

屋島湾における繊毛虫類の時空間的・季節的変動

大山憲一

Temporal, spatial and seasonal changes of ciliates in Yashima Bay, the Seto Inland Sea, Japan

Kenichi OYAMA

Temporal, spatial and seasonal changes in ciliate assemblages based on samples without fixation were investigated from June 2005 to May 2007 at a site in Yashima Bay, the Seto Inland Sea of Japan. At least, 26 species of ciliates were observed. The abundance of ciliates in the morning and after the sunset in the same layer varied highly and the abundance of ciliates at the surface and the bottom in the same sampling time varied highly, too. Gymnostomatida (1 species, annual mean abundance of individuals at the surface layer : 2,983 ind./L) appeared all the year around and bloomed from summer to the beginning of winter. The increase and decrease of individuals varied highly. Oligotrichida (3 species, annual mean abundance of individuals at the surface layer : 264 ind./L) also appeared all the year around, showed tendency to increase from winter to spring. Tintinnida (21 species, annual mean abundance of individuals at the surface layer : 229 ind./L) showed tendency to increase from summer to autumn. The precision of counting method was low and the coefficient of variations were 31.5 to 173%. To monitor the abundance of ciliates, it is important to take suited frequency, volume of sampling water and fixation of samples complied with the purpose of investigation.

キーワード：繊毛虫類, 裸口類繊毛虫, 少毛類繊毛虫, 有鐘繊毛虫, 変動係数, 屋島湾

水界に出現する主な原生動物の1つである繊毛虫類は、通常のパラクトンネットの網目を抜ける小型生物であり、しかもネット地への接触のような物理的刺激、固定液による化学的刺激で簡単に破裂し、その存在を示す証拠すら残さないため、ネット採集を基本とし、強力な固定液を使用する動物パラクトン調査ではほとんど見落とされる。¹⁾ 植物パラクトン調査で用いられる採水法では、繊毛虫類を生きたままの状態を観察できる利点はあるが、濃縮処理が必要な上、活発に動き回ることから同定・計数には熟練した技術が求められる。

このような理由から繊毛虫類の研究は他の動物パラクトンや植物パラクトンに比べて立ち遅れていたが、近年採集法、固定法の開発・改良が進み、分類、生活史、増殖生理および生態学的知見が徐々に蓄積されてきた。^{2, 3)} その結果、口器を有して活発な摂食活動を行う繊毛虫類は、水中の微生物群の量的・質的な変動に大きな影響を及ぼし、それ自身はカイアシ類等の

中・大型動物パラクトンの重要な餌料となり、海域の物質循環に大きく関与していることが分かってきた。^{4, 5)} パラクトンを主とする海洋微生物の急速な増殖に伴う海色変化である赤潮⁶⁾についても、その形成・消滅に繊毛虫類が関与していた事例が報告されている。^{7, 8)} また、赤潮の発生防止・防除に、繊毛虫類を利用して赤潮生物を除去する方法も検討されている。⁹⁾

しかし繊毛虫類の現場海域における出現動向を示すデータは依然として不足している。特に、繊毛虫類の高い増殖速度や遊泳能力から、本生物群は時間的（日中と夜間）、空間的（表層と底層）、季節的に相当変化に富んだ出現をしていると想像されるが、それを裏付ける現場からのデータは少ない。香川県海域においても繊毛虫類を対象とした周年調査はこれまで行われておらず、香川県赤潮研究所で通常行っている採水法によるパラクトン調査では、繊毛虫類のごく一部の種しか種レベルでの同定を行っていない（香川県赤潮研究所検鏡資料）。本報では、本研究所において通常の

調査で観察される繊毛虫類の情報の精度を向上させることを目的とし、採水法で固定処理なしの試料を使って本生物群を計数し、出現する種類、時空間的変動および季節的変動の把握を試みた。

材料および方法

香川県屋島湾奥部に位置する香川県水産試験場の棧橋（水深約5m）に定点を設け（Fig.1），2005年6月1日から2007年5月1日までの期間中，6月から9月の間は

毎月2回（原則として各月1日と15日），10月から5月の間は毎月1回（原則として各月1日），午前9時と日没約1時間後（以後，本報では「日没後」という。午後6時頃から午後8時頃。）に表層（0m）と底層（底上約0.5m）の海水を手付きビーカーまたは北原式採水器で採取した。透明度は午前9時に測定した。採取した海水の水温を測定した後，速やかに試水を研究室に持ち帰り，200mLまたは500mLを孔径8 μ mのメンブランフィルターで重ろろ過し，10mLに濃縮した。繊毛虫類の遊泳運動を抑制させるために10分程度静置した後，濃縮試

