２．有明海における貧酸素水塊による漁業被害防止対策

１）有明海における貧酸素水塊モニタリングの高度化

（独）水産総合研究センター西海区水産研究所
岡村和麿・樽谷賢治・徳永貴久・中野　善
長崎県総合水産試験場
石田直也・山砥稔文・高見生雄

１．目的

平成 26 年 6 月から 9 月にかけて、メモリー式観測機器等を用いた表・底層の水質連続観測を実施し、近年夏季に頻発する貧酸素水塊の発生状況の監視を行うとともに、テレメトリーによるリアルタイム情報提供により、関係機関および漁業者と水質情報を共有する。あわせて、貧酸素水塊発生と大きく関わるとされるシャットネラや珪藻などのプランクトンが形成する赤潮の発生状況を調査する。得られたデータは、過去のデータと合わせて貧酸素水塊および赤潮の発生機構の解明に資する。

２．調査等の方法

（１）有明海奥部西側海域の水質（貧酸素水塊）モニタリング

１）水質の連続観測

図 2–2–1 の赤丸で示す有明海の奥部の 3 測点において、平成 26 年 6 月から 9 月の間にメモリー式観測機器等を用いた水質の連続観測を実施した。測点 T13（国営干拓沖）、測点 P6（沖神瀬西）では表・底層、測点 P1（大浦沖）では全層の水質データ（水温、塩分、クロロフィル蛍光、濁度、溶存酸素飽和度、流向・流速）を各々 10 分、30 分間隔で取得した（詳細は表 2–1-1 を参照）。また、測点 T13、P6、P1 では 30 分間隔でテレメトリーによるリアルタイムデータ送信を行い、ホームページ「有明海水質連続観測」（http://ariake-yatsushiro.jp/index.html）で情報を公表した。

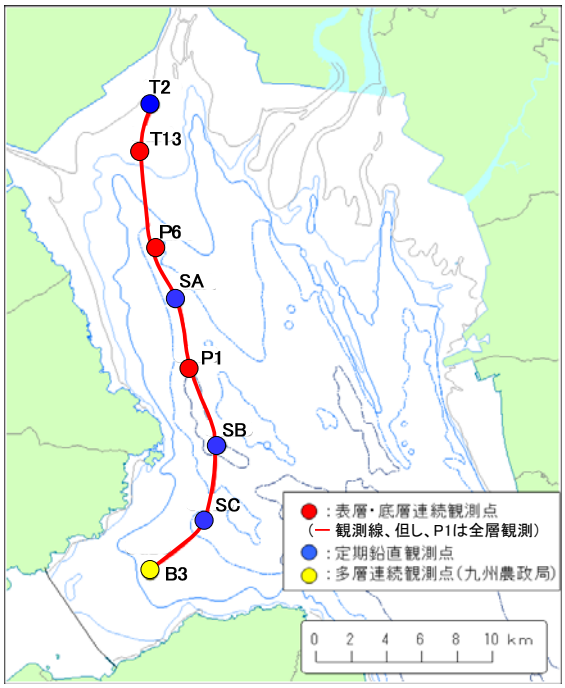

図 2–1–1. 有明海奥部西側海域の観測点、観測線の配置

２）水質の鉛直断面定期観測

前述１）の水質の連続観測と並行して、有明海奥部から諫早湾にかけての 8 点（図 2–1–1）において、おおよそ 1 週間に 1 回の頻度で多項目水質計（JFE アドバンテック社製：AAAQ176 型）を用いて、表層から底層までの水温、塩分、クロロフィル蛍光、濁度、溶存酸素、水深等の鉛直観測を行うと共に、透明度を測定し、塩分、栄養塩、溶存酸素、懸濁態有機炭素、クロロフィル色素、植物プランクトンの組成・細胞密度を測定するた

