

## 2006年12月～2007年1月に観測された薄香湾の流動特性

坂口昌生, 山砥稔文, 平野慶二

Characteristics of Water Movements during Winter in Usuka Bay  
from December 2006 to January 2007

Masao Sakaguchi, Toshihumi Yamatogi, Keiji Hirano

薄香湾は長崎県平戸市北西部に位置し、湾口幅約1km、湾軸長約3.5kmの西向きに開口した内湾である(図1)。この湾では、1978年から2006年までに38件の赤潮が確認されているが、このうち11件は11月に確認されている。また、養殖魚類に多大な漁業被害を及ぼす有害渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* は、高水温での増殖速度が速いことから<sup>1,2)</sup>、県内他海域では7月～9月の高水温期に赤潮の形成が多く確認されているのに対し、薄香湾では9月～12月の秋季から冬季に発生している<sup>3,4)</sup>。冬季における渦鞭毛藻赤潮については、海水流動と日周鉛直移動が関与しているとの報告があり<sup>5)</sup>、水温以外の環境要因の関与が指摘されている。そこで、冬季の薄香湾における赤潮発生要因を解明するために、流速計による観測を実施し、薄香湾の流れの特性について知見を得たので報告する。

### 方法

薄香湾中央部の Stn.A (図1)において、2006年12月6日～2007年1月12日に、電磁流速計(アレック電子社製: Compact-EM)を水深5m層及び水深20m層に設置して計測を行った。データは10分間隔で収集し、併せて水温も測定した。

### 結果

**流向流速** 5m層及び20m層で観測された流向流速図(東西成分が卓越するため上を西とした)を図2、図3に、観測期間の流向頻度・平均流速分布図を図4に示した。5m層では東方向に向かう流れが卓越し、流向頻度で東北東から南東方向に向かう流れが80%を占め、最多流向は東南東で33%であった。20m層では西方向に向かう流れが卓越し、流向頻度で西南西から北西に向かう流れが86%を占め、最多流向は西で38%であった。平均流速は5m層では東方向に向かう流れが速く、20m層では西方向に向かう流れが速い傾向があった。

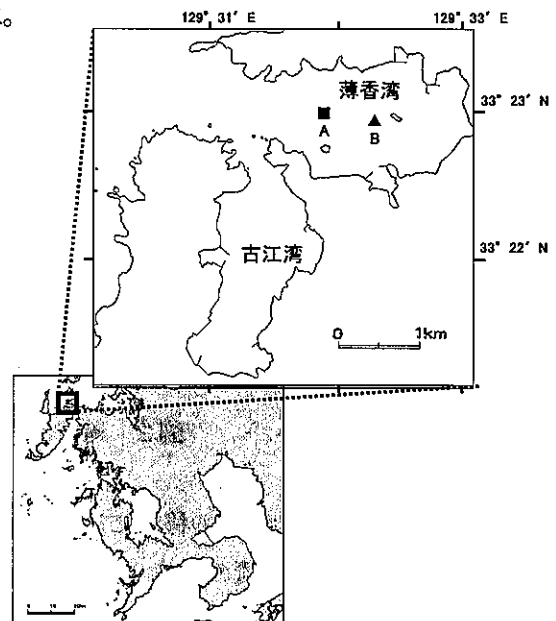


図1 薄香湾調査定点図  
Stn.A(33°23.0'N, 129°31.9'E),  
Stn.B(33°22.9'N, 129°32.3'E)