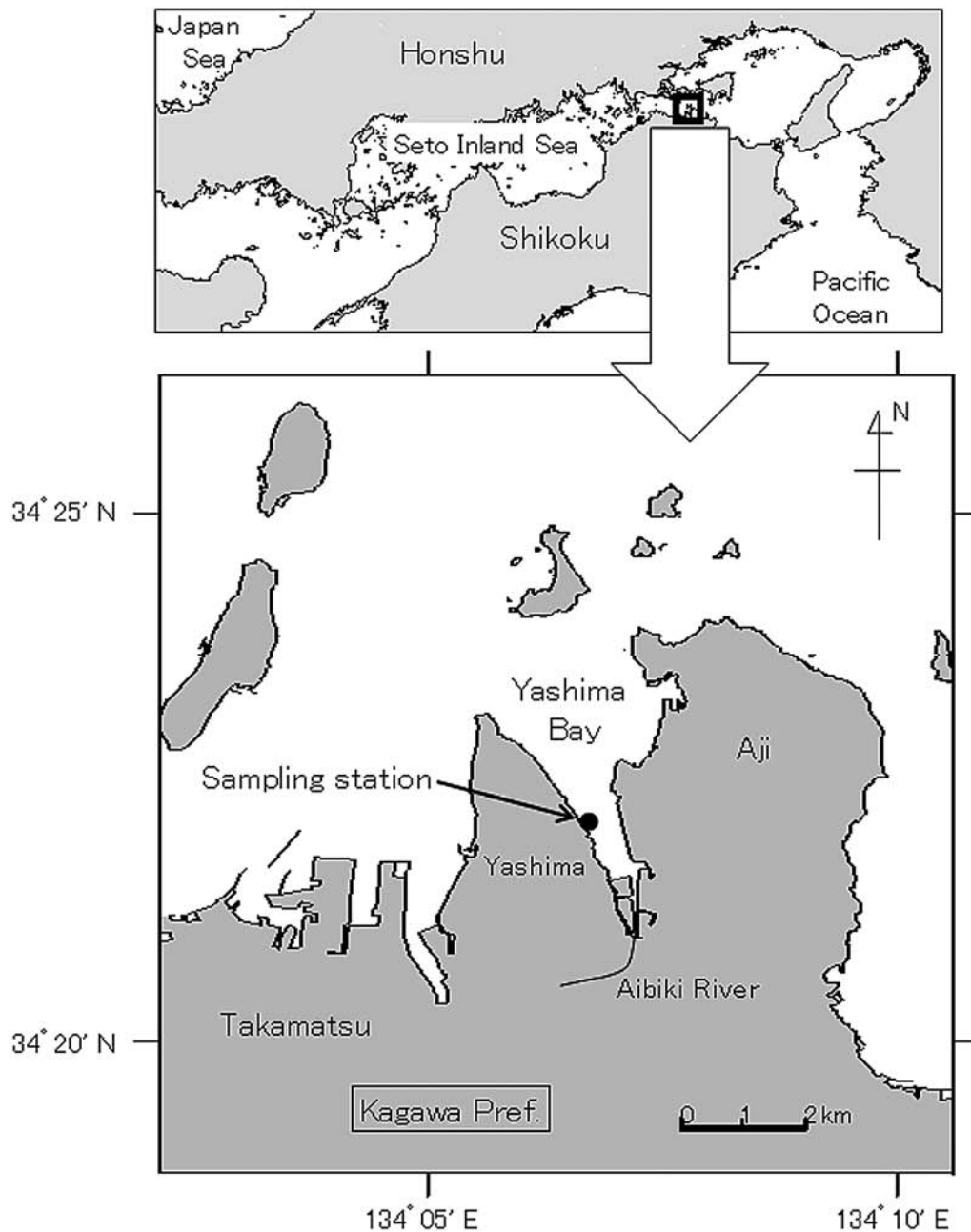


Fig. 1 Location of the sampling station in Yashima Bay, the Seto Inland Sea of Japan. A circle (●) indicates the sampling station at the pier of the Kagawa Prefectural fisheries experimental station.

料1mLの繊毛虫類の個体数を固定せずに計数した。遊泳運動が活発な個体で最初の観察で記録できなかった場合は、検鏡を繰り返し行った。検鏡は採水当日のうちにいった。繊毛虫類の同定は、前田・谷口 (1997),¹⁰⁾ 山路 (1966),¹¹⁾ Yoo *et al* (1988),¹²⁾ Yoo・Kim (1990)¹³⁾ に基づいて行った。

計数値の変動を把握するために、2007年9月26日の午前9時と午後7時（日没約1時間後）に、表層と底層から2Lずつ採水し、500mLを各層3回、同様の方法でろ過し、計数を行った。計数の対象は、繊毛虫類、珪藻類および繊毛虫類を除いた動物プランクトンとした。変動係数は、次式¹⁴⁾ により求めた。

$$\text{変動係数} = (\text{標準偏差} / \text{平均値}) \times 100$$

また固定による計数値への影響を比較するために、同年月日の午前9時における表層水500mLをルゴール液¹⁵⁾ で固定し、1晩静置後沈殿物中の繊毛虫類を計数した。

結 果

海洋環境 水温と透明度の変化を示す (Fig.2)。2005年8月1日午後8時の表層で最高水温28.8℃を記録し、2006年1月4日午後7時の底層で最低水温7.0℃を記

録した。夏季には成層化し、表層と底層の水温差が広がった。2006年6月16日には最高水温差2.1℃を記録した。表層における午前9時と日没後の水温差は、日没後の方が午前9時より平均0.23℃高かった。逆に底層における午前9時と日没後の水温差は、日没後の方が午前9時より平均0.28℃低かった。透明度は水温と負の相関を示し、夏季に低く冬季に高かった。

種類および個体数 繊毛虫類の種類および個体数をTable 1に示す。裸口類繊毛虫 (Gymnostomatida)、少毛類繊毛虫 (Oligotrichida) および有鐘繊毛虫 (Tintinnida) が主として出現し、少なくとも26種を確認した。出現種数は、有鐘繊毛虫 > 少毛類繊毛虫 > 裸口類繊毛虫の順に多かった。逆に平均出現個体数は、裸口類繊毛虫 > 少毛類繊毛虫 > 有鐘繊毛虫の順に多かった。最大出現数は、2006年6月16日に裸口類繊毛虫の *Mesodinium rubrum* のブルーム発生時に記録した103,800個体/Lであった。有鐘繊毛虫の最大出現数は、*Tintinnopsis lobiancoi* (= *T. tubulosa*, = *T. tubulosoides*) の1,400個体/Lで2005年6月16日に記録された。

時空間的変動 個体数の時間的変動をFig.3に示す。同じ採水層であっても午前9時と日没後では個体数が大きく変動した。裸口類繊毛虫、少毛類繊毛虫、有鐘繊毛虫のいずれにおいても午前9時と日没後の個体数

