

## 大阪湾における貧酸素水塊の発生状況

城 久・矢持 進・安部恒之

Formation and Decay of Oxygen-deficient Water Mass  
in OSAKA Bay.

Hisashi JOH. Susumu YAMOCHI. Tuneyuki ABE

大阪湾では通常水温が急激に上昇する4月中旬から9月にかけて湾奥部~湾東部泉州沿岸海域を中心に躍層が形成されるが、この期間は表層では赤潮が頻発する一方、底層では貧酸素化することが湾の特徴となっている。貧酸素化した底層水には高濃度な栄養塩類が蓄積されており、底質からの溶出が顕著に現われる場合もあって、上下の水の攪拌が次の赤潮を誘発する原因にもなっている。

このように大阪湾の海況は汚濁河川水と外海水の流入、躍層の形成とそれにとまらぬ底層水の貧酸素化、赤潮の発生等によって支配されていることが多く、海況特性をより理解するには貧酸素水塊の消長についての現況把握が必要であると考えられる。このため1976年の躍層形成期間中に20回にわたる継続的な調査を行い、貧酸素水塊の実態を明らかにすると共にその消長と気象要因との関連等についても若干の検討を行った。

### 調査内容

- (1) 調査時期・回数 1976年4月26日~9月末の躍層形成期に7~10日毎に1回、計20回の観測を行った。
- (2) 調査海域と地点、採水層等(図-1参照)  
水平分布観測 14~20点、底層から1m上層  
鉛直分布観測 湾長軸に沿った6定点 0, 2, 5, 10, B-1, 30mのうち1点4~5層の観測
- (3) 測定項目と分析方法  
水温、溶存酸素(ウインクラーク法)、塩分(サリノメータ)

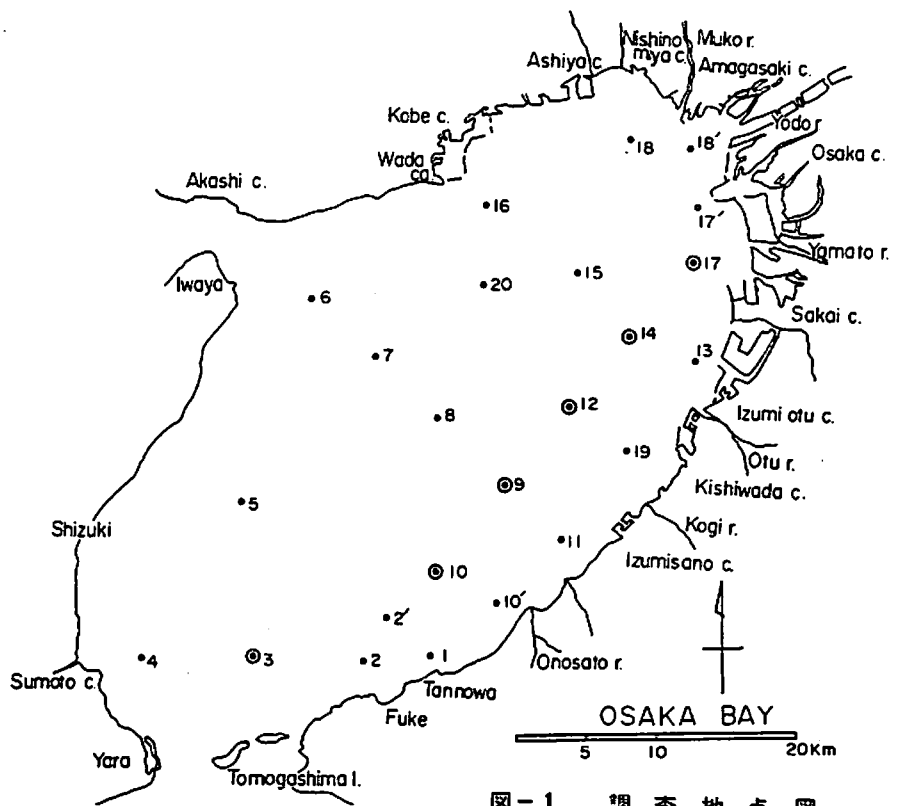


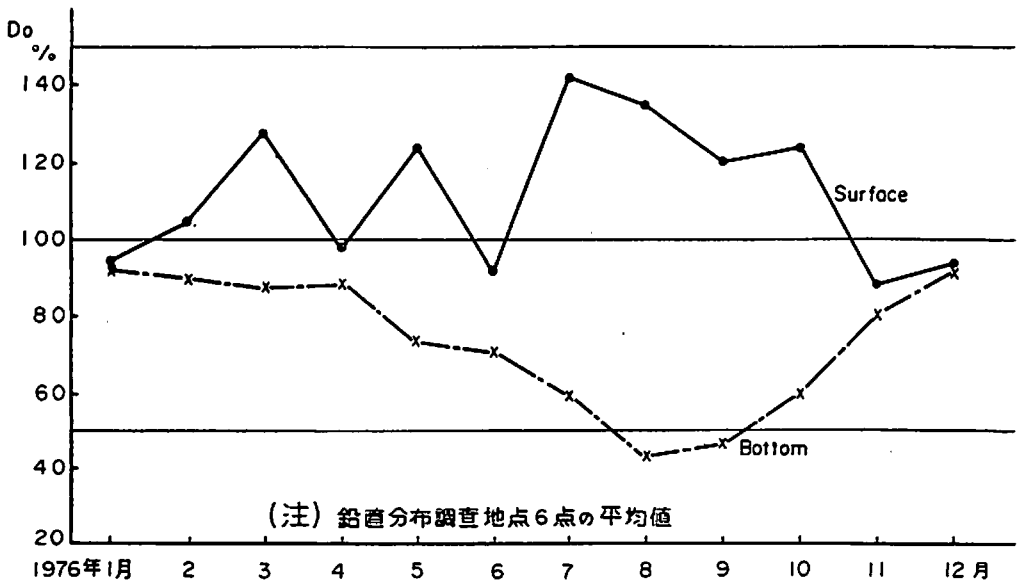
図-1 調査地点図

(◎印は鉛直分布調査地点)