めの採水を実施した。

表 2–1–1. 有明海奥部西側海域における連続観測機器と観測項目

観測点番号	観測点名称	北緯		東経		水深（m）	観測層	テレメトリー	機器名					連続観測項目							
		度	分	度	分				水温・塩分	溶存酸素	Chl・濁度	光量子	流向・流速	水深	水温	塩分	溶存酸素	Chl	濁度	空中光量子	流向・流速
13	国営干拓沖（鋼管323）	33	6.75	130	12.79	5	0.5m	無	CTW–CAR	DOW	CLW–CAR	–	EM–CAR	–	◎	◎	○	◎	◎	–	◎
							海底上0.2m	有	MS	MS/DOW	CLW	–	EM	○	◎	◎	◎	○	○	–	○
P6	沖神瀬西	33	3.75	130	13.3	10	1m	無	CTW	–	CLW	–	–	–	○	○	–	○	○	–	–
							海底上0.2m	有	MS	MS/DOW	CLW	–	ADCP/EM	○	◎	◎	◎	◎	◎	–	○
P1	大浦沖	33	0	130	14.5	20	全層	有	AAQ	AAQ	AAQ	ALW	ADCP/EM	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

◎ 10分間隔で測定・30分間隔値を送信（但し、P1は30分間隔で測定、送信）
○ 10分間隔で測定・メモリ記録

注：表中に略称で示した観測機器の名称及び機種は以下のとおり。

MS：多項目水質計： Hydrolab 社 MiniSonde MS 型

AAQ：多項目水質計：JFE ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｯｸ社 AAQ-176 型

DOW：溶存酸素計： JFE ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｯｸ社 ADOW-CMP 型

CLW：蛍光光度濁度計： JFE ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｯｸ社 ACLW-CMP 型

CLW-CAR：蛍光光度濁度計：JFE ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｯｸ社 ACLW-CAR 型（ﾜｲﾊﾟｰ・ﾃﾞｼﾞﾀﾙ出力付）

CTW：水温塩分計： JFE ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｯｸ社 ACTW 型（ワイパー付）

CTW-CAR：水温塩分計：JFE ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｯｸ社 ACTW-CAR 型（ﾜｲﾊﾟｰ・ﾃﾞｼﾞﾀﾙ出力付）

EM：電磁式流向流速計：JFE ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｯｸ社 AEM-CAR 型（ﾃﾞｼﾞﾀﾙ出力付）

EM-CAR：電磁式流向流速計：JFE ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｯｸ社 AEM-CAR 型

ADCP：超音波式流向流速計：Nortek 社 Aquadopp profiler

ALW：光量子計：JFE ｱﾄﾞﾊﾞﾝﾃｯｸ社 ALW-Di

※表中の◎は 10 分間隔で観測し、30 分間隔のデータを携帯電話通信により送信する（但し、P1 では 30 分間隔で測定、送信）。

※表中の○は 10 分間隔で観測し、メモリーに保管されたデータを定期的に収集する。

３．結果及び考察

（１）有明海奥部西側海域における貧酸素水塊の消長

有明海奥部西側海域の測点 T13、P6、P1 において、連続観測によって得られた底層の水温、塩分、溶存酸素飽和度、水深データと筑後大堰直下流量（独立行政法人水資源機構 筑後大堰管理室）、大浦沖（測点 P1）の海面上 3 m の海上風の風速・風向を図 2–1–2（前半：6 月 1 日－7 月 31 日）、図 2–1–4（後半：8 月 1 日– 9 月 30 日）に示す。また、定期観測による水質の鉛直断面図を図 2–1–3（前半：6 月 8 日– 7 月 27 日）、図 2–1–5（後半：8 月 3 日–10 月 3 日）に示す。

１）前半（6 – 7 月）

6 月下旬の梅雨前線の降雨による中規模の出水（流量 405 m^3/sec）の後に有明海奥部に弱い密度成層が形成され（図 2–1–4）、浅海域の測点 T13 （国営干拓沖）において底層 DO の低下が観測された。その後、7 月上旬に流量 1000 m^3/sec 以上の比較的大きな出水が 2 回あり、成層がさらに強化されることにより小潮期にあたる 7 月上・下旬に底層 DO は一時的に無酸素状態になった（図 2–1–2）。7 月上旬に浅海域（測点 T13 付近）で形成された貧酸素水塊は、7 月中旬の大潮時に沖合へ輸送され、沖合の測点 P6（沖神瀬西）でも DO の低下と貧酸素水塊の形成（一時的に DO 飽和度で 20%未満）が観測された。

