

学位論文全文に代わる要約 Extended Summary in Lieu of Dissertation

氏名： 北辻 さほ
Name

学位論文題目： 有害赤潮プランクトンに対する従属栄養性渦鞭毛藻の摂食の影響に関する研究
Title of Dissertation

学位論文要約： Dissertation Summary

有害赤潮プランクトンが赤潮を形成する条件の解明については、水温、塩分、光、栄養塩等の環境条件が栄養細胞の増殖やシストの発芽等と与える影響などの生態学的な研究が精力的になされている(例えば、山口ほか 1991; Yamaguchi 1994; Smayda 1998; Imai and Yamaguchi 2012; Shikata *et al.* 2015)。一方で、捕食者である従属栄養性プランクトンの有害赤潮プランクトンに対する影響については、室内実験におけるその摂食速度などの報告はあるが(例えば、Uye 1986; Nakamura *et al.* 1992; Jeong *et al.* 1999)、実環境中で捕食者の影響について検討した研究は限られている(Nakamura *et al.* 1995; Nakamura *et al.* 1996; Matsuyama *et al.* 1999; Jeong *et al.* 2010)。従属栄養性渦鞭毛藻は幅広い生物を捕食し(例えば、Hansen and Calado 1999)、沿岸生態系において重要な役割を担うことが指摘されている。そこで、沿岸域で生物量の大きい従属栄養性渦鞭毛藻ヤコウチュウ *Noctiluca scintillans* (Tada *et al.* 2004) と、様々な赤潮の衰退期に出現した観測例の多い従属栄養性渦鞭毛藻 *Gyrodinium dominans* (例えば、Nakamura *et al.* 1995) を対象として、これらの摂食が有害赤潮プランクトンや珪藻類の生物量を減少させるのかについて検討した。

本研究では従属栄養性渦鞭毛藻の有害赤潮プランクトンや珪藻類への摂餌生態に関して検討、考察した。まず、瀬戸内海・播磨灘においては *N. scintillans* の摂食が珪藻類のブルームを終焉させ、広島湾では *G. dominans* の摂食が有害赤潮プランクトン *Heterosigma akashiwo* の高密度化を未然に防い

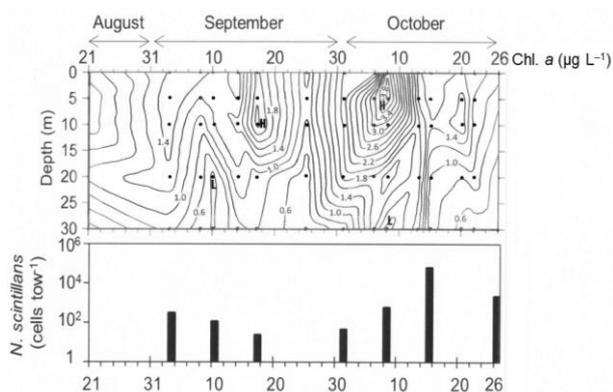


Fig. 1 Dynamics of Chl. *a* and *N. scintillans* during the sampling period at Stn. NH. Contour intervals of Chl. *a* is 0.2 $\mu\text{g L}^{-1}$.

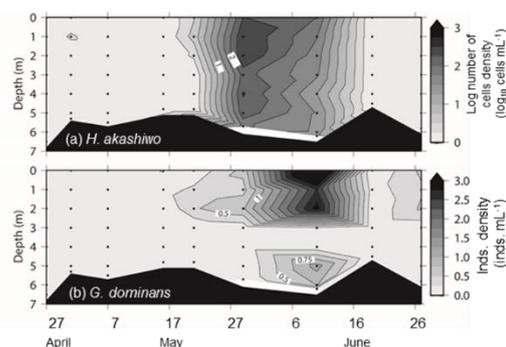


Fig. 2 Temporal changes in vertical distributions of (a) *H. akashiwo* and (b) *G. dominans* at Stn. S between April 27 and June 27, 2017.

だことを示した (Fig. 1, 2)。その際、*N. scintillans* の食胞中の摂餌物を光学顕微鏡による観察で特定することは困難であるため、簡易な同定法が必要と考えられた。そこで、*N. scintillans* が摂食した

有害赤潮プランクトンを検出する手法として、簡易な遺伝子増幅法で高額な機器を必要としない LAMP 法 (loop-mediated isothermal amplification) の適用を検討した。まず、本手法を用いた室内実験を行い、*N. scintillans* は摂食した有害赤潮プランクトン *Karenia mikimotoi* の DNA を 3 時間以内に消化することや明期前半に活発に摂食することを見出した。また、三重県・英虞湾において *K. mikimotoi* および *Chattonella* spp. の赤潮発生時に、夜間よりも昼間に高い確率で *N. scintillans* の細胞内から両種

