

台風による伊勢湾の成層の崩壊[†] 1

佐藤 敏* 3

Vertical Mixing Induced by Severe Typhoon Wind in Ise Bay.[†] 2

Satoshi SATO* 1

Abstract 3

Ise Bay was hit by the typhoon Orchid on Sept. 29th in 1994, when the Hydrographic Department carried out tidal current observation there. The processes of vertical mixing induced by severe wind and reconstruction of stratification were observed. The stratification was rapidly destroyed by southeasterly wind. After wind calmed down, it took almost 1 day to reconstruct the stratification.

1. はじめに

1994年9月17日21時に発生した弱い熱帯低気圧は、19日3時にグアム島南西海上で台風26号(Orchid)となった。その後、Fig.1に示すように9月29日19時半頃和歌山県南部に上陸し、伊勢

湾の西を北上して、翌30日日本海に進んだ。この台風の通過時に水路部ではFig.2に示す伊勢湾の2測点において流れや水温塩分等の観測を実施していた。台風等の強風時に沿岸海域において成層が崩壊することは経験的によく知られた現象で

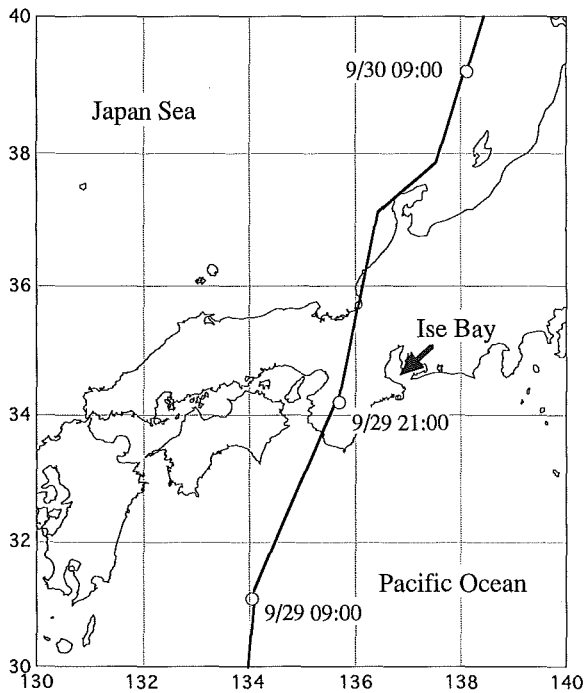


Fig.1 The path of Orchid (after Japan Meteorological Agency, 1995).

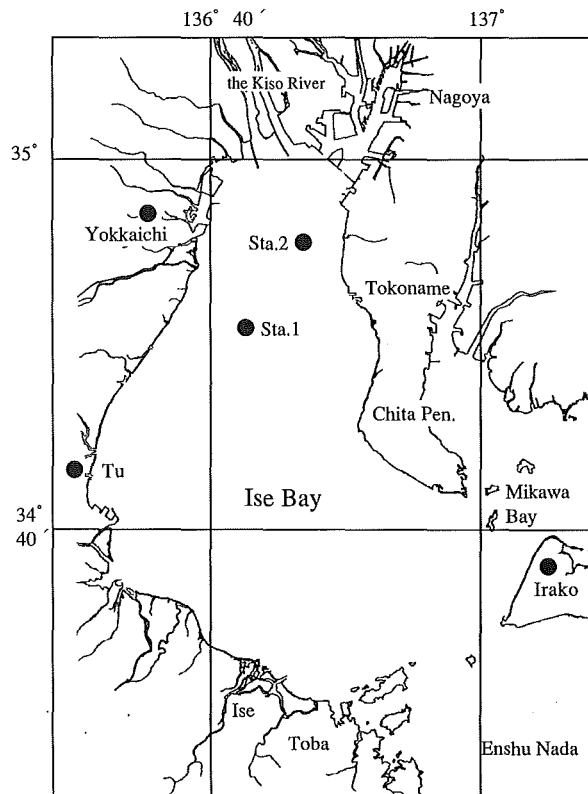


Fig.2 Observational sites.

