

赤潮総合対策調査事業－Ⅱ (有害赤潮発生に関する生態学的研究－Ⅰ)

西広海, 田原義雄

【目 的】

閉鎖性海域における環境特性を明らかにするとともに、有害プランクトンの発生動向や生態等を明らかにし、赤潮発生予察技術等を開発するうえでの基礎資料を得る。

長期間・広範囲にわたる総合的な環境調査や室内培養試験などを行うことにより、高水温・広塩分に至適性を持ったシャトネラ属による赤潮発生機構を解明するとともに、赤潮防除技術の開発研究を行うことで、各種赤潮による漁業被害の未然防止と、養殖漁業経営の安定化を図る。

【方 法】

1 漁場環境の周年モニタリング調査

鹿児島湾及び八代海における12定点（赤潮調査事業と同じ）において以下の事項を調査した。

調査項目：気象，海象（水温，塩分，透明度，水色），水質*（DO, pH, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, DIN, DON, TDN, DIP, DOP, TDP, Si, Chl-a），プランクトン（各層採水）

※：水質項目の略号の説明は、別稿「有害・有毒プランクトン対策研究」に記載

2 赤潮発生動向調査

(1) プランクトン発生動向調査

鹿児島湾と八代海で周年モニタリングを行った。

(2) 赤潮発生メカニズムの解明

ア. 1回目試験

八代海産 *Chattonella antiqua* (以下 *C. antiqua*) と珪藻類のスケルトネマ (*Skeletonema* sp.) の増殖に及ぼす水温と光強度の影響について、人工培養した細胞株を用い、室内試験を実施した。試験区は、水温を18℃, 20℃, 23℃の3段階、光強度を10, 50, 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の3段階に設定した区を設定した。塩分は33の固定とした。以上の条件で、八代海産 *C. antiqua* 単独及びスケルトネマとの混合培養による最終細胞密度及び増殖速度を比較した。

イ. 2回目試験

鹿児島湾産 *Chattonella marina* (以下 *C. marina*) , 八代海産 *C. marina*, *C. antiqua* と珪藻類のスケルトネマ (*Skeletonema* sp.) の増殖に及ぼす水温と光強度の影響について、人工培養した細胞株を用い、室内試験を実施した。試験区は水温を20℃, 塩分を33の固定とし、光強度を10, 50, 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の3段階に設定した区を設定した。以上の条件で、シャットネラ属単独及びスケルトネマとの混合培養による最終細胞密度及び増殖速度を比較した。

【結果及び考察】

1 漁場環境の周年モニタリング調査

鹿児島湾、八代海の海象及び水質については、別稿「有害・有毒プランクトン対策研究」に記載

2 赤潮発生動向調査

(1) プランクトン発生動向調査

【鹿児島湾】

湾央部では、4月中旬から7月中旬まで珪藻類は概ね高水準で推移したが、9月以降は減少した。湾奥部は、4月中旬から7月中旬まで珪藻類は概ね高水準で推移しその後減少、10月中旬に一時増加し、11月以降は減少した。

有害種については、5～6月に *Ceratium* 属がやや多い程度であったが、7月上旬には湾奥部で *Heterosigma akashiwo* が赤潮を形成し、最高97,600cells/ml確認された。

【八代海】

調査海域のうち八代海南部および東部の珪藻類は、5月中旬から8月上旬まで高水準で推移してその後減少したが、10月下旬に一時増加した後は減少した。また調査海域北部では、6月以降珪藻類が増加し、9月上旬まで概ね高水準で推移し、その後減少した。

有害種は、5月に *Heterosigma akashiwo* による赤潮が局地的に発生したほか、6月以降に *Ceratium* 属がみられた。なお *C. antiqua*, *Cochlodinium polykrikoides* による赤潮は発生しなかった。