調査結果および考察

(1) 食酸素水塊の水平分布

大阪湾における溶存酸素の平均的な季節変化は1976年の別途調査によれば図-2のとおりで、表



(注) 鉛直分布調査地点6点の平均値

図-2 大阪湾における溶存酸素の季節変化(1976年)

層水は飽和度 90～140%、底層水は 40～90%の値を示している。

表底の鉛直差は 1 月～4 月の混合期に少なく、躍層が形成される 5 月～10 月の期間に大きくなる傾向が明らかである。

今回の調査は図-2 の 4 月調査の後から 10 月調査の直前にかけて行ったものであり各調査時における底層水の酸素飽和度の水平分布を図-3 に示した。

1976 年における飽和度 50%以下の貧酸素水塊は最初湾奥東部沿岸で 5 月 12 日に出現するが、5 月 21 日には一旦解消している。

その後 5 月 28 日に湾奥部で再現後 10 月 4 日に消滅が確認されるまで毎回存在した。この時は西宮地先で飽和度 30%以下の海域(強度貧酸素水塊)が現われている。この水塊の出現状況は神戸・西宮・泉北地先等局所的に存在するケースや湾奥沿岸部を一円に覆う場合等調査時によって移動・伸縮を繰返しているが、無酸素水塊が現われる盛夏には無酸素水塊の前縁部に密着するように分布し、飽和度が急激に回復する湾中央部沖合海域の間で大きな濃度勾配が存在する状況を示している。

飽和度 10%以下の無酸素水塊は 7 月 23 日に出現し、8 月 23 日まで約 1 カ月にわたって存在することが確認されたが、その出現海域はいずれも湾奥(神戸港～泉大津)および泉州沿岸部であり面積は大きく、かつ場所が変わらないことが特徴となっている。貧酸素化が極限に達したとみられる 8 月 2 日には湾奥全面に分布し約 300 km<sup>2</sup>の面積を占めていることから湾の 1/5 に相当する海域が無酸素化していることがわかる。

9 月 6 日には両水塊は一旦消滅し、湾全域が全般的に貧酸素化した状況を呈している。しかし 9 月下旬にかけて小規模ながら再び湾奥北部で出現している。特に 9 月 28 日も西宮地先で無酸素化していることはこの海域の底質汚染状況を示すものとして注目される。

## (2) 溶存酸素の鉛直分布

鉛直分布については 4 月から 10 月上旬まで毎月 1 回湾長軸方向に沿った 6 定点の調査のみで、採水層にもやゝ問題はあがるが大方の傾向は把握できる。長軸断面の鉛直分布を図-4 に示す。貧酸素水塊は湾奥 st. 17 の底層で 5 月上旬に出現するがその後の状況は 7 月までの 2 カ月間に大きな変化は示していない。8 月には底層の貧酸素化は大きく進行し st. 14, 17 で 10%以下の無酸素水塊が出現している。この時の底層水は湾中部泉佐野沖合海域(st. 9)で貧酸素化が解消した後、より湾口に近い泉南沖で再び低い水塊が出現しているのが特徴的で、st. 9 には明石海峡の方向から流入する水塊が張出している傾向が認められる。9 月・10 月の調査時は飽和度 30%以下の強度に貧酸素化した水塊は底層にも見られないが 9 月には st. 17 から湾中央に近い st. 12 で 50%以下の貧酸素水塊があり、その影響は湾奥で 5 m 層にまで及んでいる。

このような経過を示す底層水に対し表層水はおおむね過飽和で推移しているが、赤潮発生海域では 160～220%の酸素飽和度を示す等、鉛直濃度差が極めて大きいことを示している。

8 月の鉛直分布は表層水塊で *Gonyaulax polygramma* による赤潮が発生し、底層では最も貧酸素化した水塊構造をとらえているものとして注目されるが同時に観測した栄養塩の分布状況、一般海況・赤潮の発生状況を参考までに図-5 に示した。底層の貧酸素水塊では高濃度の DIN, DIP の分布がみられるのに対し、上層の過飽和水塊では無機態の栄養塩は非常に低濃度となっている。これに代って POP, PON, クロロフィル-*a* 等は過飽和の上層水塊で高く無機栄養塩がプランクトンに取込