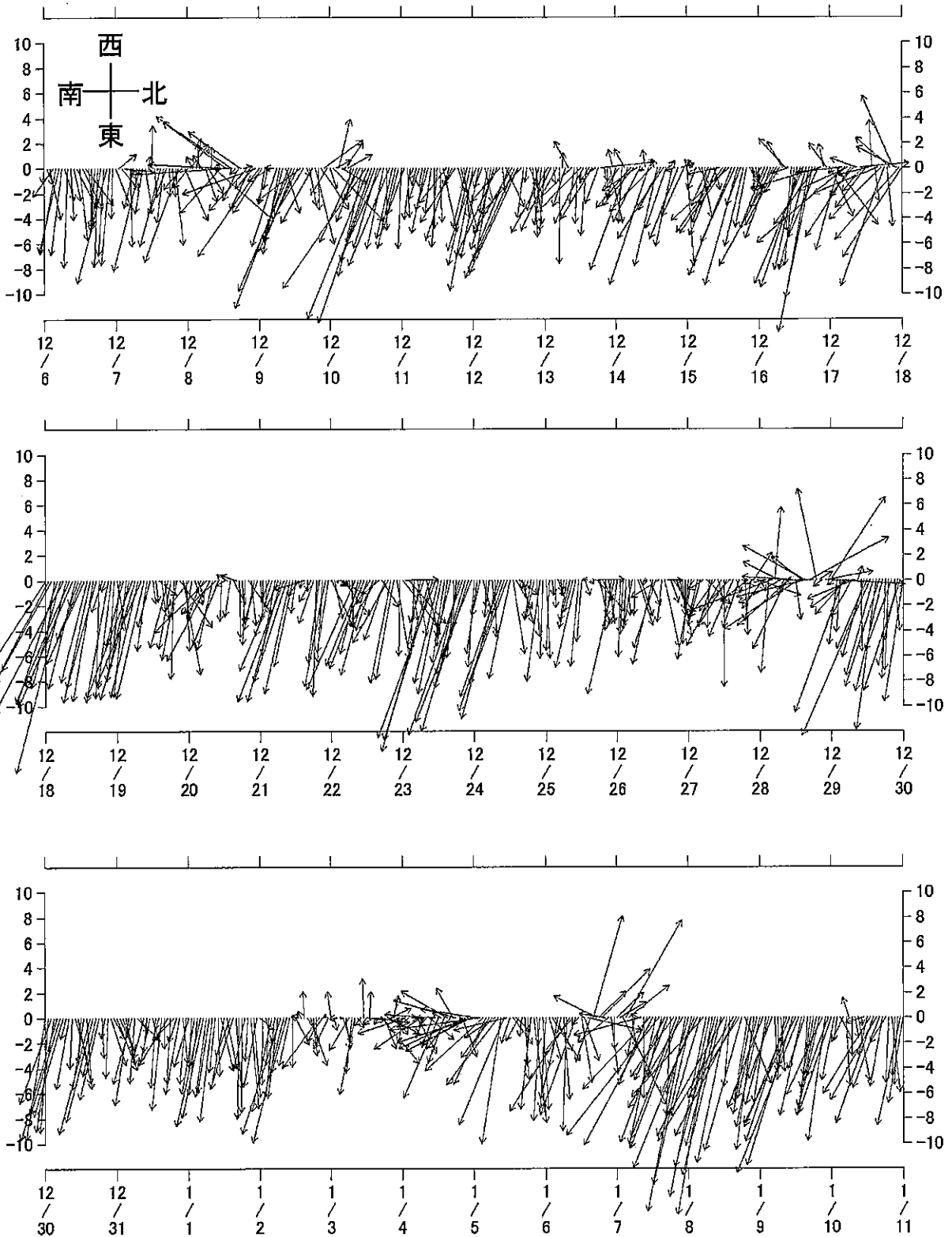


図2 薄香湾 (Stn.A) 5m層の流向・流速図

残差流 沿岸海域の物質の移動には、往復流である潮汐流よりも残差流のはたす役割の方が大きいことが示されている<sup>9)</sup>。このため Stn.A における 2006 年 12 月 6 日～2007 年 1 月 12 日の 5m

及び 20m 層の流れデータの東西成分と南北成分について潮流の影響を除去する目的から、25 時間移動平均を施し残差流とし図 5 に示した。東西成分は東方向の流れを、南北成分は北方向の流れを