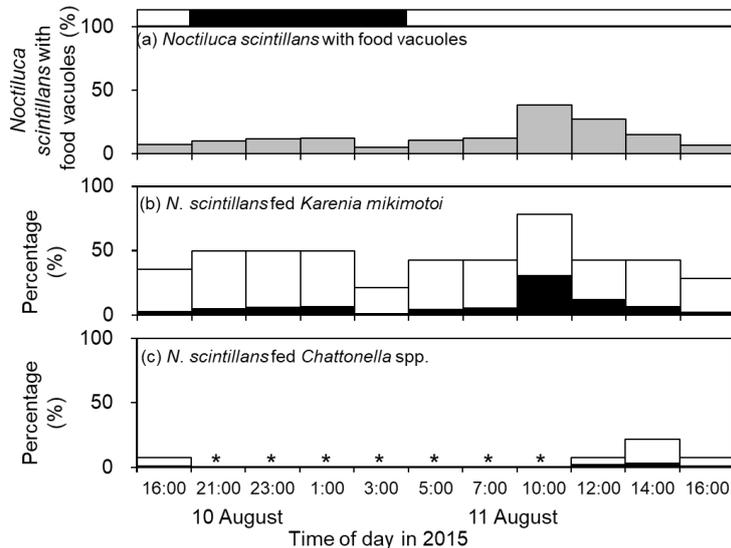


Fig. 3 Temporal changes in percentages of (a) *Noctiluca scintillans* with food vacuoles, (b) LAMP detection of *Karenia mikimotoi* (white bar) for *N. scintillans* with food vacuoles cells ($n=14$ at each sampling time), (b) *N. scintillans* cells fed *K. mikimotoi* (black bar), (c) LAMP detection of *Chattonella* spp. (white bar) for *N. scintillans* with food vacuoles cells ($n=14$ at each sampling time) and (c) *N. scintillans* cells fed *Chattonella* spp., on 10 and 11 August, 2015, in Ago bay. Percentages of *N. scintillans* fed *K. mikimotoi* and *Chattonella* spp. are obtained multiplying the percentage of *N. scintillans* food vacuoles (White bar) by the percentage of LAMP detection (White bar). *Not detected. The upper white and black bar indicates day and nighttime.

を検出した (Fig. 3)。また、結果を解釈する際には摂餌物の消化や摂食リズムなどを考慮する必要があることも明らかとなった。次に、確立した LAMP 法による摂食解析を実環境中の *N. scintillans* に適用した。*Chattonella* spp. と *H. akashiwo* が混合赤潮を形成した広島県・福山湾田尻港において 24 時間観測を実施し、*N. scintillans*, *Chattonella* spp. および *H. akashiwo* の鉛直分布を 2 時間おきに把握するとともに、LAMP 法を用いて *N. scintillans* の両種に対する摂食状況を明らかにした。調査期間中、一貫して *N. scintillans* および *Chattonella* spp. は表層から密度躍層付近に多く分布し、*N. scintillans* は *Chattonella* spp. を活発に摂食していた。特に午前 8 時に *Chattonella* spp. を摂食した *N. scintillans* 細胞割合と、*Chattonella* spp. 細胞密度の間に有意な正の相関関係が認められ ($p < 0.05$)、室内実験で得られた摂食リズムと一致した。一方、*H. akashiwo* は昼間には表層に、夜間には底層に多く分布し、密度躍層を越えて日周鉛直移動を行った。*H. akashiwo* を摂食していた *N. scintillans* は、2 時、8 時、14 時でのみ検出され、摂食した *N. scintillans* 細胞の割合も低かった。従って、*H. akashiwo* の日周鉛直移動による摂食回避があったと推察された。また、*Chattonella* spp. と *H. akashiwo* の細胞密度比が約 200 : 1 以上になると *H. akashiwo* に対する摂食は認められず、餌密度比も *N. scintillans* の摂食に影響を与えることが考えられた。前述のように、*N. scintillans* は、英虞湾における観測では *Chattonella* spp. に対して昼間に活発に摂食し、福山湾田尻港における観測では *Chattonella* spp. を摂食した *N. scintillans* 細胞割合は *H. akashiwo* よりも高かった。*N. scintillans* の増殖は *Chattonella antiqua* や *C. marina* を餌として与えた場合の *N. scintillans* の増殖は良好であるとされており (多田ほか 2004)、実環境中における *Chattonella* spp. 赤潮の衰退には *N. scintillans* の摂食が大きく寄与する可能性が示唆された。

以上の成果を総合して考えると、従属栄養性渦鞭毛藻の珪藻類や有害赤潮プランクトンへの摂食の影響については以下の様なことが考えられる。従属栄養性渦鞭毛藻の摂食は、珪藻類のブルームを衰退させたり、有害赤潮プランクトン的高密度化を未然に防いだりするポテンシャルがある。また、LAMP 法が実環境中における従属栄養性渦鞭毛藻 *N. scintillans* の摂餌生態の把握に有効である。

を解釈する際には摂餌物の消化や摂食リズムなどを考慮する必要があることも明らかとなった。次に、確立した LAMP 法による摂食解析を実環境中の *N. scintillans* に適用した。*Chattonella* spp. と *H. akashiwo* が混合赤潮を形成した広島県・福山湾田尻港において 24 時間観測を実施し、*N. scintillans*, *Chattonella* spp. および *H. akashiwo* の鉛直分布を 2 時間おきに把握するとともに、LAMP 法を用いて *N. scintillans* の両種に対する摂食状況を明らかにした。調査期間中、一貫して *N. scintillans* および *Chattonella* spp. は表層から密度躍層付近に多く分布し、*N. scintillans* は *Chattonella* spp. を活発に摂食していた。特に午前 8 時に *Chattonella* spp. を摂食した *N. scintillans* 細胞割合と、*Chattonella* spp. 細胞密度の間に有意な正の相関関係が認められ ($p < 0.05$)、室内実験で得られた摂食リズムと一致した。

(様式 5) (Style5)

N. scintillans による有害赤潮プランクトンの摂食は、①餌生物の密度、②摂食者の日周リズム、および③餌生物の鉛直移動の影響を受ける。今後、LAMP 法を用いて従属栄養性渦鞭毛藻の摂餌生態を把握することで、沿岸生態系における従属栄養性渦鞭毛藻の役割が明らかになることが期待される。