また6月に渦鞭毛藻類の *Prorocentrum dentatum*, 7月に *Noctiluca scintillans* による赤潮が局地的に発生した。

(2) 赤潮発生メカニズムの解明

ア. 1回目試験：*C.antiqua*（八代海産株）と *Skeletonema* sp. の増殖に及ぼす水温と光強度の影響）（図-1, -2）

・最終細胞密度は、いずれの水温、光強度でも、*C.antiqua* 及び *Skeletonema* sp.ともに単独培養区よりも混合培養区のほうが最終細胞密度は低く、20℃区では50 μ mol/m²/s以上で有意差が認められた。

・比増殖速度は、水温20℃、光強度50 μ mol/m²/s以上で、*C.antiqua* 及び *Skeletonema* sp.ともに単独培養区よりも混合培養区のほうが比増殖速度は有意に高く、競合種が混在することにより、互いに増殖を推進させた。しかし23℃では、単独培養区と混合培養区に有意差は認められなかった。

イ. 2回目試験：*Chattonella* 属3株と *Skeletonema* sp. の増殖に及ぼす光強度の影響）（図-3, -4）

・最終細胞密度は、*C.antiqua*, *C.marina*（鹿児島湾産）及び *C.marina*（八代海産）は、いずれの光強度でも単独培養よりも *Skeletonema* sp.との混合培養のほうが細胞密度が劣った。

・*Skeletonema* sp.は、光強度が10 μ mol/m²/sと50 μ mol/m²/sでは単独培養のほうが *Chattonella* 属との混合培養より最終細胞密度が高く、50 μ mol/m²/sで *C.antiqua* との混合及び *C.marina*（鹿児島湾産）との混合より有意差がみられた。光強度が100 μ mol/m²/sでは、単独培養の

最終細胞密度は、*C.antiqua* との混合及び *C.marina* (鹿児島湾産) との混合より有意に高かった。

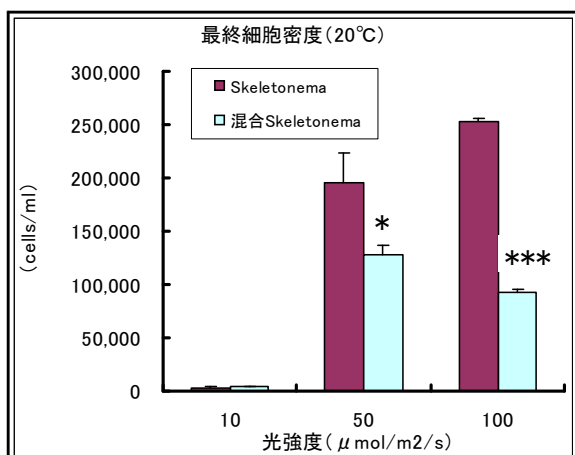
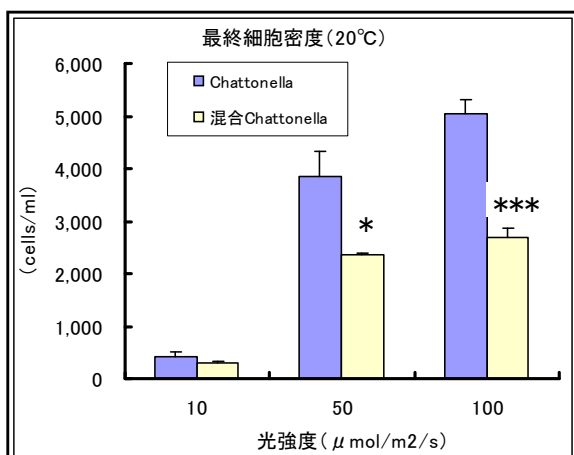
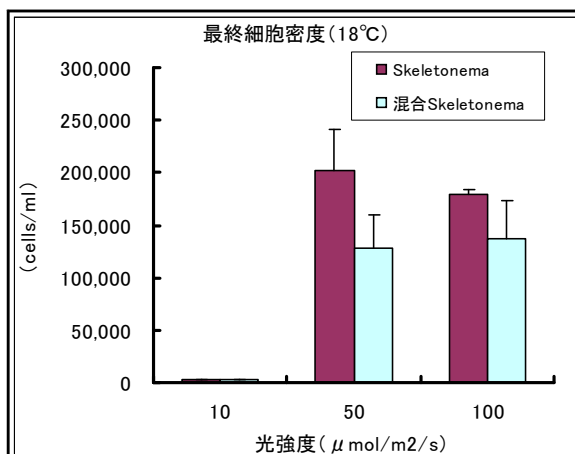
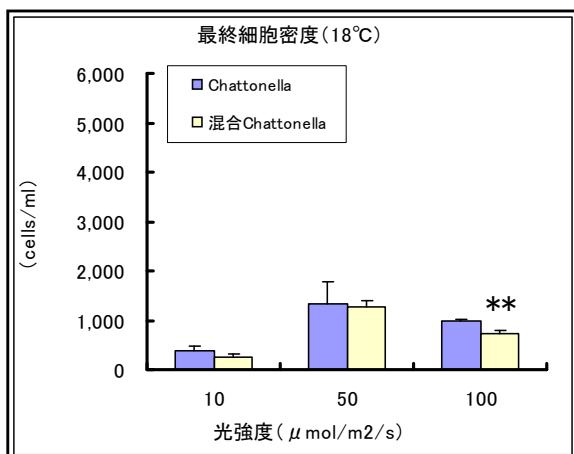
・比増殖速度は、*C.antiqua* は、単独培養では光強度が $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ が比増殖速度が最も低く、光強度が $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、 $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ と上がるに従い、比増殖速度も高くなった。混合培養の比増殖速度は、いずれの光強度でも単独培養より劣り、特に $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では有意に低かった。