[†] Received 1995 December 1st Accepted 1996 January 24th
 * 海洋研究室 Ocean Research Laboratory

はあるが、強風時の海況の変化を連続的に実測した例は少ない(藤原ら, 1989)。したがって、この観測結果は荒天時の伊勢湾の海況変化に関する貴重な記録になると考えられるので、ここに報告する。

2. 台風26号通過時の気象条件

台風26号が伊勢湾の西を通過した時の伊勢湾周辺の風や気圧の変化の状況を Fig. 3 に示す。なお、Fig. 3 では風については海の流れの表記にあわせて、吹き去る方向で示しており、例えば、風の北方成分の場合は南風を正として表わしている。

台風26号は9月29日22時~23時に伊勢湾に最接近し、津では22時25分に最低海面気圧974.2hPaを、また、伊良湖と四日市においてはそれぞれ22時13分と22時37分に最低気圧を記録した(気象庁, 1995)。風については Fig. 3 に示したように、台風の接近時は東南東~南東の風が徐々に強まり、津では21時20分に最大風速34.1m/sec(風向は東南東)を記録した。台風の最接近後は風向は西~南西の方向に転じ、その後徐々に弱くなっていった。

これらの気象変化に伴い、伊勢湾では高潮(たかしお)が発生し、Fig. 3 に示したように名古屋港では30日0時頃に最大潮位を記録し、推算値との偏差は152cmに達した(気象庁, 1994)。

3. 伊勢湾での観測結果

前述のように水路部では Fig. 2 に示す2測点において1994年9月20日から流速計等を設置し、流れ及び水温塩分の観測を実施していた。台風通過時には、Sta. 1(水深28m)では海面下3m, 10m及び海底上2mに流速計を設置し、ほかに海面下1mで水温塩分を測定し、海面下5, 10, 15, 20mでは水温を測定していた。Sta. 2(水深10m)では海面下0.5m, 1m, 2m, 3m, 4m, 6mにおいて水温塩分を測定していた。Sta. 1の海底上2mは海面から耐圧ブイにより立ち上げているが、他の測器はすべて海面のブイからの吊り下げによる設置である。

Fig. 4に伊勢湾の西部に位置するSta. 1における9月28日から10月2日までの流れと水温塩分の変動を示す。台風の影響を見るには潮流成分を除去する必要があるが、この台風の通過時は小潮であるため潮流の影響は小さいので、潮流を除去することなく示すことにした。台風通過前の伊勢湾では塩分は表面付近が低く海底付近が高くなり密度成層は存在しているものの、この時期には海面冷却による鉛直混合が始まっており、海表面付近よりも海面下10m~15m付近の層の水温が高いという状況にあった。したがって、28日には海面下10m層の水温が一番高くなっており、海表面付近と海面下10m付近の海水の性質が異なっていることを示している。

29日になって台風が接近してくると10m層の東向きの流れが強まり午前9時頃に10m層の水温と塩分の値は3m層と同じになる。それと合わせて海面下3mと10m層では北向きの流れが強まり、海底上2mでは南向きの流れが強まっている。海面下3mと10mの流れを比較すると10mの流れのほうが強くなっているが、3m層に設置した流速計は10月2日に点検した際に海藻がローターに絡みついているのが発見されており、この時点でも既にローターの回転が不良になっていた可能性もある。この後、図には示していないが、正午頃に海面下15m層の水温は低下し上層の水温に一致する。

その後、台風最接近時まで3m層と10m層が北向きの流れで海底上2m層が南向きの流れという状況は変化しないが、最接近時の最も風が強い時間に海底上2m層では南東向きの流れが突然非常に強くなった。そしてそれに合わせて塩分は急低下し上層とほぼ同じ値になり、Sta. 1では成層は完全に崩壊した。さらに台風通過の風向変化に伴い、上層の北向きの流れはすぐに消え、海底上2m層の南向きの流れも徐々に消えていく。

海底上2m層の低塩分水は風が収まってほぼ1日経過した10月1日の午前中まで続いており、成層の崩壊は約1日半続いていたことになる。ただし、表層付近では9月30日の午前中に台風の降水

Vertical Mixing Induced by Severe Typhoon Wind in Ise Bay.