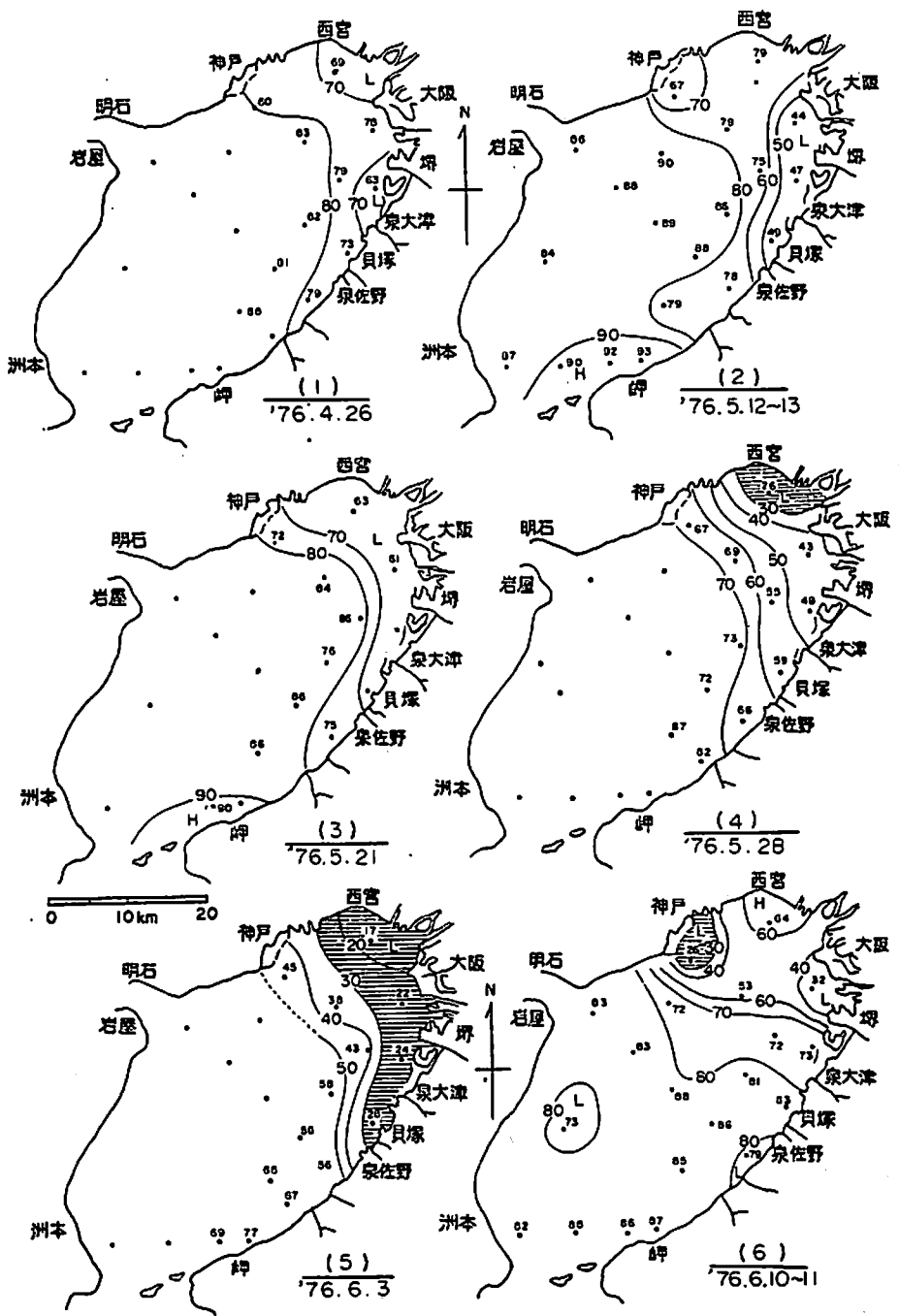


図-3 (1) 1976年夏期大阪湾における貧酸素水塊の出現状況

— 酸素飽和度(%)の水平分布 —

