を適用し最大生産量及び最大窒素除去量を求め、測定値から求めた平均生産量、平均窒素除去量と比較した。

3. 結果及び考察

3.1 ホテイアオイ生長に対するロジスティック式の適用

ホテイアオイの生長を図-2に示す。密度によるホテイアオイ生長速度の差は大きくない。それは実線が平行になっているからである。ホテイアオイ生長がロジスティック式に従う場合、終了時の密度の逆数 ($1/S_B$) は(1)式で示される。

$$1/S_B = A + B(1/S_A) \quad (1)$$

$1/S_B$ 、 $1/S_A$ の関係を図-3に示す。 $1/S_A$ 、 $1/S_B$ はよい直線性があり生長がロジスティック式で示し得ることを示す。図-3において切片と勾配からA、Bが求まる。ロジスティック曲線の飽和値 (S_m)、生長係数 (λ) は(2)式で示される。

$$A = (1-B)/S_m \quad B = \exp(-\lambda t) \quad (2)$$

A、Bが求まれば(2)式から S_m 、 λ が求まる。

RGR、生産量と平均密度の関係を図-4に示す。平均密度に対してRGRは直線的に減少し、生産量は二次曲線的に対応するが、密度により大きく変化しない。密度が $S_m/2$ の時、生産量は最大となりその値は(3)式で示される。

$$G_m = \lambda S_m / 4 \quad (3)$$

1994年4月の実験の場合、最適密度 $S_m/2$ が $0.45 \text{ (kg-DW} \cdot \text{m}^{-2})$ の時に、 $G_m = 12.24 \text{ (g-DW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1})$

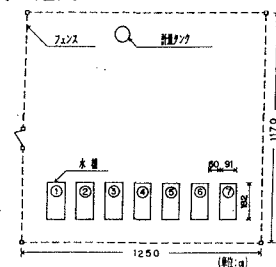


図-1 実験装置

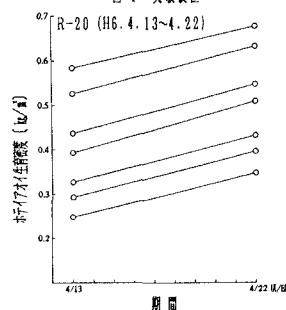


図-2 ホテイアオイ生長

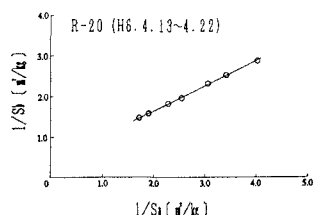


図-3 $1/S_A$ と $1/S_B$ の関係

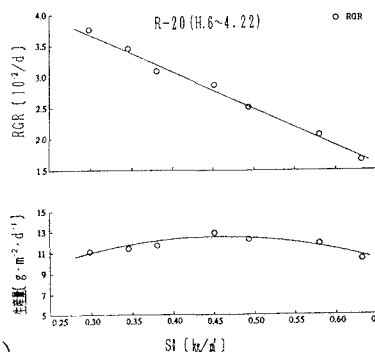


図-4 RGR、生産量の密度による変化

になった。

3.2 密度による窒素除去量の変化

密度による窒素含有率の変化は小さいので、密度による窒素除去量の変化は生産量の変化に類似するものとなる。窒素除去量＝生産量×窒素含有率とすると、最大窒素除去量は(4)式ようになる。

$$q = S_m \lambda N / 4 \quad (4)$$

4月の実験の場合、最適密度 $S_m / 2$ が $0.45 \text{ (kg-DW} \cdot \text{m}^{-2})$ の時、最大窒素除去量は、 $468 \text{ (mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1})$ となる。

3.3 生産量及び窒素除去量の季節変化

各槽の生産量の季節変化を図-5に示す。各槽の生産量は冬は小さく夏は大きく、気温、水温、日射量の変化に似ている。夏は特に変動が大きいが、日射量の傾向とよく一致する。