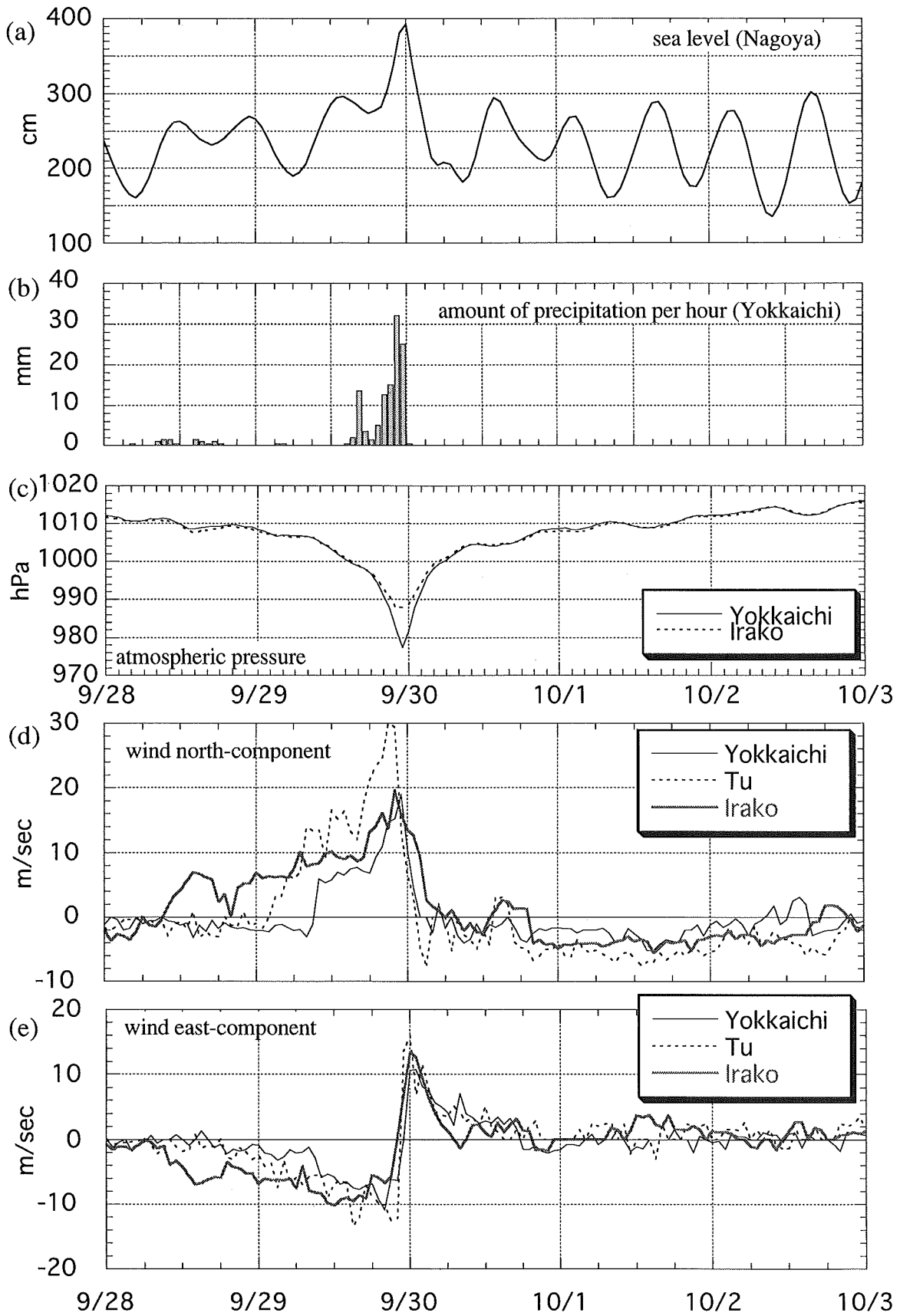


Fig. 3 Time variations of (a) sea level at Nagoya, (b) amount of precipitation per hour at Yokkaichi, (c) atmospheric pressure at Yokkaichi and Irako, and (d) north-component and (e) east-component of wind speed at Yokkaichi, Tu and Irako, from Sept. 28th to Octo. 2nd in 1994.