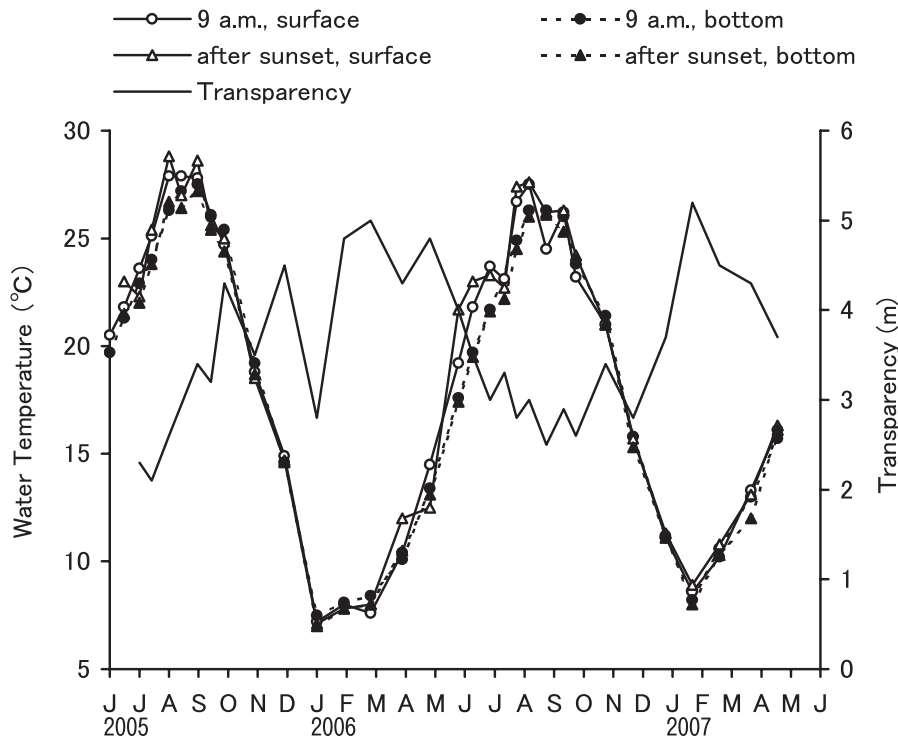


Fig. 2 Seasonal changes in water temperature and transparency at the sampling station in Yashima Bay from June 2005 to May 2007. Water temperatures of the surface and 0.5m above the bottom were measured at 9 a.m. and about 1 hour after the sunset. Transparency was measured at 9 a.m.

Table 1 Abundance of ciliates at the sampling station in Yashima Bay from May 2005 to May 2007

Order / Suborder	Species	Abundance (individuals / L)			Abundant season ^a			
		Mean	SD	Max	spr.	sum.	aut.	win.
Gymnostomatida	<i>Mesodinium rubrum</i>	1,193	9,207	103,800	○	○	○	○
Oligotrichina	<i>Strobilidium</i> spp. + <i>Strombidium</i> spp.	54	144	1,520	○	○	○	○
	<i>Tontonia</i> spp.	8.8	29	200	○	○	○	○
	unidentified Oligotrichina	140	295	1,700	○	○	○	○
Tintinnina	<i>Amphorellopsis acuta</i>	1.0	7.0	50	○	-	-	○
	<i>Codonaria</i> spp.	0.1	1.4	20	○	-	-	-
	<i>Codonella</i> spp.	0.5	4.2	40	-	○	-	-
	<i>Codonellopsis morchella</i>	2.4	12.2	120	○	○	-	-
	<i>Codonellopsis nipponica</i>	5.4	27.6	250	○	○	-	-
	<i>Eutintinnus</i> spp.	0.1	1.4	20	-	○	-	-
	<i>Favella ehrenbergii</i>	2.2	11.1	100	○	○	-	-
	<i>Favella taraikaensis</i>	2.0	11.0	100	○	-	○	-
	<i>Leprotintinnus nordqvisti</i>	0.4	2.8	20	-	○	○	-
	<i>Stenosemella</i> spp.	10.0	34.6	380	○	○	○	○
	<i>Tintinnopsis beroidea</i> (= <i>T. nana</i>)	11.7	58.6	450	○	○	○	○
	<i>Tintinnopsis campanula</i> (= <i>T. butschlii</i>)	4.3	24.1	250	○	○	○	-
	<i>Tintinnopsis cylindrica</i>	0.7	5.7	50	-	-	○	-
	<i>Tintinnopsis dadayi</i> (= <i>T. directa</i>)	2.1	19.5	260	-	○	○	-
	<i>Tintinnopsis kofoidi</i>	5.3	20.8	150	○	-	○	○
	<i>Tintinnopsis lohmanni</i>	1.5	15.8	220	-	-	○	○
	<i>Tintinnopsis radix</i>	7.6	32.6	340	-	○	○	○
	<i>Tintinnopsis aperta</i> (= <i>T. tocantinensis</i>)	21.5	78.3	860	○	○	-	-
	<i>Tintinnopsis lobiancoi</i> (= <i>T. tubulosa</i> , <i>T. tubulosoides</i>)	17.3	113.6	1,400	○	○	○	○
	<i>Tintinnopsis</i> sp.	0.2	3.5	50	○	-	-	-
unidentified Tintinnina	38.3	95.9	800	○	○	○	○	
Others ^b		25.4	70.3	400	○	○	○	○

○, abundance. -, no abundance.

^a spr, spring (April-June); sum, summer (July-September); aut, autumn (October-December); win, winter (January-March).

^b Including Heterotrichida and unidentified ciliates.