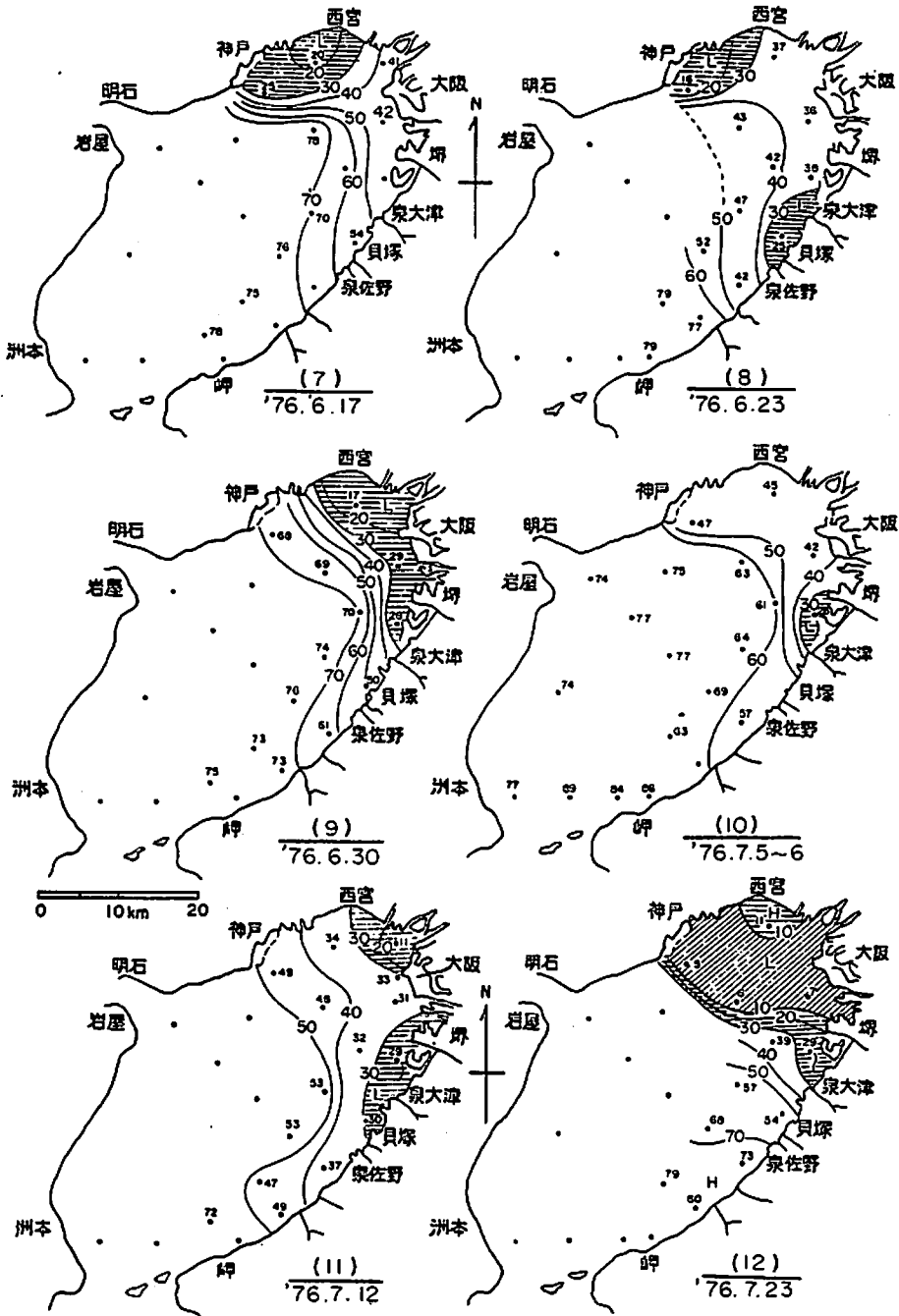


图-3 (2)

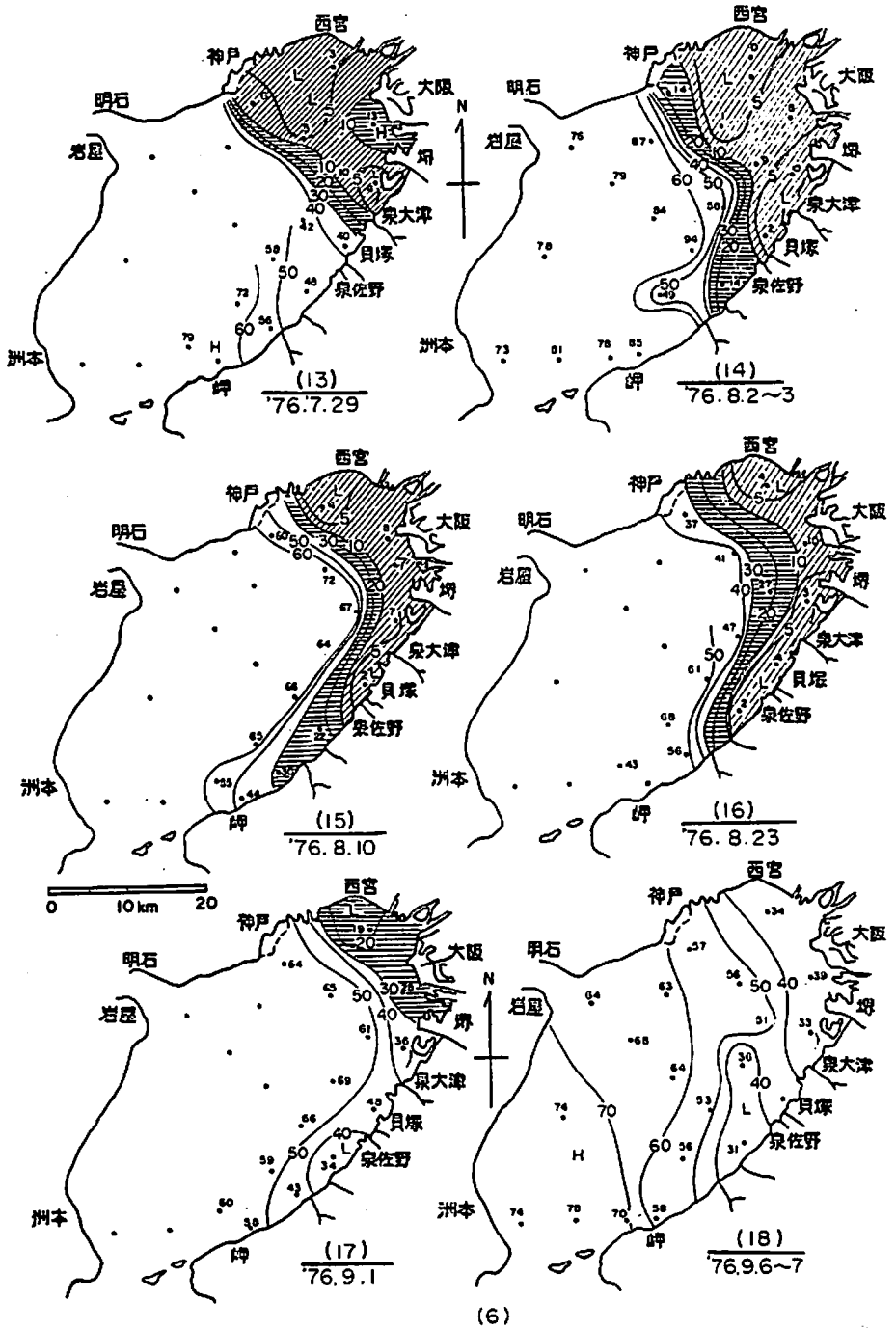
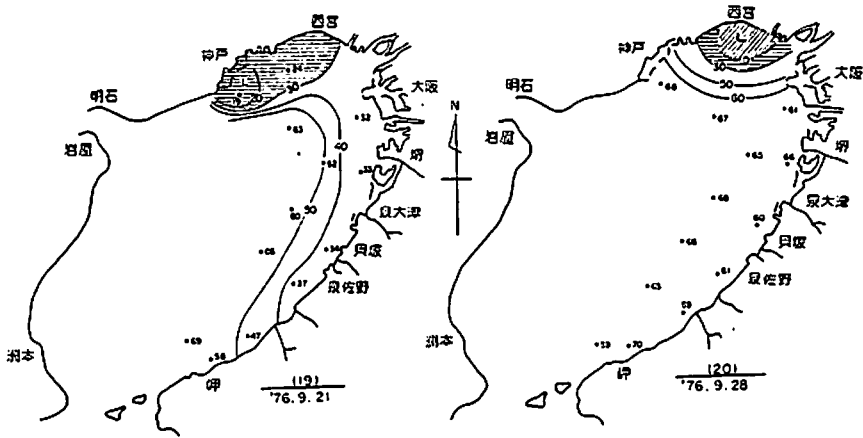