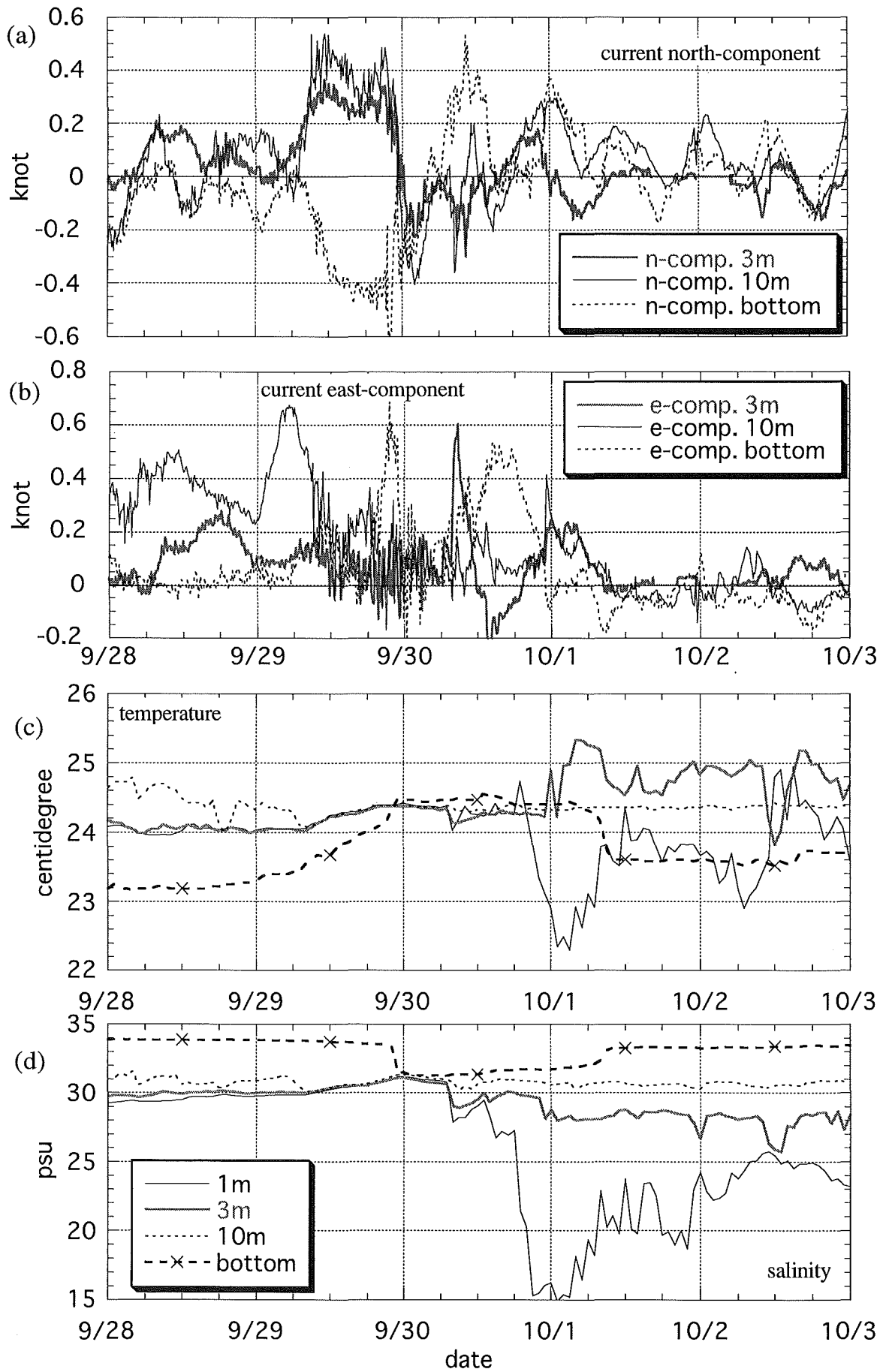


Fig. 4 Time variations of (a) north-component and (b) east-component of current, (c) temperature, and (d) salinity at Sta. 1, from Sept. 28th to Oct. 2nd in 1994.