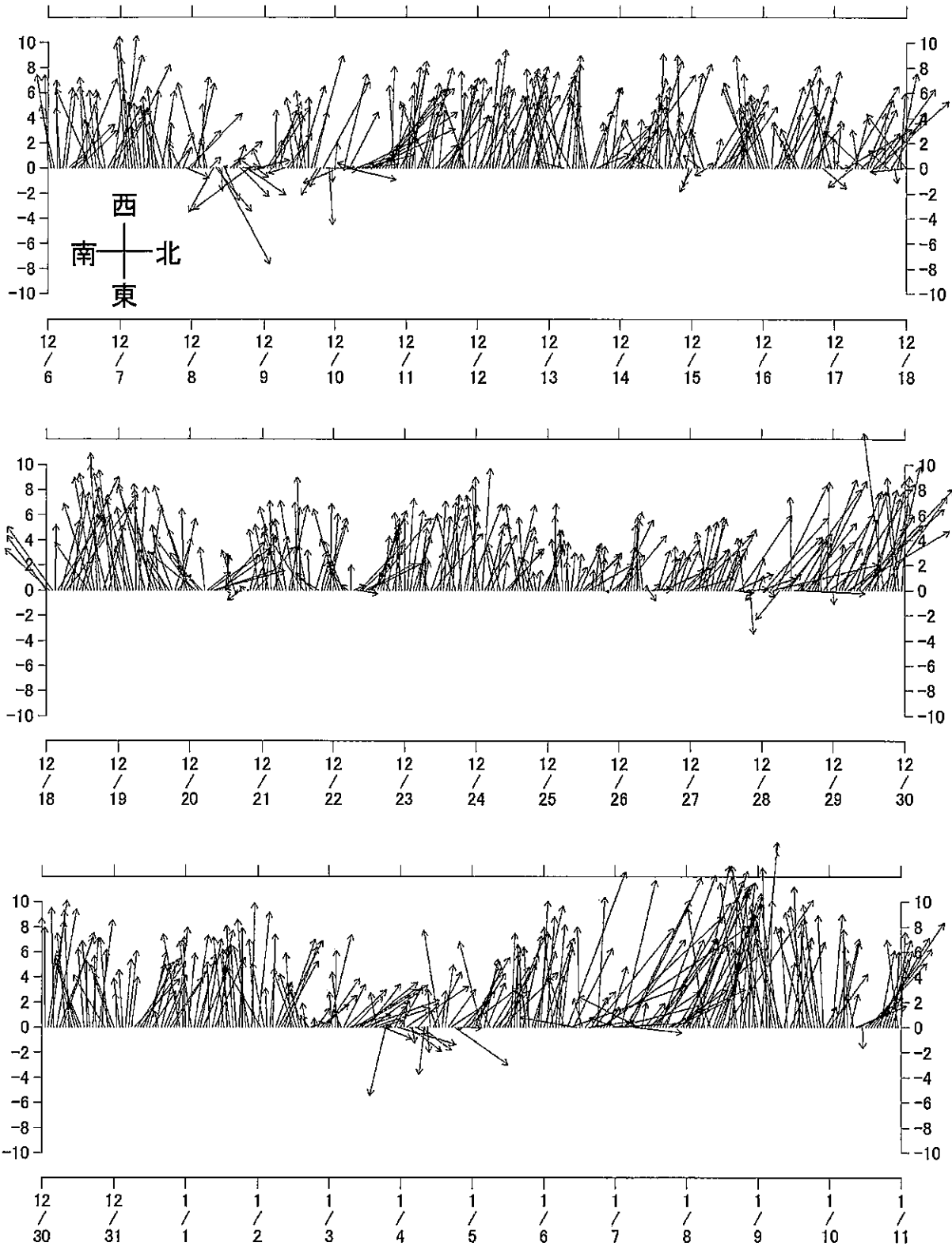


図3 薄香湾(Stn.A)20m層の流向・流速図

それぞれ正值で示した。5m層及び20m層ともに東西成分が南北成分と比べると卓越していた。