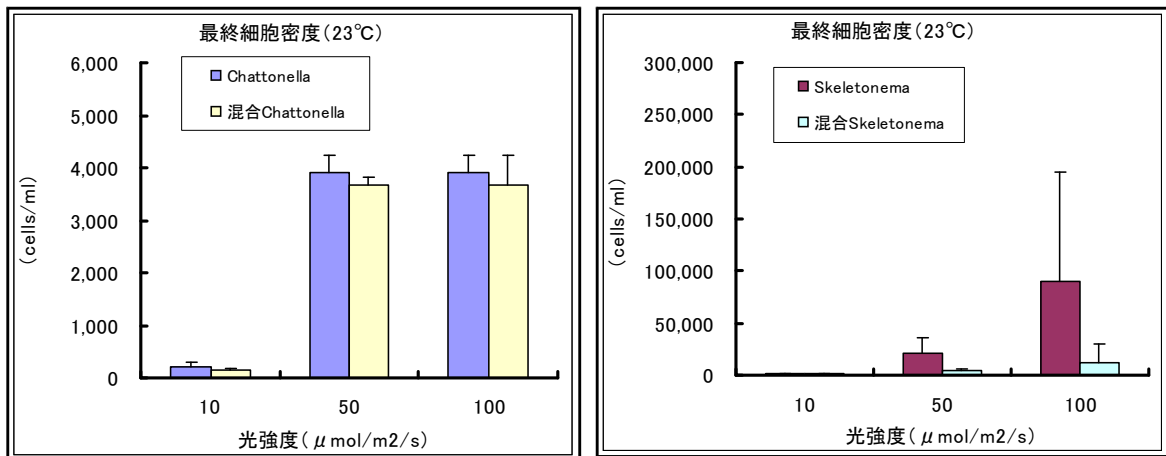
・*C.marina* (鹿児島湾産) は、単独培養では $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ が比増殖速度が最も低く、光強度が $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上ではほぼ同じ数値となった。混合培養では、 $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では単独培養よりも比増殖速度は高め、 $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では単独培養より有意に低く、 $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では逆に有意に高くなった。

・*C.marina* (八代海産) は、単独培養ではいずれの光強度でほぼ同じ比増殖速度を示した。混合培養の比増殖速度は、いずれの光強度でも単独培養より劣り、特に 10 及び $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ では有意に混合培養のほうが低かった。

Skeletonema sp. は、単独培養では $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ が比増殖速度が最も低く、光強度が $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上ではほぼ同じ数値となった。混合培養は、単独培養と同じか低くなり、*C.marina* (鹿児島湾産) と $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ で培養したものは、単独培養より有意に比増殖速度が低かった。