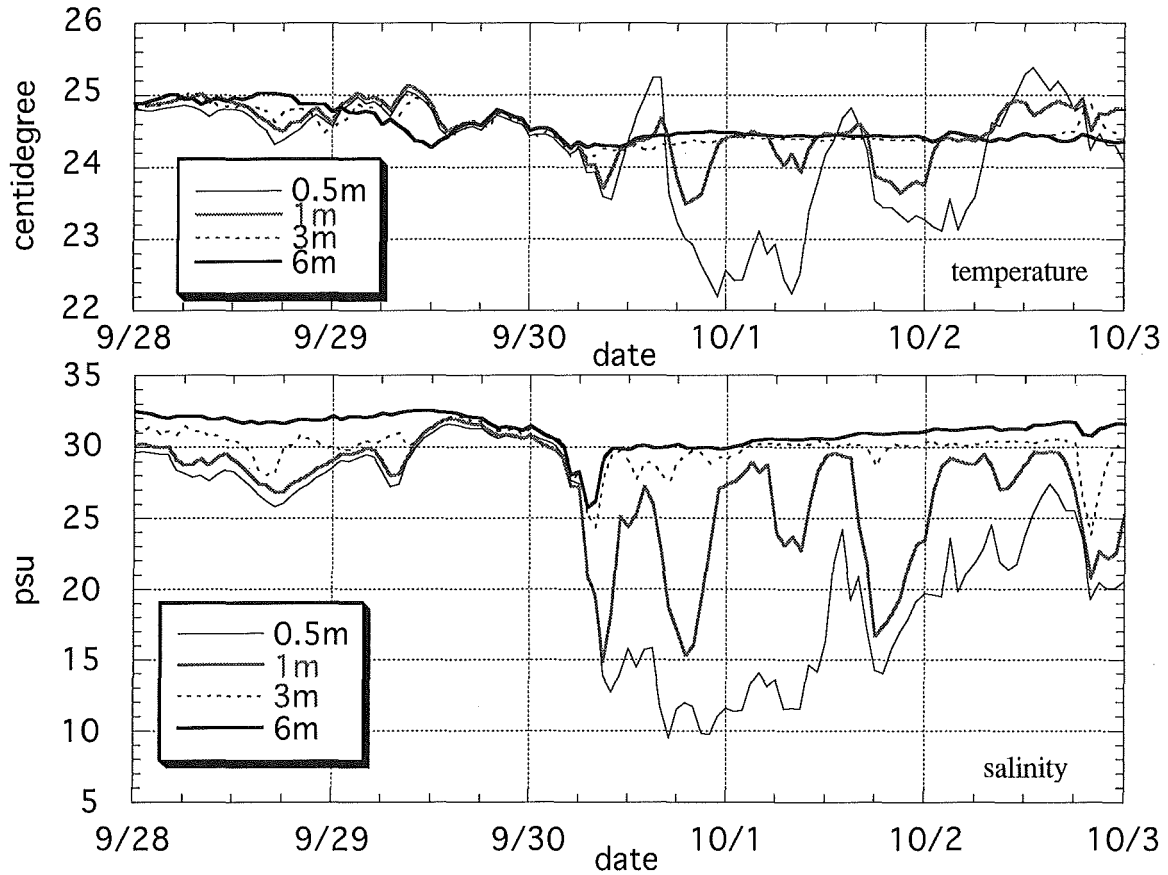


Fig. 5 Time variations of temperature and salinity at Sta. 2, from Sept. 28th to Octo. 2nd in 1994.