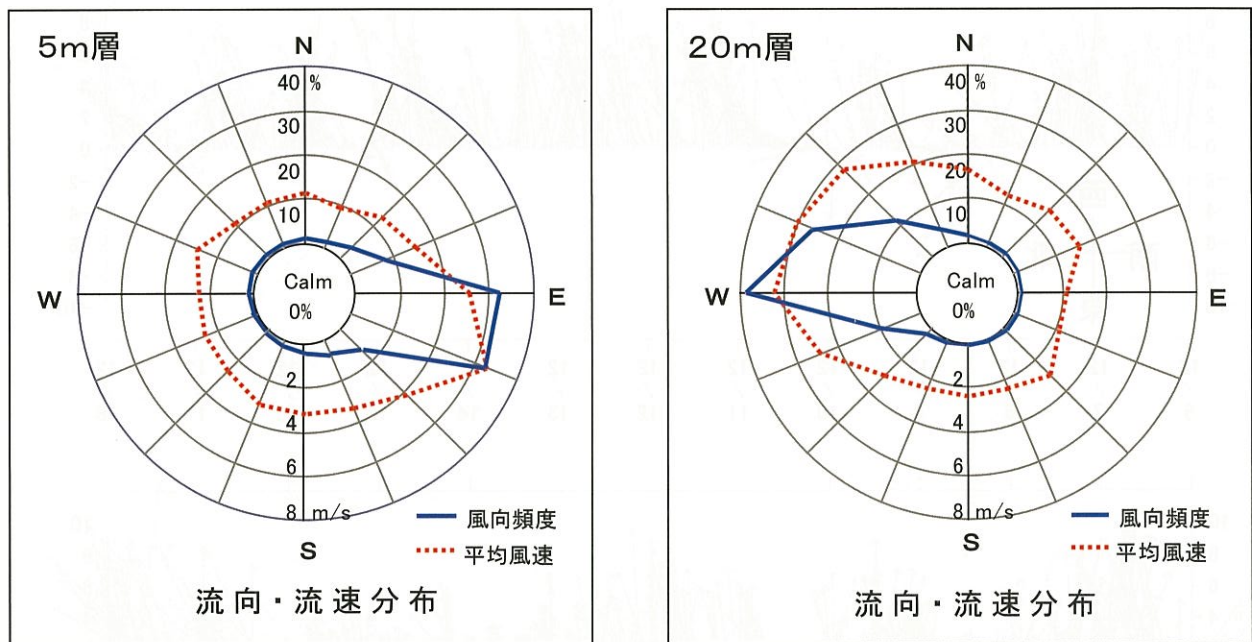
東西成分の流れは、5m層では常に東向きで期間平均4cm/sec、20m層では常に西向きで平均