图-3 (3)

図 3-(4)



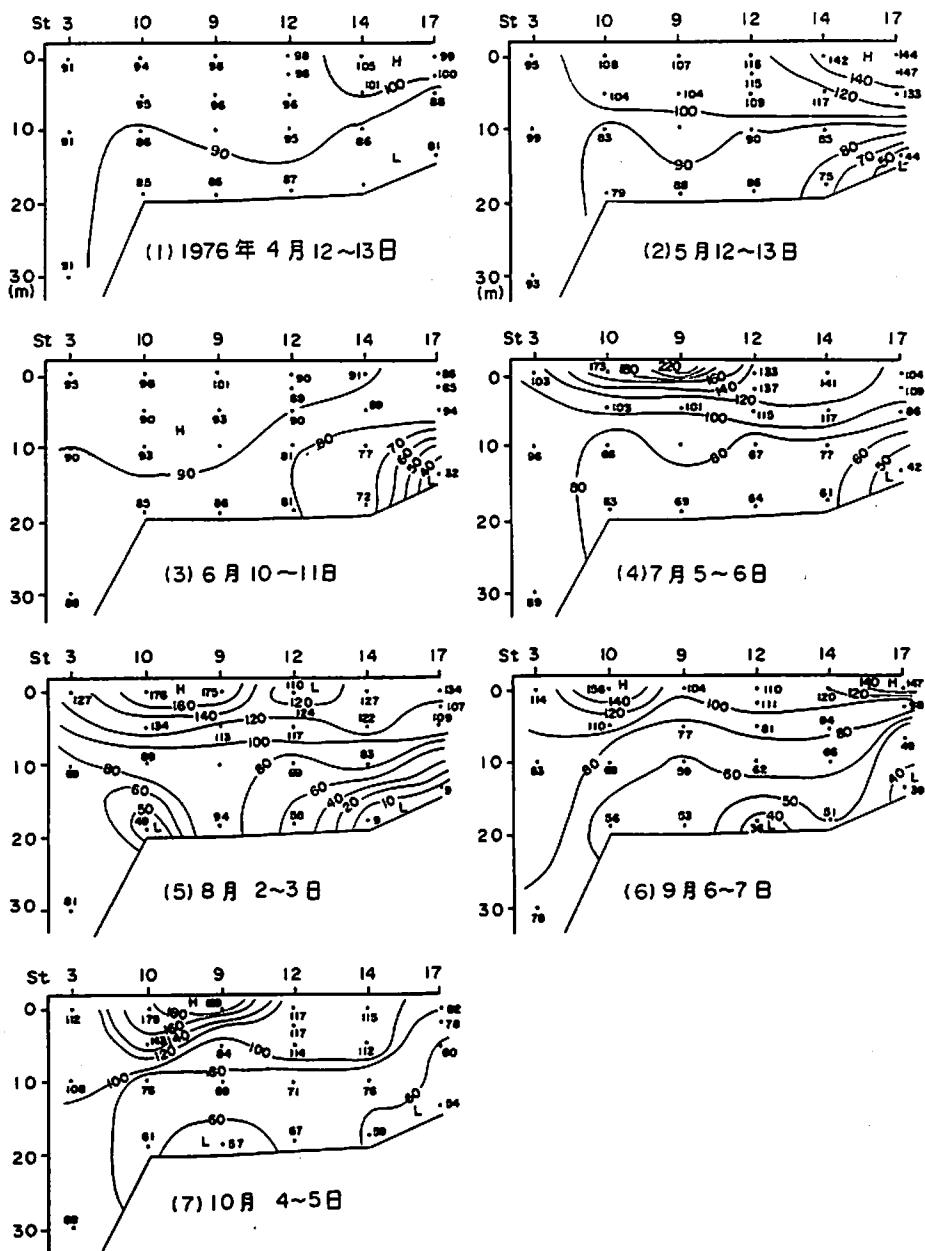
まれ、粒子態に転換していることやそれがCOD, SS, POCで表わされる海面の汚濁に大きく作用している状況等が明らかになっている。

(3) 貧酸素水塊の消長と気象要因の関係

今回観測を開始した 1976 年 4 月 26 日から 9 月 30 日までの気温(日平均値)、瞬間最高風速、日照量、降水量(各水試観測資料)等気象要因の日変化と飽和度 30%以下の強度な貧酸素水塊、10%以下の無酸素水塊の各出現面積、および底層水平平均酸素飽和度、表層と底層の水溫鉛直差の経過をそれぞれ図-6に示した。貧酸素水塊の消長に対応して気象変化の共通的な特徴がよみとれる。すなわち 6 月 3 日の第 1 ピーク出現時、および 7 月 23 日以降の本格的なピーク形成時は 5 月 20 日以降、7 月 10 日以降の気温の急激な上昇後に生じている。また 8 月を中心とした強度な貧酸素水塊の形成発達には気温の高位安定期に相当し、海域における拡がり面積は表底層間の水溫鉛直差とよく対応している。気温と共に降水量も貧酸素化と密接な関連がある。この期間に貧酸素水塊は大小合せて 4 回のピークを形成したが、最初の形成期と各解消時から次のピークに移る間にはそれぞれ 50mm以上の降雨が記録されている。特に 9 月下旬に見られる第 4 の小ピークは気温が下降期に転換した後が生じている特異的なものであるが、9 月 10 日前後に 282mmの大量降雨があったことから主として塩分差による躍層が形成されたことに起因するものではないかと推測される。

このことは表層水塊が低かんとなり、かつ温められることによって躍層がより強固となり、底層水への酸素補給を絶つことが貧酸素水塊を形成発展させる原因の一つになっているものと考えられる。