の間に有意な相関は認められなかった (t 検定, $P < 0.05$)。しかし、ブルームが形成され個体数が極端に増加した場合には、朝晩ともに個体数も多い傾向が認められた。

個体数の空間的変動を Fig.4 に示す。同じ時間帯であっても表層と底層では個体数に大きな差があった。表層の方が底層に比べて個体数が多く、変動も大きく、特に裸口類繊毛虫でその傾向が強かった。裸口類・少毛類・有鐘繊毛虫のいずれにおいても表層と底層の個体数の間に有意な相関は認められなかった (t 検定, $P < 0.05$)。

季節変動 個体別の季節別出現傾向 (春: 4月から6月, 夏: 7月から9月, 秋: 10月から12月, 冬: 1月から3月) を Table 1 に示す。調査期間中の全ての計数値を対象とし (表層, 底層, 午前9時, 日没後の各値), 各季節における出現の有無で季節性を表した。裸口

類繊毛虫および少毛類繊毛虫は周年に渡って出現した。有鐘繊毛虫では, *Tintinnopsis beroidea* (= *T. nana*), *T. lobiancoi* および *Stenosemella* spp. が周年に渡って出現した。その他の有鐘繊毛虫は, 種によって出現する季節は異なった。

裸口類・少毛類・有鐘繊毛虫の個体数の季節変動を Fig.5 に示す。値は, 表層における午前9時と日没後の平均値とした。裸口類繊毛虫 (1種, 平均2,983個体/L) の個体数の増減は大きく, 夏から初冬にかけてブルームを形成した。少毛類繊毛虫 (3種, 平均264個体/L) は周年に渡って出現し, 冬から春にかけて個体数が多い傾向を示した。有鐘繊毛虫 (21種, 平均229個体/L) の個体数は冬に少なく夏から秋にかけて多い傾向を示した。

計数値の変動係数および固定処理の影響 計数値の変動係数を Table 2 に示す。有鐘繊毛虫の平均変動係

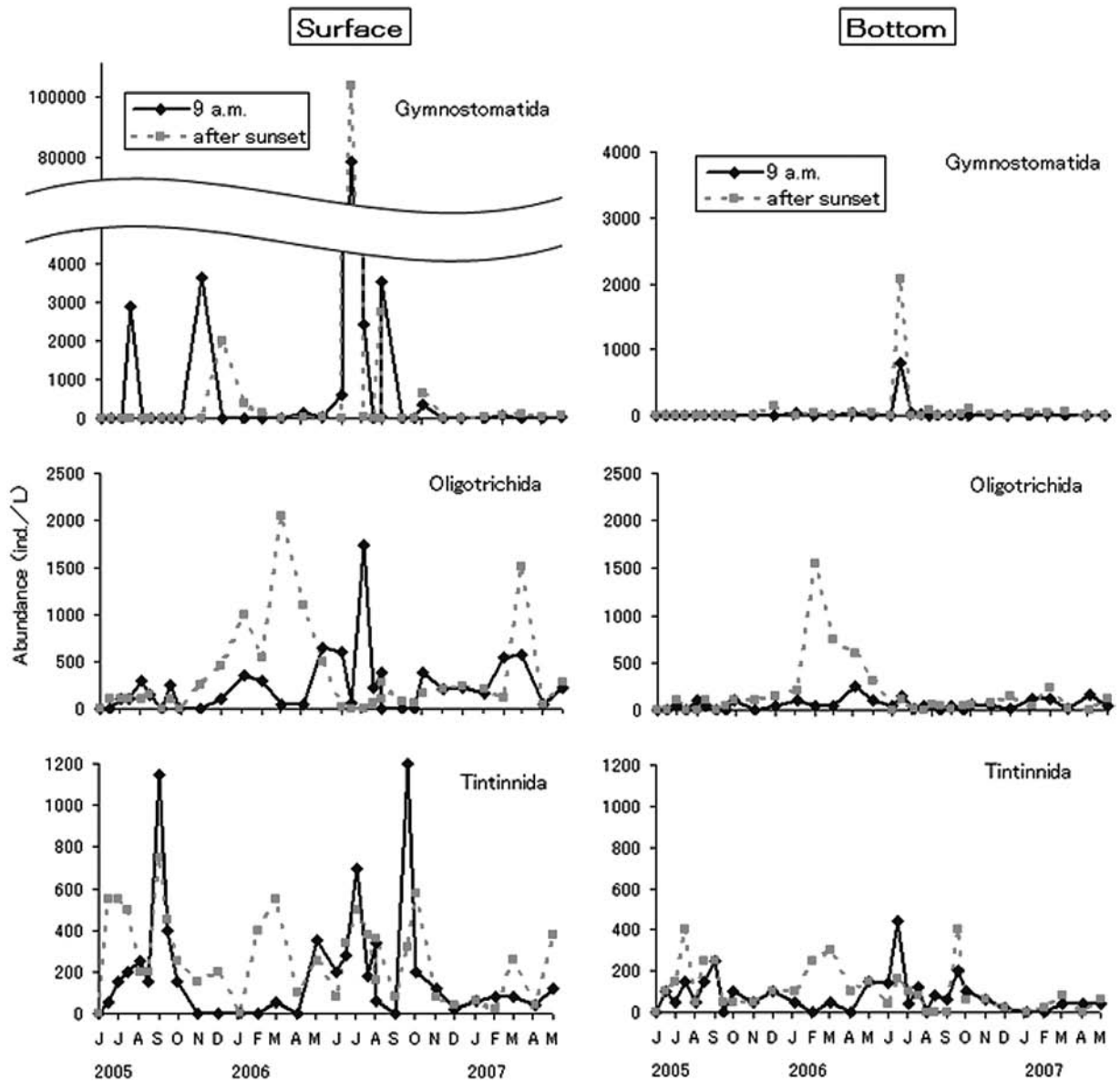


Fig. 3 Temporal changes in the abundance of ciliates at the sampling station in Yashima Bay from June 2005 to May 2007. Samples were collected at 9 a.m. and about 1 hour after the sunset.