-5cm/secであった。流れの強さについては、5m層の流れが強い時は、20m層の流れも強い傾向があった。

南北成分の流れは、5m層ではほぼ南向きで平

均一1cm/sec , 20m層ではほぼ北向きで平均

1cm/sec であった。



		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	Calm
5m層	流向頻度	1%	3%	9%	32%	33%	7%	4%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
	平均流速	1.9	2.6	3.1	5.1	6.6	4.2	3.3	3.2	3.1	2.7	2.6	2.5	3	2.2	2.2	2.3	
20m層	流向頻度	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	10%	38%	26%	12%	4%	2%	0%
	平均流速	2.5	3	3.2	2.2	2.2	3	2.4	2.4	2.4	3	4.9	6.4	6	5.6	4.2	3.3	

図4 薄香湾 (Stn.A) 5 m層と20 m層の流向頻度・平均流速分布図及びその割合

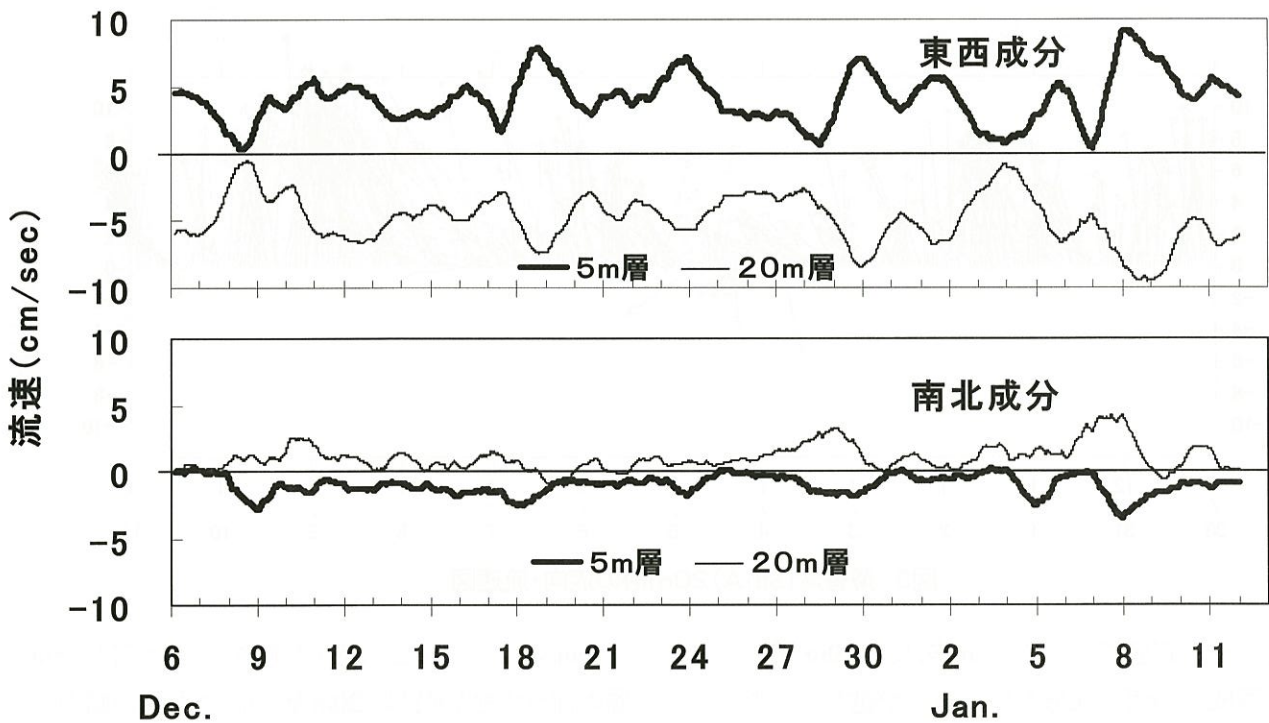


図5 薄香湾 (Stn.A) 5 m層と20 m層の残差流の南北成分の推移

**水温と流速の関係** 湾中央部 Stn.Aにおける5m層と20m層の水温及び流速の推移を図6に示した。水温及び流速はそれぞれ日変動と潮汐変動を除去するため24時間及び25時間の移動平均を施した。5m層の水温が急激に低下し、少し遅れて20m層の水温が急激に低下して、ほぼ同じ水温となる現象が3回観測された。観測期間を通じて水温は、日平均で0.07°C低下しているが、この間は日平均で0.3°C以上低下した。観測された日は、12月16日～17日(5m層が18.1°Cから17.4°Cに低下、20m層が17.9°Cから17.1°Cに低下)、12月27日～29日(5m層が17.8°Cから16.9°Cに低下、20m層が17.6°Cから16.3°Cに低下)、1月6日～7日(5m層が16.6°Cから15.9°Cに低下、20m層が16.3°Cから15.6°Cに低下)であった。この現象の直後に、5m層と20m層の流速が急速に速くなった。

## 考 察

冬季の薄香湾中央部では、上層の5m層が湾口か

ら湾奥へ、下層の20m層が湾奥から湾口へ、ほぼ同じ速度で逆方向に海水が動いていることが明らかになった。今回の調査は、ADCPでの多層での流速計測ではないため、このような2層のみの流れなのかは特定出来ないが、大分県猪串湾の1、2月のADCP観測では上下2層の反対方向の残差流が観測されており(水深1m層と14m層)<sup>5)</sup>、薄香湾においても同様に2層の流れだと考えられた。冬季、水深変化のある海域では、地形性貯熱による密度流が発生することが知られている<sup>7)</sup>。つまり、海面冷却が起こると湾内の水温は湾外よりも低温になり、下層から湾外へ流出、高温の湾外水が湾内へ流入する。2006年12月から1月の湾内外5定点の観測結果では、水深は湾口部で約35m、湾奥部で約15mであること、塩分変化はほとんどなく、水温による密度勾配が確認されており<sup>8)</sup>、冬季の薄香湾でも、地形性貯熱による密度流が発生していると考えられる。このことは、日周鉛直移動を行う渦鞭毛藻が湾奥部の表層で集積、底層から供給される豊富な栄養塩を摂取して増殖し、赤潮を形成することに有利な条件となる