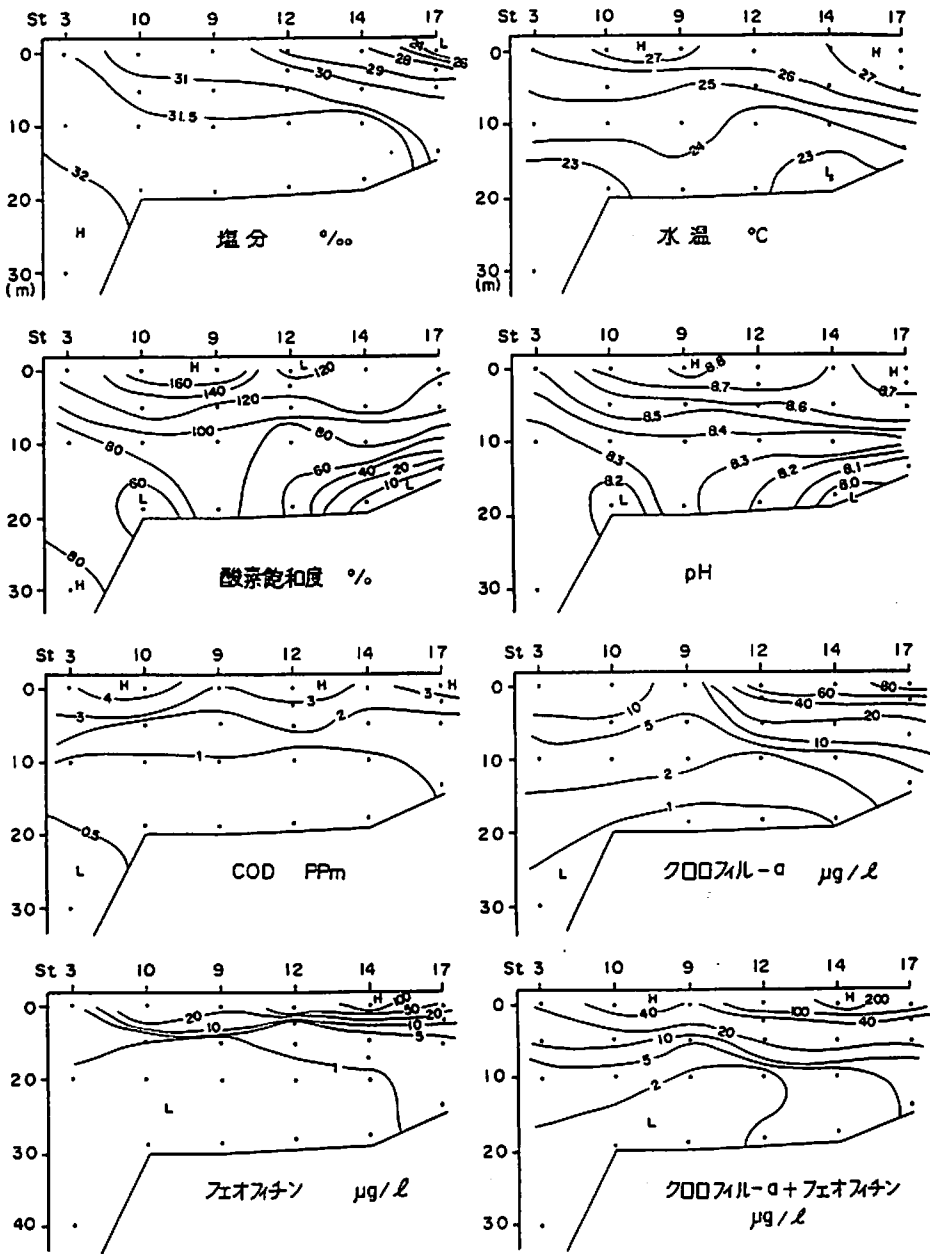
一万この強度な貧酸素水塊は期間中 3 回(6 月 10 日、7 月 5 日、9 月 4 日)にわたって 1 時解消している。第 1 回目の時はその前 2~3 日に気温の急激な低下と瞬間風速 25m/sec の強風が記録されており、後 2 者でも気温の急激な低下と一致している。また無酸素水塊が消滅した 9 月 1 日の前 4~5 日には気温が急に低下するほか日照も少なく天候が不安定であったことがわかる。このように貧酸素水塊の解消・消滅は風等場合によって影響を及ぼしているが、主として気温の低下との関連が深く、表層水溫の低下が水塊の鉛直混合を促進させ貧酸素水塊を解消する役割を果たしているものと考えられる。