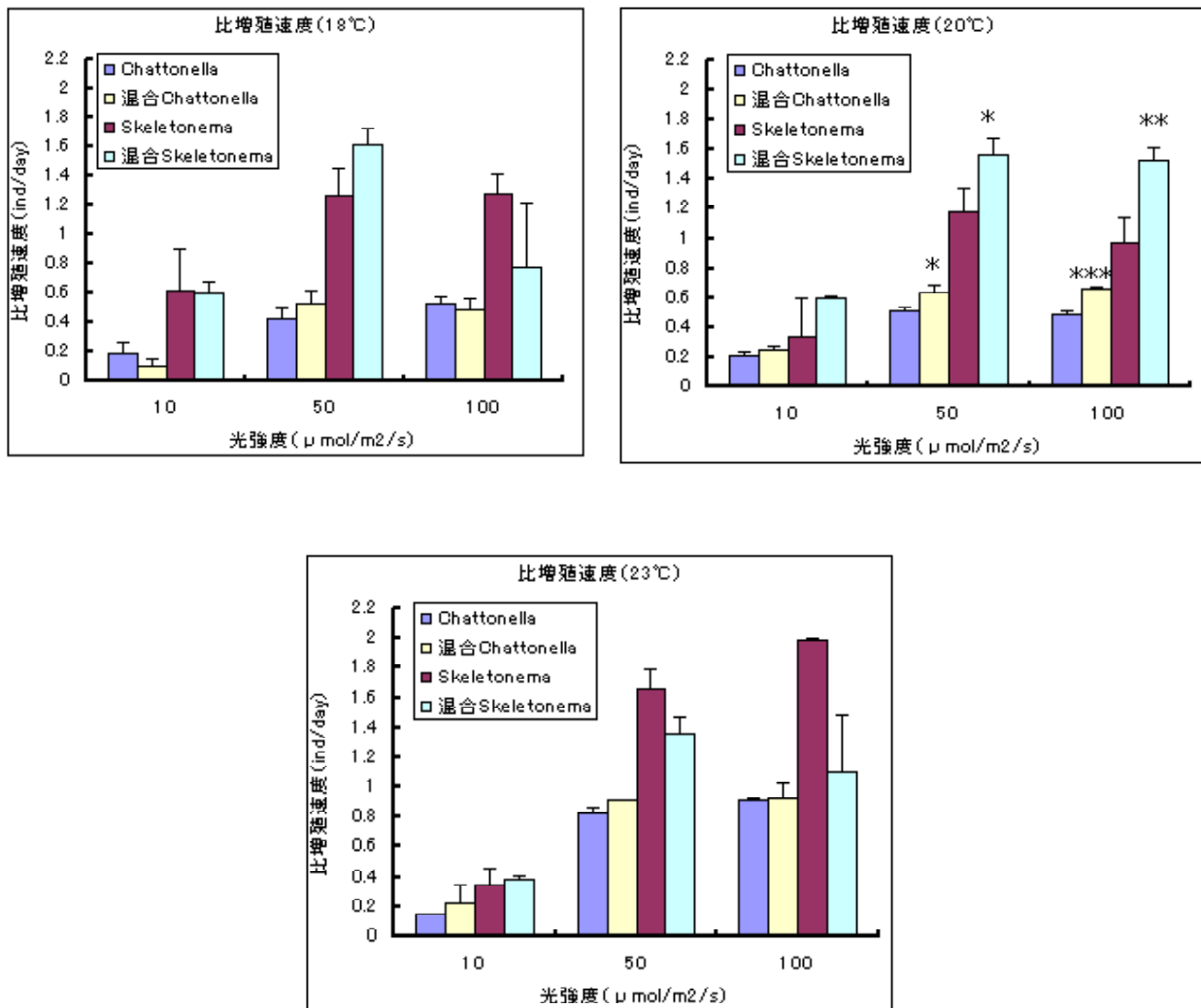
・*Chattonella* 属と *Skeletonema* sp. の細胞数が同じで、水温 20°C 、塩分 33 の条件では、*Chattonella* 属と珪藻の増殖に相互作用が認められた。すなわち、珪藻が混在する環境では、*Chattonella* 属の増殖は抑制され、特に $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ と強い光強度の下でより顕著となった。