数は121.4%で最も高かった。裸口類繊毛虫および少毛類繊毛虫を含めた平均変動係数は59.8%，繊毛虫類を除いた動物プランクトンは31.4%，珪藻類は35.7%であった。表層と底層の変動係数を比較すると、全体的に表層より底層の方が高い傾向を示した。計数値に

及ぼす固定の影響をFig.6に示す。調査時に裸口類繊毛虫は観察されなかった。少毛類繊毛虫の計数値は固定なしで220個体/L,固定ありで146個体/L（減少率66%），有鐘繊毛虫は固定なしで33個体/L,固定ありで28個体/L（減少率84%）であった。

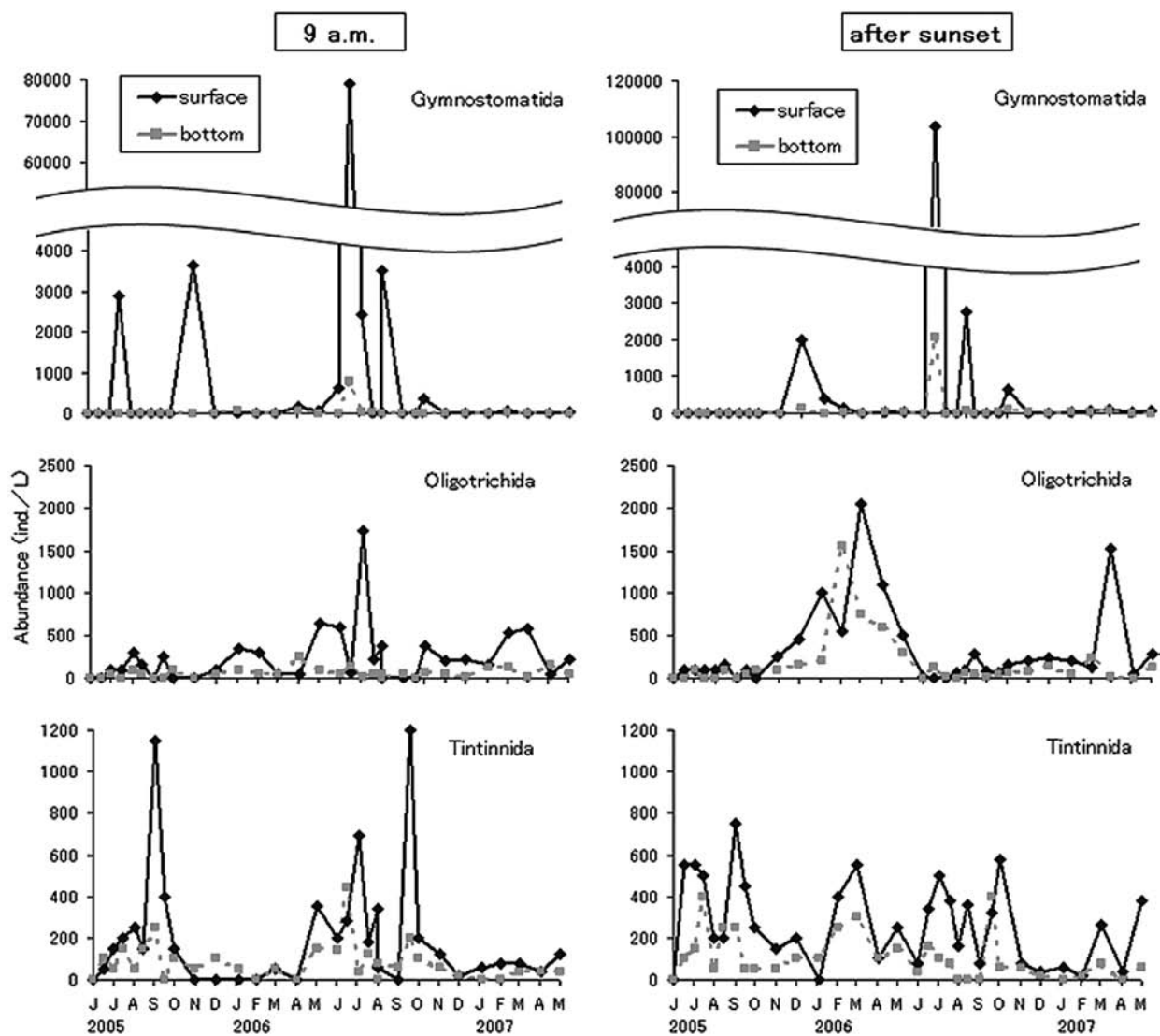


Fig. 4 Spatial changes in the abundance of ciliates at the sampling station in Yashima Bay from June 2005 to May 2007. Samples were collected at 9 a.m. and about 1 hour after the sunset.