その後、7 月下旬の小潮期には、測点 P6 さらにその沖合の測点 P1（大浦沖）でも、DO 飽和度は一時的に 40%未満となり、貧酸素水塊の沖合への拡大が観測された（図 2–1–2）。水質の鉛直断面図からは、7 月 6 日–27 日の期間に大潮、小潮期に関係なく密度成層が形成され、7

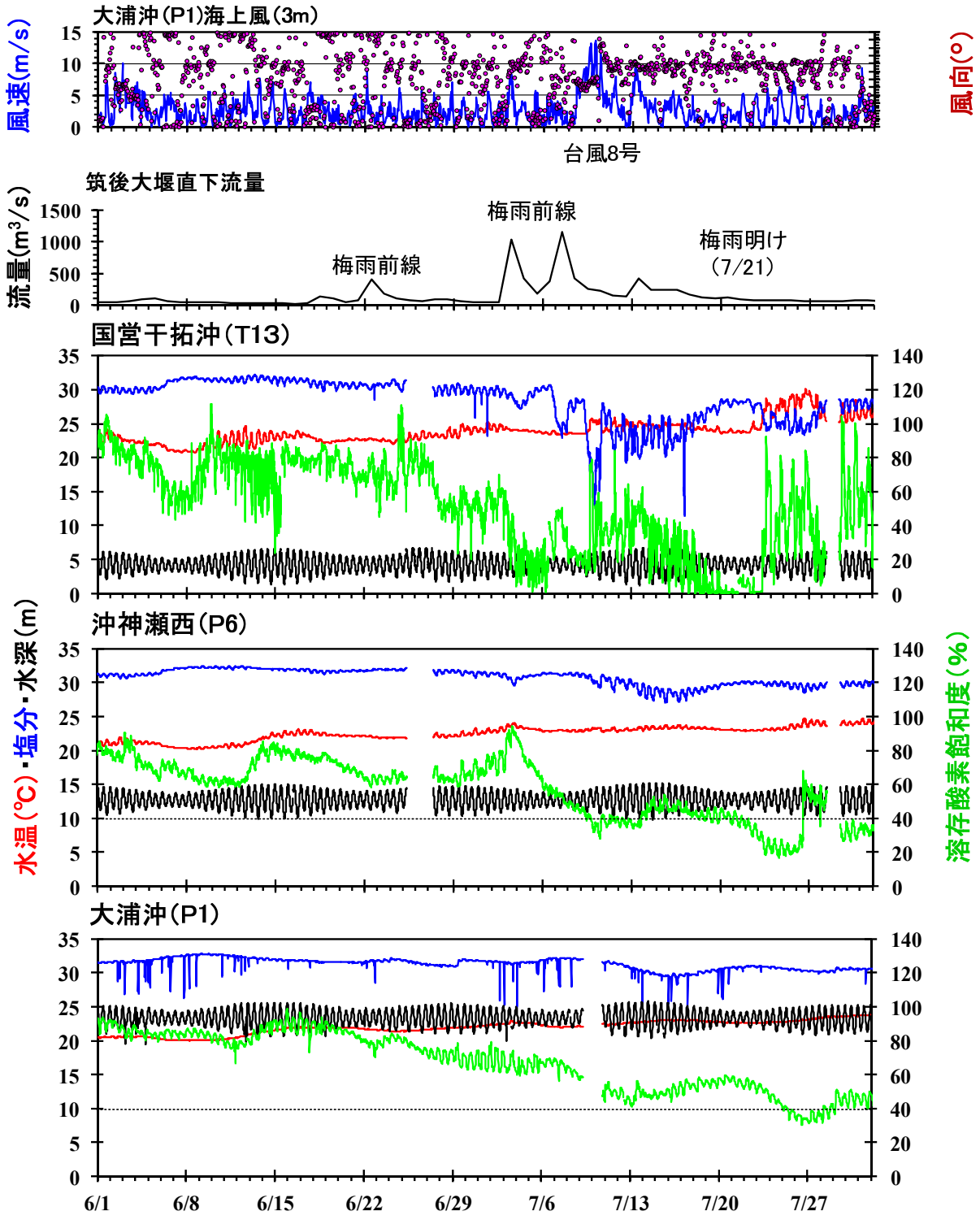

図 2–1–2. 測点 T13、P6 および P1 の底層における水温、塩分、溶存酸素飽和度、水深の経時変化（6 月 1 日－7 月 31 日）。大浦沖（P1）の海上風の流速・流向、筑後大堰直下流量を合わせて示す。