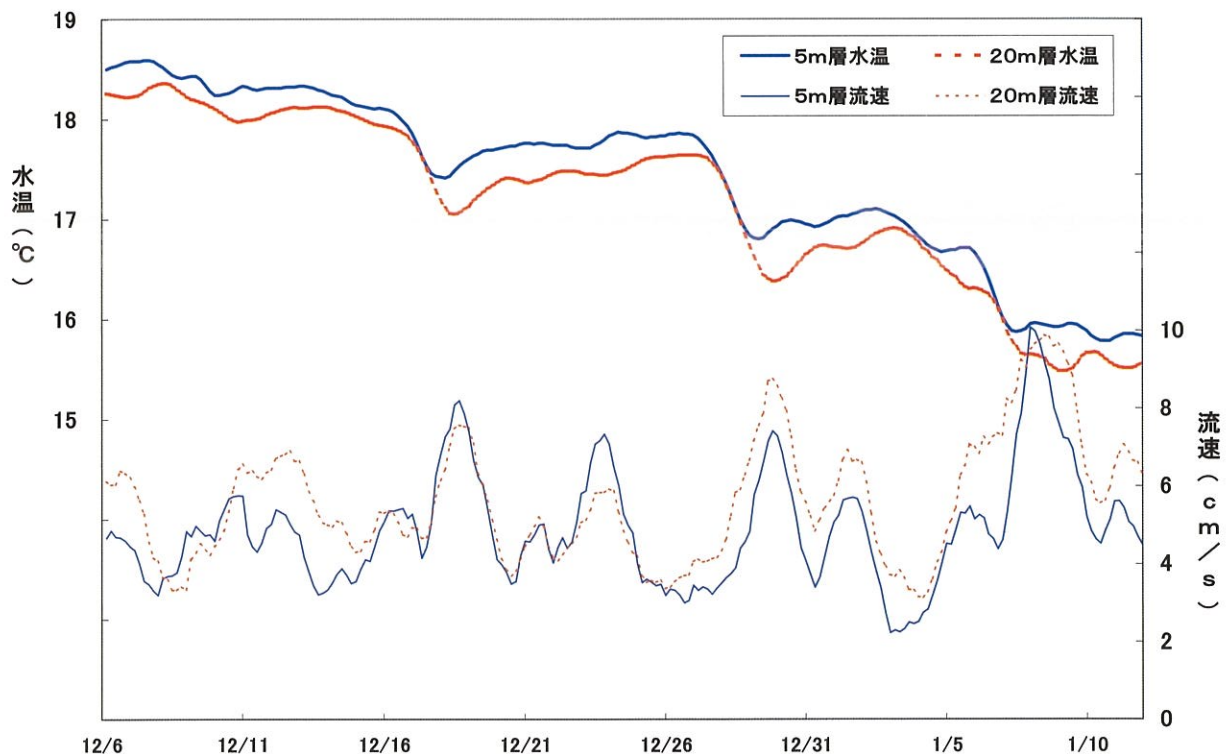


図6 薄香湾 (Stn.A) 5m層と20m層の水温及び流速の推移



と考えられる。

大分県の猪串湾では、有毒渦鞭毛藻 *Gymnodinium catenatum* が日周鉛直移動により、下層から流出する流れから、個体群密度の減少を軽減しているとの報告がある<sup>4)</sup>。*C. polykrikoides* の日周鉛直移動は八代海などで観察されているが<sup>9,10)</sup>、冬季の低水温環境下では、増殖速度が遅いことから<sup>2)</sup>、薄香湾における本種の冬季赤潮形成も、同様に海水流動が関与している可能性が高いと考えられる。実際、連続観測期間中に行ったプランクトン調査では、*C. polykrikoides* は湾口部に比べ、湾奥部の表層で顕著に高い密度で出現していることが確認されている<sup>8)</sup>。同調査では、有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium catenella* や *G. catenatum* の出現も確認されている。今後は、薄香湾に出現する有害種及び有毒種について、出現状況や移動特性、競合種の動態、栄養塩等の調査結果と、今回得られた海水の流動特性をあわせて、赤潮発生機構を総合的に解析したい。

1) 山砥稔文, 坂口昌生, 高木信夫, 岩滝光儀, 松岡数充: 西九州沿岸に分布する有害渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* Margalef の増殖に及ぼす水温, 塩分および光強度の影響. 日本プランクトン学会報. 2005 ; 52 : 4-10.

2) 山砥稔文, 坂口昌生, 岩滝光儀, 松岡数充: 長崎県薄香湾における有害渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* Margalef の出現密度の季節変化と増殖特性. 藻類. 2005 ; 53 : 229-235.

3) 山砥稔文: 九州沿岸に分布する有害渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* の生理生態学的研究. 長崎水試研報. 2007 ; 32 : 23-90.

4) 長崎県総合水産試験場: 平成 18 年度有害赤潮プランクトン等監視調査事業報告書—I—長崎県下における赤潮の発生状況—I. 2007 : 51pp.

5) 宮村和良, 阿保勝之, : 冬季, 猪串湾と小蒲江湾に出現する *Gymnodinium catenatum* の個体群形成に影響する海況条件. 水産海洋研究.

2005 ; 69(4) : 284-293.

6) T. Yanagi : Vertical Residual Flow in Kasado Bay. Journal of the Oceanographical Society of Japan : 1979 ; 35 (3-4) : 168-172.

7) 柳哲夫: 沿岸海洋学. 恒星社厚生閣. 東京. 1989 ; 154pp.

8) 長崎県総合水産試験場: 平成 18 年度長崎県総合水産試験場事業報告. 2007 ; 138-139.

9) 金 大一: 有害渦鞭毛藻 *Cochlodinium polykrikoides* の生理生態学的研究. 博士論文. 九州大学. 2003 : 154pp.

10) 長崎県総合水産試験場: 平成 17 年度有害赤潮プランクトン等監視調査事業報告書—II—資料集—1. 2006 : 55pp.