による低塩分水が流入したことにより塩分の値が急低下している。この急低下の際にも3m層では東向きの流れが強まっている。また、10月1日午前中の海底上2m層の塩分値の上昇時には弱いながらも西流が生じている。

湾奥の東部に位置するSta.2における9月28日から10月2日までの水温と塩分の時系列変化をFig.5に示す。この点では水深が浅いため海面下6mまでのデータしかないが、その6m層までは29日の正午過ぎに一様化が生じている。この一様化に関してSta.1と比較すると、水深は異なるもののSta.1では下層の塩分の値が低下して一様化が生じているのに対して、Sta.2では上層の塩分値が上がって下層と同程度の値になることにより一様化が生じていることである。

また、台風通過後のSta.2の海面下1m層の塩分の変動は潮汐の変動とよく一致し、高潮時に塩分が高くなり下層の値に近づき、低潮時に塩分が低くなっている。水温は塩分値が高くなるときに

は下層よりも高くなることもあり、この塩分値の変動は下層の水が上層に上がってくるような鉛直方向の運動ではなく、水平方向の運動、つまり、湾口の方向から水がやってくると塩分値が高くなり、湾奥から水がやってくると塩分値が低くなるというように、潮流による移流に伴うものと考えられる。したがって、この現象は塩分の強い水平勾配が海面付近に存在していたことを示唆しているものである。

4. 考察

今回観測された成層の崩壊では、伊勢湾のやや西側に位置するSta.1においては、下層の塩分値が低下して塩分値の一様化が生じているのに対して、東部のSta.2では上層の塩分値が上がって下層と同程度の値になることにより鉛直に一様化が生じていることと、Sta.1での水温塩分の変化は東西方向の流れの急激な変化を伴うことから、台風接近時の強い東南東～南東風により表面近く

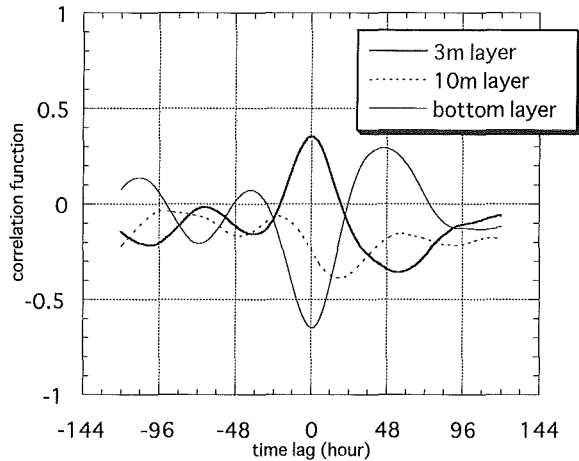


Fig. 6 Correlation between northwestward wind at Yokkaichi and northward current at Sta. 1.

の海水が伊勢湾の西部で下層に潜り込み、逆に東部で下層の海水が湧昇することにより生じたものであると考えられる。

伊勢湾での観測は1994年9月20日から12月2日まで実施したものである。Fig. 6はその約70日間のSta. 1での観測データの25時間平均値について、流れの北方成分と四日市における風の北西-南東方向の成分との相互相関を示した図であるが、これを見ると海面下10m層の流れは風と相関がほとんど無いことがわかる。一方、台風による強風時にはFig. 2に見られるように10m層では風に対して正の応答をして北向きの流れが発生してい

る。したがって、強風時の風に対する応答は通常の状態とは異なっていることがわかる。今回観測された成層の崩壊は水深30mに近い伊勢湾としては深い地点でも表面付近にあった海水が海底まで到達しているものであり、海域の環境や生物生産に多大な影響を及ぼす現象である。したがって、強風時における現象の効果を評価する必要があるが、検討にあたっては、通常と違うレジームにあるということを十分認識しなければならないと考えられる。

本稿では、台風通過時の観測データの紹介にとどまり、成層の崩壊と再成層化のメカニズムについての検討を行うことはできなかったが、上にも記したとおり、この強風にもなう海況変化は沿岸海域の環境に多大な影響を及ぼすものであり、今後さらに検討を要する課題であると認識している。

参 考 文 献

- 藤原建紀, 高杉由夫, 肥後竹彦: 成層状態の内湾に風が起こす現象, 沿岸研究ノート, 27, 1, 38-46, (1989)
 気象庁: 全国検潮速報, 第4集, 第21号, (1994)
 気象庁: 台風経路図 (平成6年), (1995)