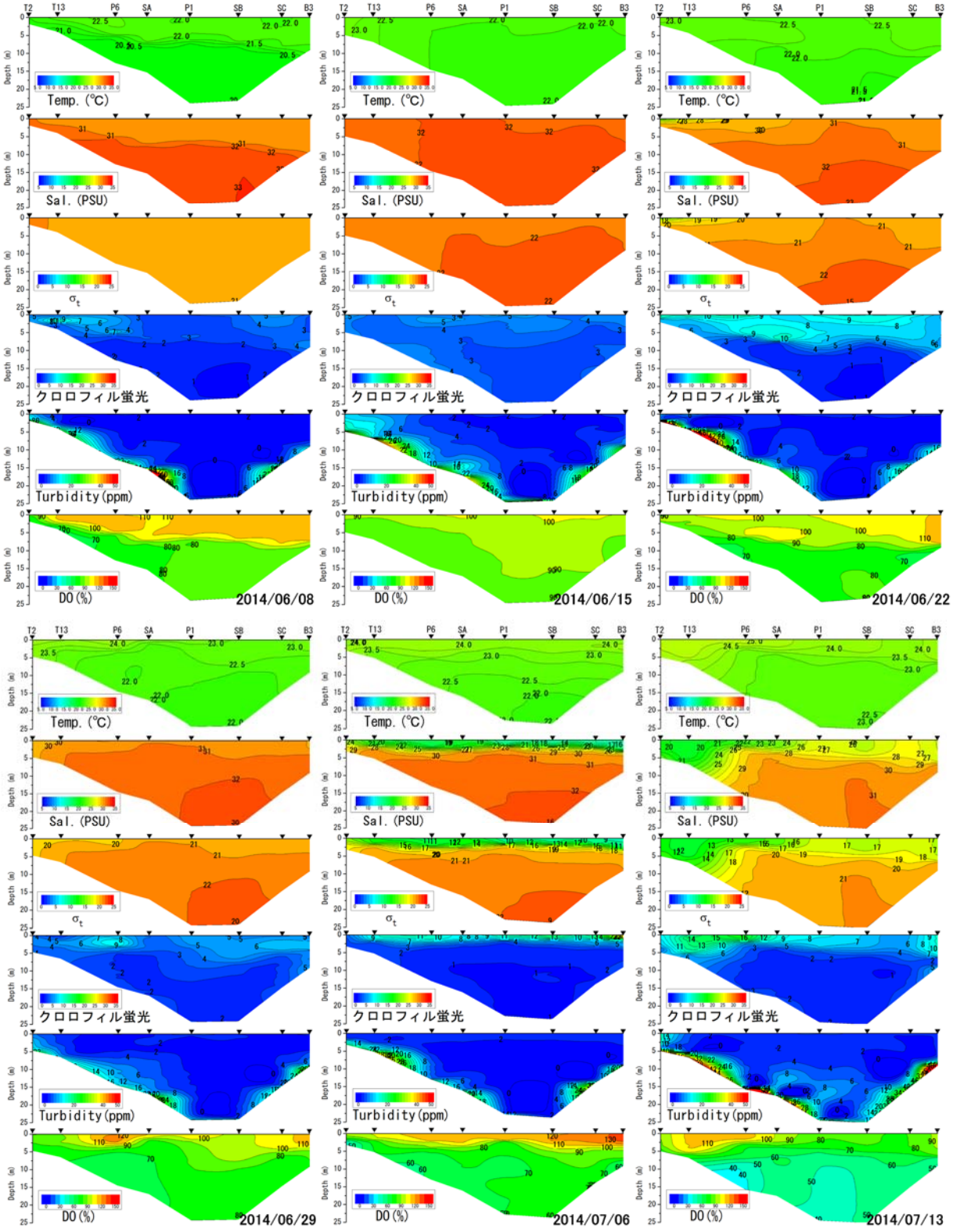

図 2–1–3. 観測定線（測点 T2－B3）における水温、塩分、密度（σ_t）、クロロフィル蛍光、濁度、溶存酸素飽和度の鉛直分布の経時変化（6 月 8 日－7 月 27 日）