窒素含有率の季節変化は図-6に示す。初発時及び終了時の窒素含有率の経時変化はよく似ており、5月が最大で9～10月が最小となる。その差は大きくなく年間を通じて一定とみなしてよい。年間平均値は、初発時3.37、終了時3.42%である。

総窒素除去量の季節変化を求めると図-7となり、生産量と同様に冬は小さく夏は大きくなっている。密度による窒素除去量の差は冬は小さいが、夏はばらつきがあり、やや大きくなっている。

各槽の窒素除去量の平均値(平均窒素除去量)と(4)式で求めた最大窒素除去量の季節変化を図-8に示す。最大窒素除去量及び平均窒素除去量の季節変化も、各槽の窒素除去量の季節変化と似ている。最大窒素除去量、平均窒素除去量の最小値は1月に起こり、その値は 0.217 と $0.194 \text{ (mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1})$ となり、その比は 1.12 になる。又、最大値は5月に起こり最大窒素除去量、平均窒素除去量の値は、 1.29 と 1.02 となり、その比は 1.26 になる。最大窒素除去量と平均窒素除去量の季節変化の傾向はよく一致し、常に最大窒素除去量は平均窒素除去量より少し大きくその比は 1.13 である。したがって最大窒素除去量がロジスティック式から求めれば、平均窒素除去量は、その約88%として求めることができる。

4. まとめ

(1) ホテイアオイの生長及び窒素除去量に最適な密度は、枯葉の影響を考慮すると、 $S_m / 2$ より少し小さくなると考えられる。

(2) 最大窒素除去量の季節変化はロジスティック式の飽和値(S_m)及び生長係数(λ)を求めることにより、算出する事ができる。

(3) 平均窒素除去量は、最大窒素除去量の約88%として求めることができる。

(4) 年間平均窒素除去量及び年間最大窒素除去量は、 181×10^3 と $205 \times 10^3 \text{ (mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y)}$ である。

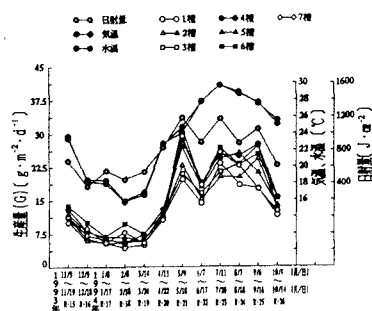


図-5 生産量の季節変化

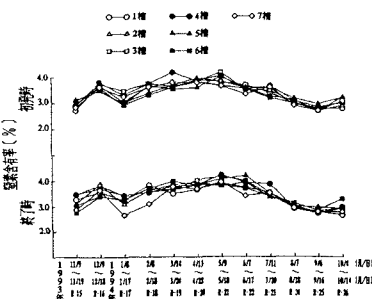


図-6 窒素含有率の季節変化(初発時、終了時)

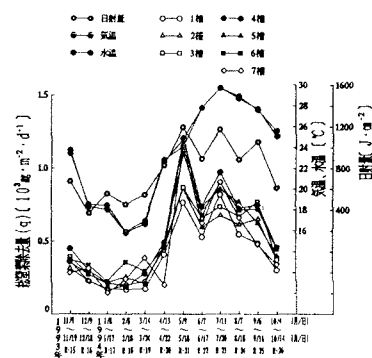


図-7 総窒素除去量の季節変化

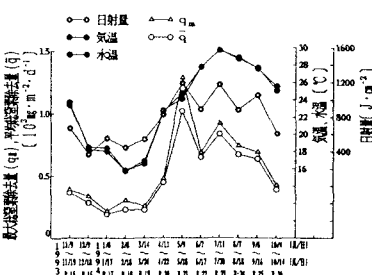


図-8 最大窒素除去量(q_m)と平均窒素除去量($\bar{q}$)の季節変化