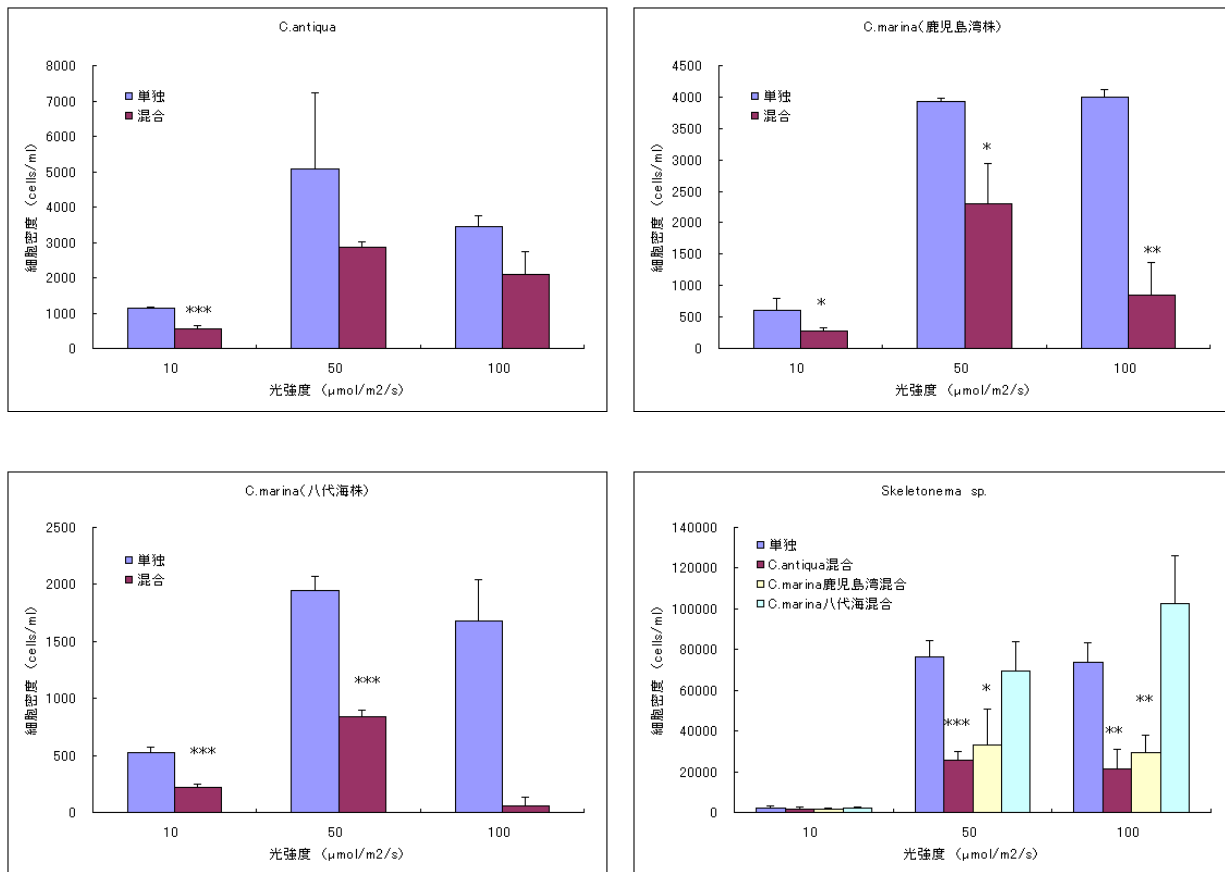
※ * : ($p < 0.05$) , ** : ($p < 0.01$) , *** : ($p < 0.001$)

図-1 *Chattonella* 属と珪藻類についての水温と光強度の影響試験での最終細胞密度 (第1回)