— 大阪湾長軸方向断面図 —

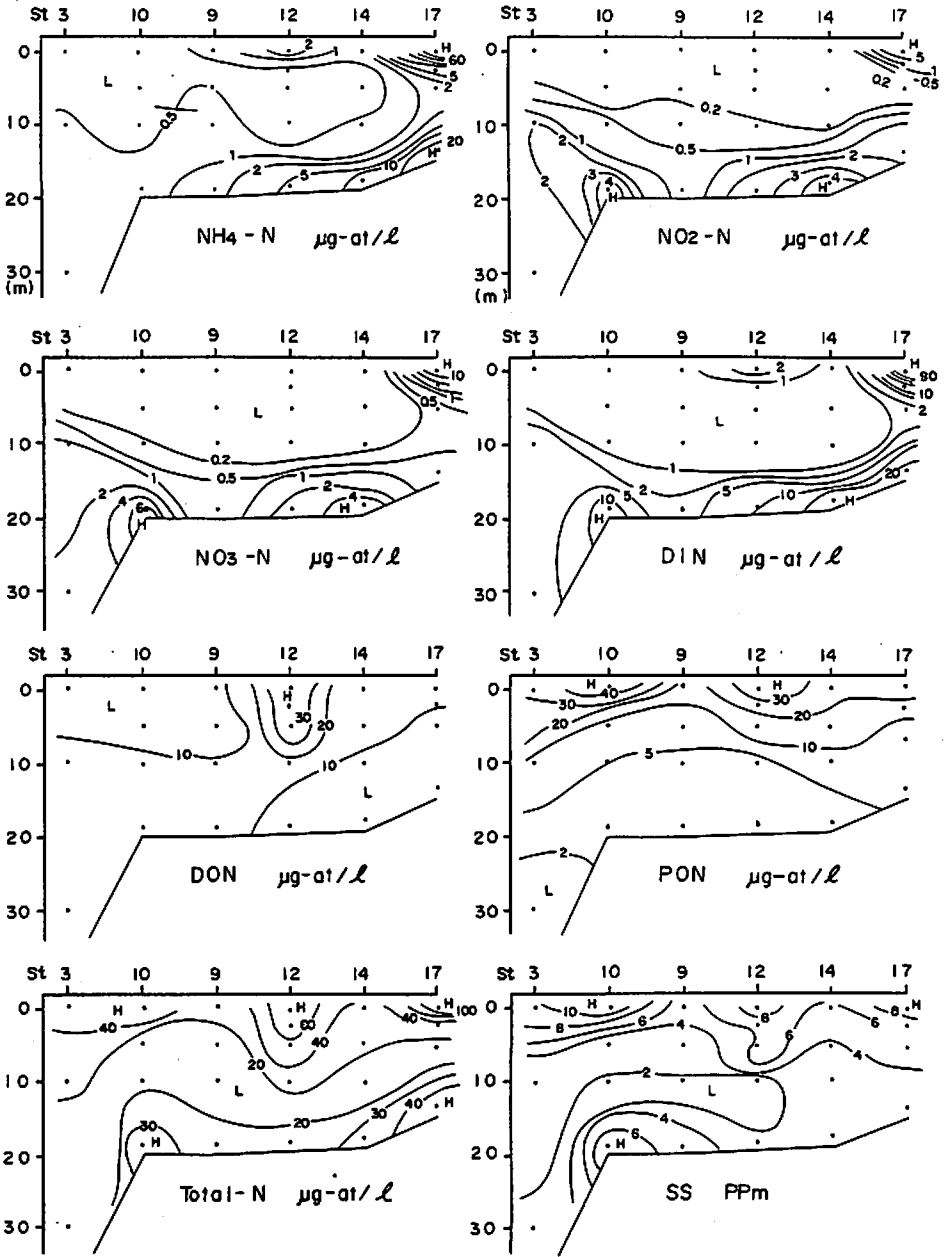
図-4 溶存酸素の鉛直分布 (1976年4月~10月)





(1976年8月2～3日)

図-5 躍層形成時の水塊構造



☒-5 (2)

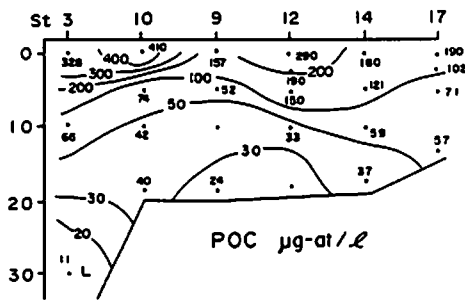
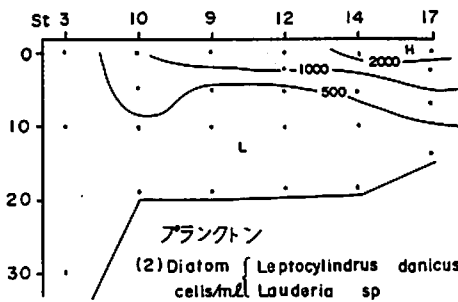
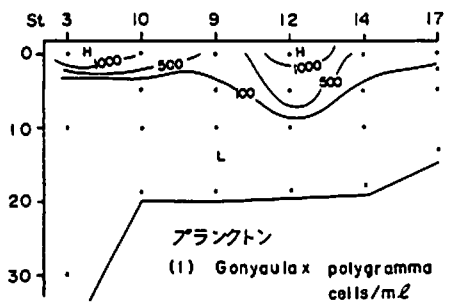
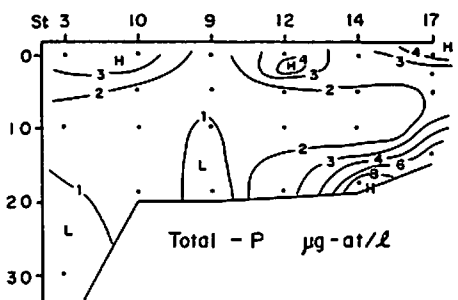
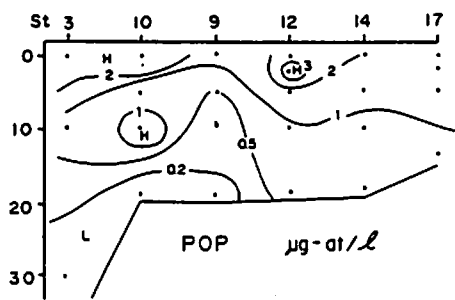
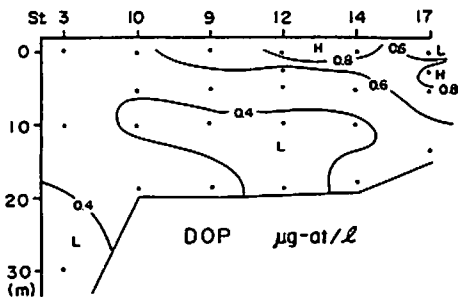
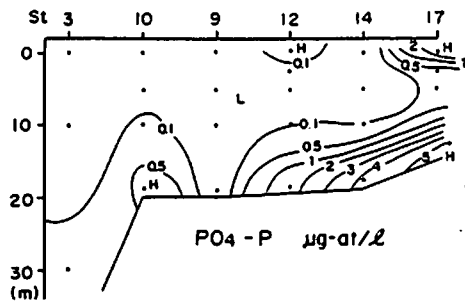