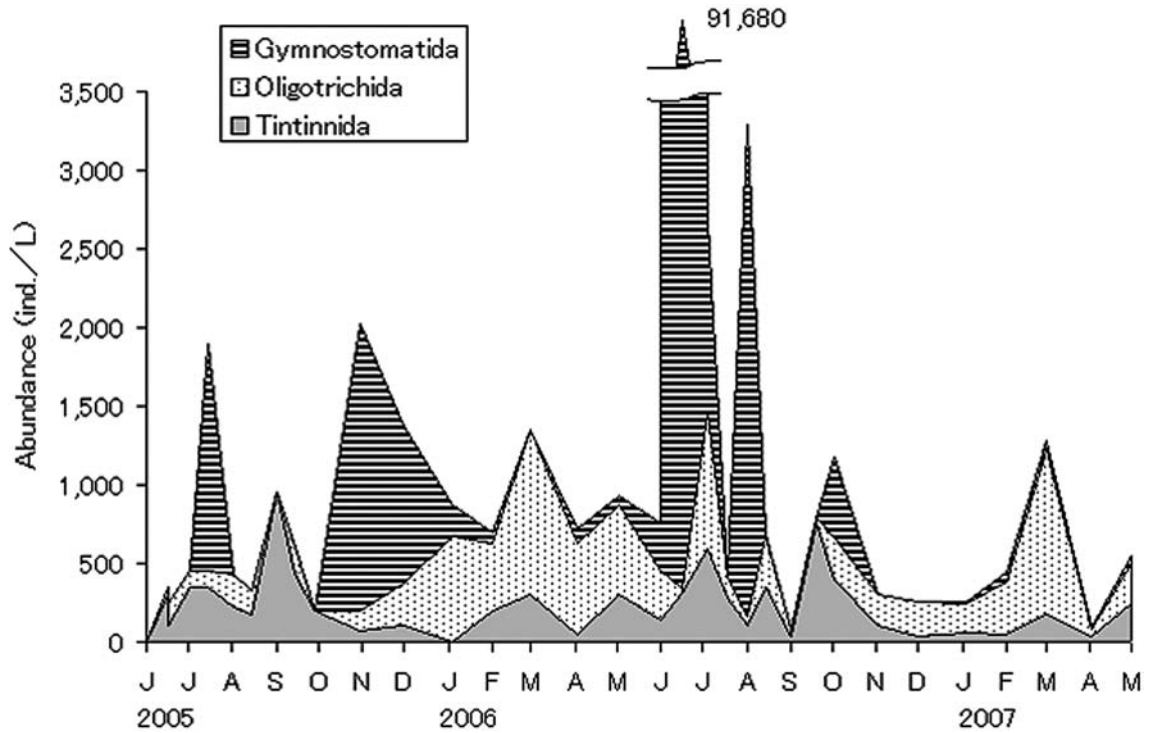


Fig. 5 Seasonal changes in the abundance of ciliates at the sampling station in Yashima Bay from June 2005 to May 2007. The data show the mean abundance of ciliates collected from the surface layer at 9 a.m. and about 1 hour after the sunset.

Table 2 Coefficient of variations of counting method. 500mL of each sample was counted three times and water samples were collected from the sampling station on 26th September 2007.

	9 a.m.		after sunset (7 p.m.)		Mean
	surface	bottom	surface	bottom	
Gymnostomatida + Oligotrichina	31.5	–	48.0	100	59.8
Tintinnina	125	173	66.1	–	121.4
Zooplankton (except ciliates)	32.5	20.4	22.9	50.0	31.4
Diatom	34.2	62.0	24.9	21.6	35.7

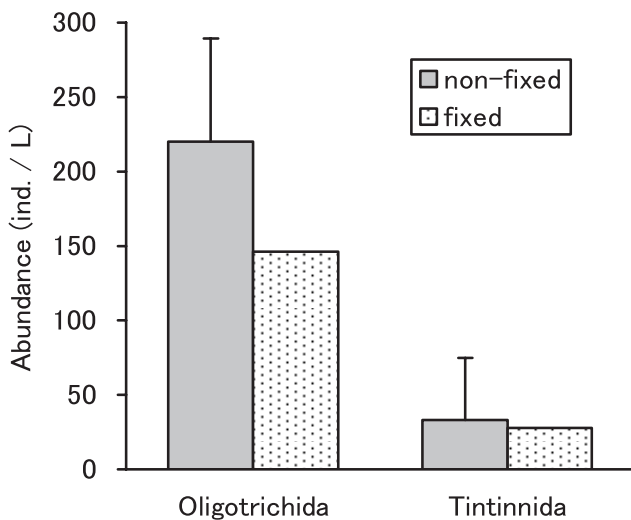


Fig. 6 Effect of fixation to counting value of ciliates. Water samples were collected from the surface layer of the station at 9 a.m. on 26th September 2007. The fixed sample was prepared one (500mL × 1) and Lugol' s Iodine was used for fixation. The fixed sample was counted after concentration by setting one night. Non-fixed samples were prepared three (500mL × 3) . Bars represent standard deviations.

考 察

屋島湾は高松市街の北東部に位置し、湾口部（幅約3km、水深約10m）が広く湾奥部（奥行き約4km、水深約2m）の狭い逆三角形型の湾で、湾口部は瀬戸内海に面し、湾奥部に相引川が流入する（Fig.1）。海水交換は悪く、毎年のように赤潮が発生する¹⁶⁾閉鎖性の高い内湾である。相引川の平均流速は4cm/sと緩やかであり、湾内は香川県水産試験場沖付近を南限とする反時計周りの流れがある。¹⁷⁾本報では、潮汐流、密度流等海域の物理的要因が繊毛虫類の分布に及ぼす影響は小さいと考え、繊毛虫類の時空間的変動に対するこれらの影響は考慮しなかった。

屋島湾で2年間にわたり繊毛虫類の出現動向を調査したところ、少なくとも裸口類繊毛虫1種、少毛類繊毛虫3種、有鐘繊毛虫21種を確認した（Table 1）。光学顕微鏡による固定処理なしでの計数のため、口部形態で分類する少毛類繊毛虫の*Strombidium*と*Strombidium*等、種によっては同定基準となる細胞内部の形質まで観察することができなかった。したがって、実際に出現した種数は本報より多いはずである。また、*Tintinnopsis baltica*は、出現時の同定が不十分でその他の有鐘繊毛虫に区分・記録したため出現動向を把握することは出来なかった。

現場海水中の繊毛虫類を固定せずに計数した報告は少ないため、グルタルアルデヒドまたは中性ホルマリンで固定して内湾の繊毛虫類の出現動向を調査した平川ら（2006）¹⁸⁾とKamiyama・Tsuji no（1996）¹⁹⁾の報告と比較する。平川ら（2006）¹⁸⁾は三重県五ヶ所湾の2定点で1年間調査し、裸口類繊毛虫4種、少毛類繊毛虫6種、有鐘繊毛虫24種が確認されている。種数については本報より多かったが、繊毛虫類の総個体数の全期間を通じての平均値は1,170個体/Lおよび2,084個体/Lで、本報（1,556個体/L）と大差なかった。有鐘繊毛虫については、Kamiyama・Tsuji no（1996）¹⁹⁾が広島湾で2週間に1回の頻度で3年間調査し、32種の有鐘繊毛虫が報告されている。本報で有鐘繊毛虫の種を同定できたのは15種にとどまったが、この15種は、Kamiyama・Tsuji no（1996）¹⁹⁾の報告した種に全て含まれていた。一方、有鐘繊毛虫の総個体数の全期間を通じての平均値は、Kamiyama・Tsuji no（1996）¹⁹⁾で125個体/L、本報で135個体/Lと大差なかった。