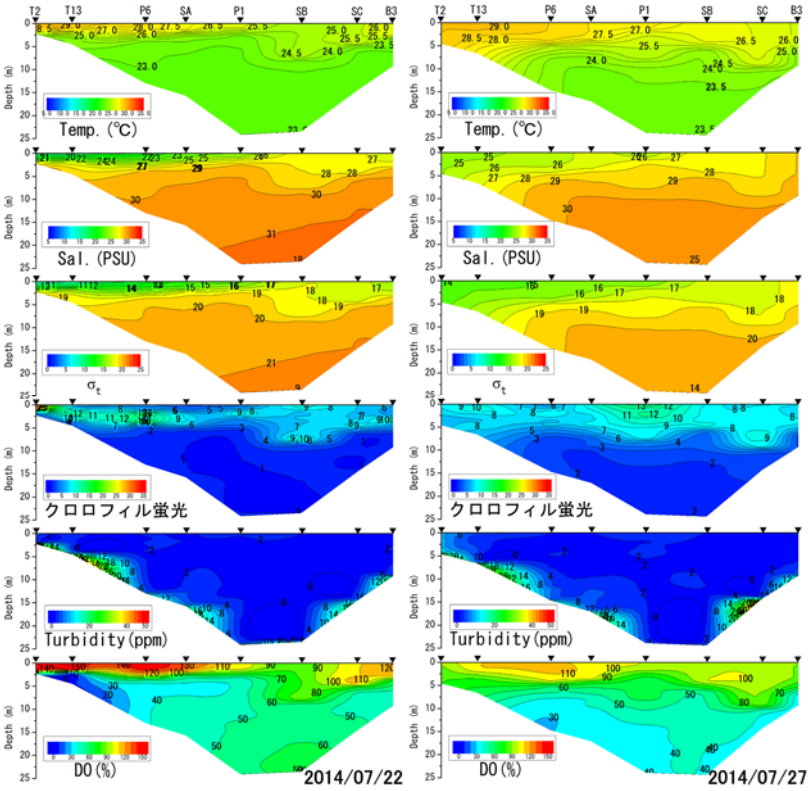

図 2–1–3. 観測定線（測点 T2－B3）における水温、塩分、密度（σ_t）、クロロフィル蛍光、濁度、溶存酸素飽和度の鉛直分布の経時変化（6 月 8 日－7 月 27 日）（つづき）

月 22 日に測点 T13 付近から測点 P6 にかけての底層に貧酸素水塊が広域に観測されると共に、7 月 27 日の大潮期にも貧酸素水塊が継続して底層に分布している様子がうかがえた。

2）後半（8－9 月）

7 月下旬に底層付近に観測された貧酸素水塊は、8 月上旬の小潮期に入っても継続して存在していた（図 2–1–5）。しかし、この時期に相次いで接近した台風 12 号、11 号の強風による水塊の擾乱、および大潮期による潮流増加により、8 月中旬に DO は急速に回復が見られた。一方、8 月上旬の中規模出水（400 m^3/sec 以上）後に小規模出水（100 m^3/sec 以上）が継続したことにより、有明海奥部海域の表層塩分は底層に比べて低い状態が続き、密度成層が継続して形成されていた（図 2–1–3）。これに伴い、底層 DO は低下し始め、8 月下旬に再び中規模出水が起きたことにより表層塩分は低下して密度成層が強化され、9 月上旬の小潮期には浅海域（測点 T13）で DO 飽和度は 20%程度まで減少し、貧酸素水塊が形成された。しかし、その後直ぐに寒冷前線をともなう低気圧の通過により水塊は擾乱され、浅海域（測点 T13）では急速に DO は回復した。一方、沖合海域（測点 P6、P1）では、9 月上旬の小潮期に一時的に DO は低下したが、低気圧通過後に北寄りの風の連吹によりエスチュアリー循環の促進されたことで沖合底層の低温・高塩分の DO の高い水塊が浅海域に移送され、有明海奥部全体の底層 DO は上昇した。低 DO の水塊の移送過程で、9 月中旬の小潮期には測点 P6、T13 では一時的に DO の低下は見られたが、9 月下旬の大潮による潮流の増加、台風 16 号による水塊の擾乱、北寄りの風の連吹により各測点の底層 DO は高い水準まで回復した（図 2–1–4）。9 月 26 日の定期観測