図-5 (3)

## 要 約

大阪湾に出現する貧酸素水塊の実態を平面的・鉛直的に把握し、その消長と気象要因との関連についても若干の検討を行った。

- (1) 飽和度50%以下の貧酸素水塊は最初5月中旬に湾奥東部沿岸に出現したが、一旦消滅後5月28日に再現し9月末まで湾奥海域・東部沿岸海域に存在する。
- (2) 飽和度10%以下の無酸素水塊は7月23日～8月23日までの約1カ月間湾奥部・東部泉州沿岸域で発生したが、その海域面積は200～300km<sup>2</sup>と大きく湾の1/4～1/5を占めている。
- (3) 湾長軸の鉛直断面分布では上層は過飽和水塊、下層は貧酸素水塊となり濃度の鉛直勾配が非常に大きい。この時は上層ではN,Pは無機態が減少して有機態に、底層では貧酸素化に対応して無機態の栄養塩が増加している。
- (4) 貧酸素水塊の海域における拡がり面積は表層と底層の水温鉛直差とよく対応する。そしてその発達には気温と降水量との関連が大きいことから、海水交流の緩慢な湾奥部・東部沿岸海域で塩分の低下と気温の上昇が閉層を強固なものに発達させ、上層から底層水塊への酸素補給を絶つことがそれを形成する原因として重要な役割を果たしているものと考えられる。

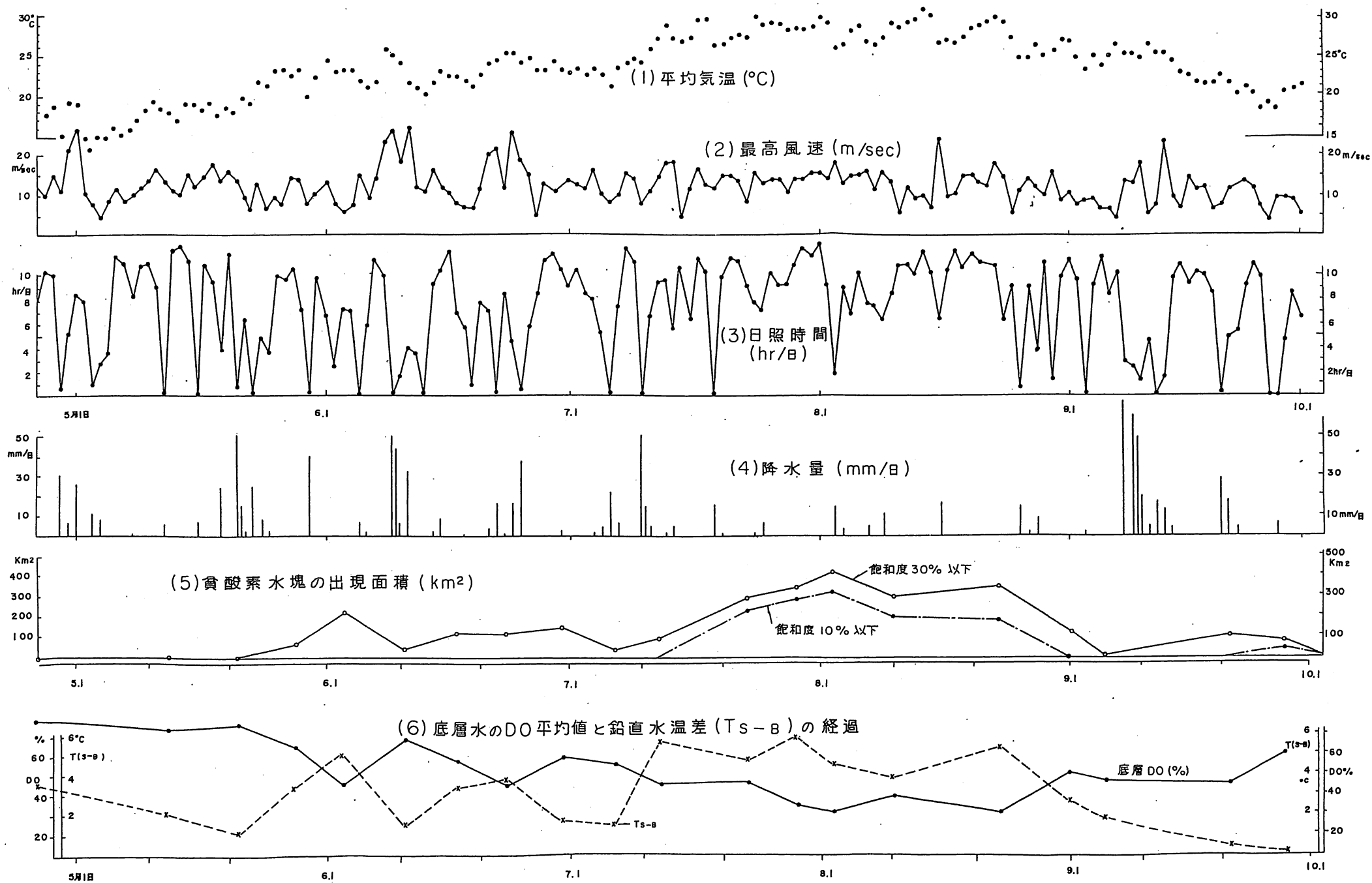


図-6 1976年夏期大阪湾の貧酸素水塊出現状況と海象の関係