時空間的変動について、同一採水層であっても朝と晩、同一時間であっても表層と底層では個体数が大きく変動した（Fig.3, 4）。これは口器を有して活発な摂食活動を行う繊毛虫類の生態の一端を示している。

ただ時空間的変動は非常に大きいため、出現動向を正確に把握するためには、最低でも週2~3回の調査が必要であり、さらに赤潮時には数時間単位での集中的な調査をしなければ繊毛虫類の動態をとらえることは困難であると思われた。調査期間中の2005年6月17日から6月22日にかけて*Heterosigma akashiwo*赤潮が屋島湾で発生した¹⁶⁾が、*H. akashiwo*の消長に参与しているであろう繊毛虫類の動態を朝晩だけの調査では把握できなかった。

少毛類繊毛虫の*Strombidium* spp.の季節変動について、平川ら（2006）¹⁸⁾の調査では冬季に個体数が増加していたが、本報でも少毛類繊毛虫は同様の傾向を示した（Fig.5）。裸口類繊毛虫の*M. rubrum*について、平川ら（2006）¹⁸⁾の調査では個体数の大きな変動は観察されなかったが、本報では個体数の増減が大きく夏から初冬にかけてブルームが観察された（Fig.5）。Kamiyama・Tsuji no（1996）¹⁹⁾は、連の検定により広島湾における有鐘繊毛虫の優占季節（predominant season）を5つのタイプに分類（春、春-夏、夏、夏-秋、秋-春）している。本報では、データ数の関係から同様の検定はできなかったため、各季節における出現の有無（Table 1）で比較したところ、本報で同定した有鐘繊毛虫15種のうち、*Codonellopsis nipponica*、*Favella ehrenbergii*および*Tintinnopsis kofoidi*の3種は、Kamiyama・Tsuji no（1996）¹⁹⁾の優占季節と一致し、8種についてはその一部が一致し、残り4種については本報で出現しなかった季節に優占季節となっていた。このことは、屋島湾と広島湾で有鐘繊毛虫の出現動向に違いがある可能性も考えられるが、後述するように計数の精度による人為的影響も考慮する必要がある。

ネット動物プランクトンの変動係数は静かな海上でも15~70%、荒天時には300%に達するとの報告もあるが、通常22~44%程度と報告されている。¹⁴⁾Kamiyama・Tsuji no（1996）¹⁹⁾が採水法により中性ホルマリンで固定した広島湾の有鐘繊毛虫の計数値の変動係数は9%であった。本報で測定した計数値の変動係数はこれらの値より高く、特に有鐘繊毛虫の平均変動係数は121.4%であった（Table 2）。計数の精度が低かった理由として、採水量が少なかったことがまず挙げられる。繊毛虫類の種別個体数の全期間を通じての平均値は、59.8個体/Lであった（Table 1）ことを考慮すると、少なくとも1Lは採水した上で濃縮し、高い計数値を得る必要があった。固定処理をしなかったことも精度を下げた要因と思われる（Fig.6）。濃縮試料を10分程度静置してから計数したが、繊毛虫類の活性は一樣ではなく、見落としあるいは重複して計数した可能性もあった。底層の変動係数が高かった要因

としては、表層に比べ底層の個体数はさらに少なく計数時の誤差が生じ易いことおよび浮泥の影響により正確な計数が困難であったことが考えられた。一方で、固定処理によって少毛類繊毛虫の計数値は固定なしに比べて低下した (Fig.6)。これは、無殻の裸口類繊毛虫や少毛類繊毛虫は、固定によって少なからず細胞の破損が生じ、計数値が個体数より低く見積もられているからと考えられた。固定処理の有無で計数値は変動するため、データの比較の際には注意が必要であり、繊毛虫類の出現動向のモニターには、調査の目的に応じた採水頻度、採水量、固定法により行うことが重要である。繊毛虫類と他の生物群との相互関係や環境要因との関係を検討するには、個体数ではなく生物量を用いて定量・比較する方法も必要であろう。

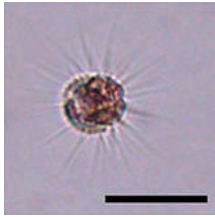
謝 辞

香川県赤潮研究所顧問岡市友利博士、小野知足博士には本報の校閲を賜った。同研究所所長吉松定昭博士には、本研究全般に渡って指導を頂いた。独立行政法人瀬戸内海区水産研究所有毒プランクトン研究室室長神山孝史博士には、繊毛虫類の同定に関する助言を頂いたとともに関連する文献を紹介して頂いた。ここに記して厚く御礼申し上げる。