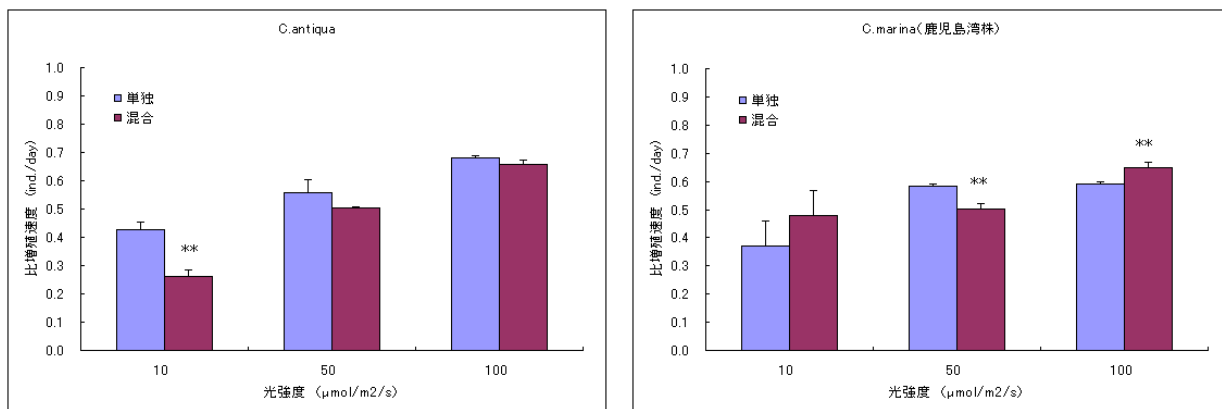
※ * : ($p < 0.05$) , ** : ($p < 0.01$) , *** : ($p < 0.001$)

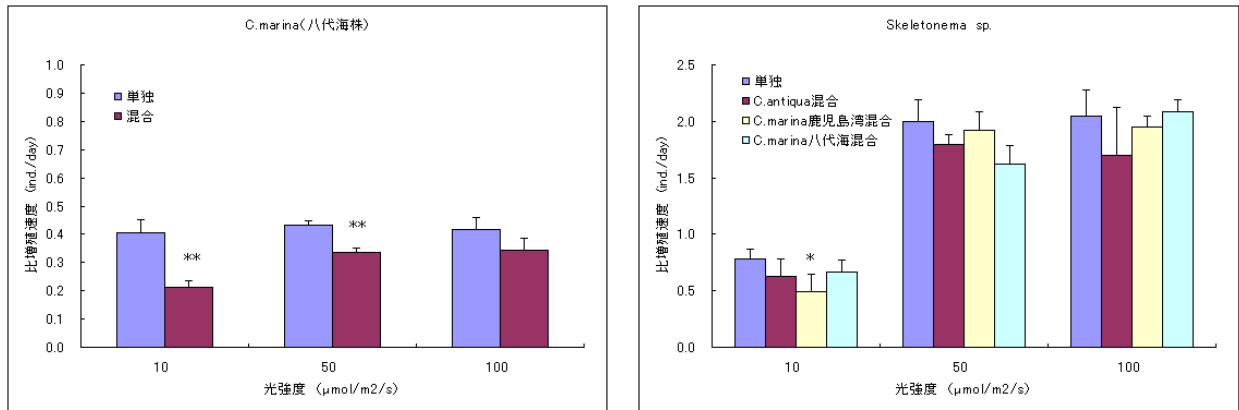
図-2 *Chattonella* 属と珪藻類についての水温と光強度の影響試験での比増殖速度 (第1回)



※ * : ($p < 0.05$) , ** : ($p < 0.01$) , *** : ($p < 0.001$)

図-3 *Chattonella* 属と珪藻類についての光強度の影響試験での最終細胞密度 (第2回)





※ * : ($p < 0.05$) , ** : ($p < 0.01$) , *** : ($p < 0.001$)

図-4 *Chattonella* 属と珪藻類についての光強度の影響試験での比増殖速度 (第2回)