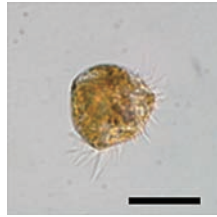
引用文献

- 1) 神山孝史：1999,沿岸域における繊毛虫類の摂食生態 (総説). 日本プランクトン学会報, **46** (2), 113-133.
- 2) 谷口旭：1978,有鐘繊毛虫の生殖と生活史 (総説). 日本プランクトン学会報, **25** (2), 123-134.
- 3) Capiriulo, G. M. : 1990, Feeding-related ecology of marine protozoa. In: Capiriulo, G. M. (ed.) Ecology of Marine Protozoa. Oxford Univ. Press, New York. 186-259.
- 4) Stoecker, D. K. and J. M. Capuzzo : 1990, Predation on protozoa : its importance to zooplankton. *J. Plankton Res.*, **12** (5), 891-908.
- 5) Pierce, R. W. and J. T. Turner : 1992, Ecology of planktonic ciliates in marine food webs. *Rev. Aquat. Sci.*, **6**, 139-181.
- 6) 岡市友利：1997, 赤潮現象. 赤潮の科学 (第二版), 恒星社厚生閣, 東京, 5.
- 7) Kamiyama, T. and Y. Matsuyama : 2005, Temporal changes in the ciliate assemblage and consecutive estimates of their grazing effect during the course of a *Heterocapsa circularisquama* bloom. *J. Plankton Res.*, **27** (4), 303-311.
- 8) 吉松定昭：香川の赤潮生物 (第3版). 香川県魚類養殖業赤潮対策本部, 香川, 27.
- 9) 香川県赤潮研究所：1988,昭和62年度赤潮対策技術開発試験報告書3-(2) 捕食生物利用赤潮防除技術開発試験ア. 赤潮生物捕食生物の増殖及び飼育技術に関する研究. 香川, 1-14.
- 10) 前田昌調, 谷口旭：1997, 繊毛虫類. 日本産海洋プランクトン検索図説 (千原光雄・村野正昭編), 東海大学出版会, 東京, 397-447.
- 11) 山路勇：1966, 日本海洋プランクトン図鑑. 保育社, 東京, 108-133.
- 12) Yoo, K. I., Y. O. Kim and D. Y. Kim : 1988, Taxonomical Studies on Tintinnids (Protozoa : Ciliata) in Korean Coastal Waters. 1. Chinhae Bay. *Korean J. Syst. Zool.*, **4** (1), 67-90.
- 13) Yoo, K. I. and Y. Kim : 1990, Taxonomical Studies on Tintinnids (Protozoa : Ciliata) in Korean Coastal Waters 2. Yongil Bay. *Korean J. Syst. Zool.*, **6** (1), 87-122.
- 14) 大森信, 池田勉：1976動物プランクトン生態研究法. 共立出版株式会社, 東京, 18.
- 15) Laybourn-Parry, J. : 1992, Protozoan Plankton Ecology. Chapman & Hall, London, 198-200.
- 16) 香川県赤潮研究所：1985,2008, 香川県赤潮研究所年報.
- 17) 山田達夫：1984屋島湾の汚濁負荷に関する研究. 香水試報, **21**, 1-9.
- 18) 平川和正, 坂見知子, 阿保勝之, 高柳和史, 谷村篤：2006, 五ヶ所湾マダイおよびアコヤガイ養殖場におけるプランクトン群集構造の季節遷移. 水研センター研報, **17**, 37-55.
- 19) Kamiyama, T. and M. Tsujino : 1996, Seasonal variation in the species composition of tintinnid ciliates in Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea of Japan. *J. Plankton Res.*, **18** (12), 2313-2327.

Appendix Photographs of ciliates collected from Yashima Bay. The scale bars = 50 μ m.



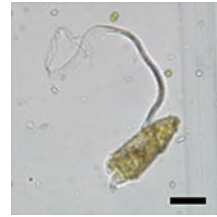
*Mesodinium
rubrum*



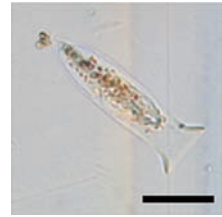
Strombidium sp.



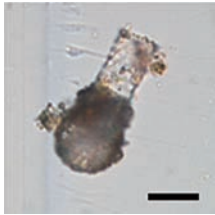
Strombidium sp.



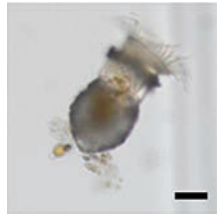
Tontonia sp.



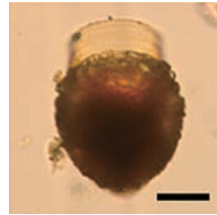
*Amphorellopsis
acuta*



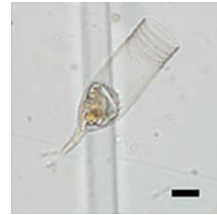
*Codonellopsis
morchella*



*Codonellopsis
nipponica*



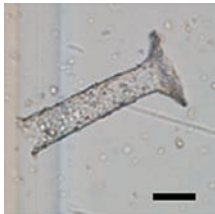
*Codonellopsis
nipponica*



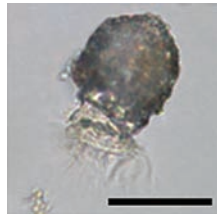
*Favella
ehrenbergii*



*Favella
tarakaensis*



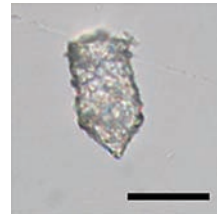
*Leprotintinnus
nordqvisti*



Stenosemella sp.



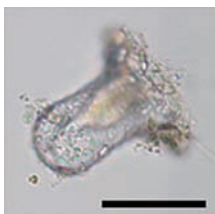
Tintinnopsis aperta
(= *T. tocaninensis*)



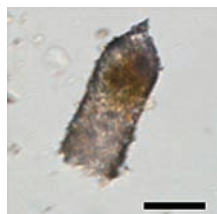
*Tintinnopsis
baltica*



*Tintinnopsis
beroidea*
(= *T. nana*)



*Tintinnopsis
campanula*
(= *T. butschlii*)



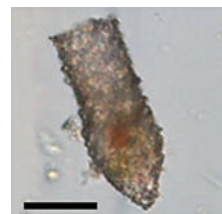
*Tintinnopsis
cylindrica*



Tintinnopsis dadayi
(= *T. directa*)



*Tintinnopsis
kofoidi*



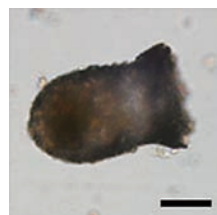
*Tintinnopsis
lobiancoi*
(= *T. tubulosa*)



*Tintinnopsis
lobiancoi*
(= *T. tubulosoides*)



*Tintinnopsis
lobiancoi*
(= *T. tubulosoides*)



*Tintinnopsis
lohmanni*



*Tintinnopsis
lohmanni*



Tintinnopsis radix



Tintinnopsis sp.