

北陸・新潟付近の沿岸流について (1984年秋の観測から)

相浦圭治 : 沿岸調査課

中能延行 : 第四管区水路部

Coastal Current in the Adjacent Sea to Niigata in 1984 Autumn

Keiji Aiura : Coastal Surveys and Cartography Div.

Nobuyuki Nakano : 4th R. M. S. Hq., Hydro. Dept.

1. まえがき

海上保安庁水路部では、科学技術庁研究振興調整費による「海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究」の一環として、昭和56年度より日本海沿岸において沿岸流調査を実施している。昭和59年度は、「北陸沿岸地域における水塊の季節変動調査」として、新潟沿岸を対象とした沿岸流の変動調査を実施した。また、沖合の海流（対馬暖流）と沿岸流との関係を調べるため、八管区及び九管区水路部によって、この観測と前後して海流観測が実施された。ここでは、これらの観測結果を他の機関が調査した気象、海象資料を参考にして取りまとめ、佐渡海峡付近の海況と沿岸流との関係について考察したので、観測結果の概要と共に報告する。

2. 観測の概要

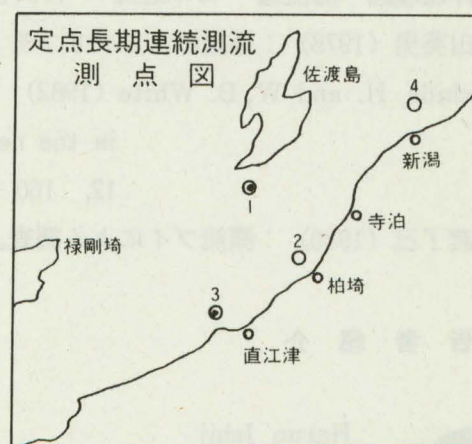
昭和59年10月29日から11月18日の作業期間に、水路部測量船「海洋」によって、測点図（第1図）に示す○印の点の海面下10mに、◎印の点の海面下10mと50mに磁気記録式流速計（MTC）又は自記式流向流速計（アーンデラ）を設置し、沿岸流と水温の連続観測を実施した。また、佐渡島小木沖では、11月10日にXBTによる水塊分布調査を実施した。

3. 資料整理の概要と流れの概況

水路部では外洋性沿岸域の流れを沿岸流と定義づけ、一般的に内湾域で卓越している潮流、外洋での海流と区別している。また、沿岸流は潮流と海流とが複雑に組合わされたもの

と言えるが、そのほか地形や気象要素も流れに影響を与えていると考えられている。沿岸流の周期性や定常性については不明な点が多く、観測海域毎に海流や風等と関係付け、その解析を行っているのが現状である。

北陸沿岸地域の佐渡海峡付近の沿岸流については、今回の観測で得られた資料と海流、水温、潮位と風等との間にどのような関係があるか考察してみた。参考にこの海域の沿岸流にどの程度潮流周期成分が含まれているかを知るため、15昼夜潮流調和分解を行ったが、その結果はいずれも潮流周期成分は小さかった。し

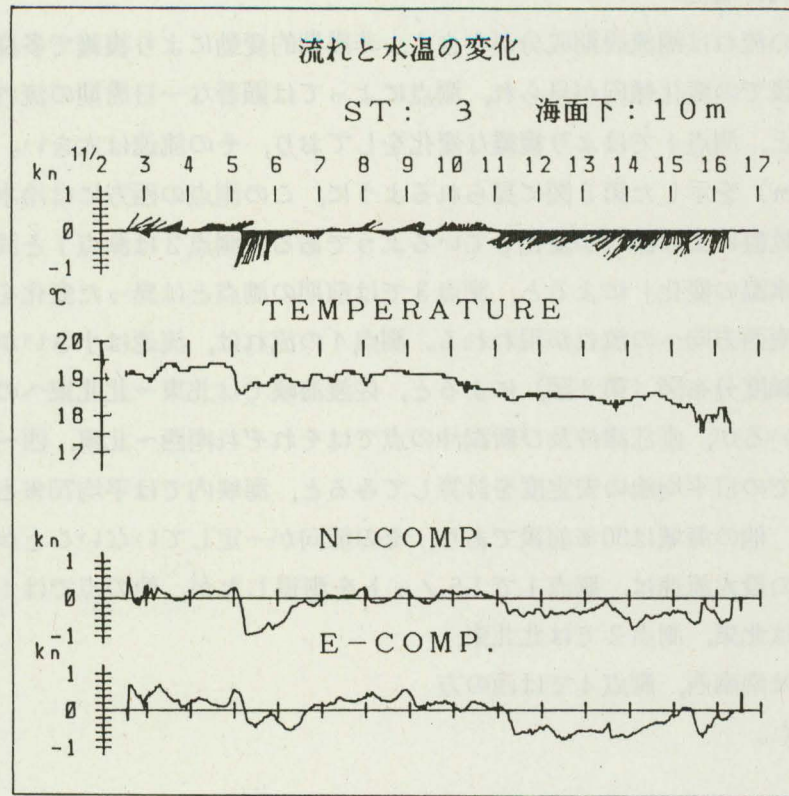


第1図 測点図

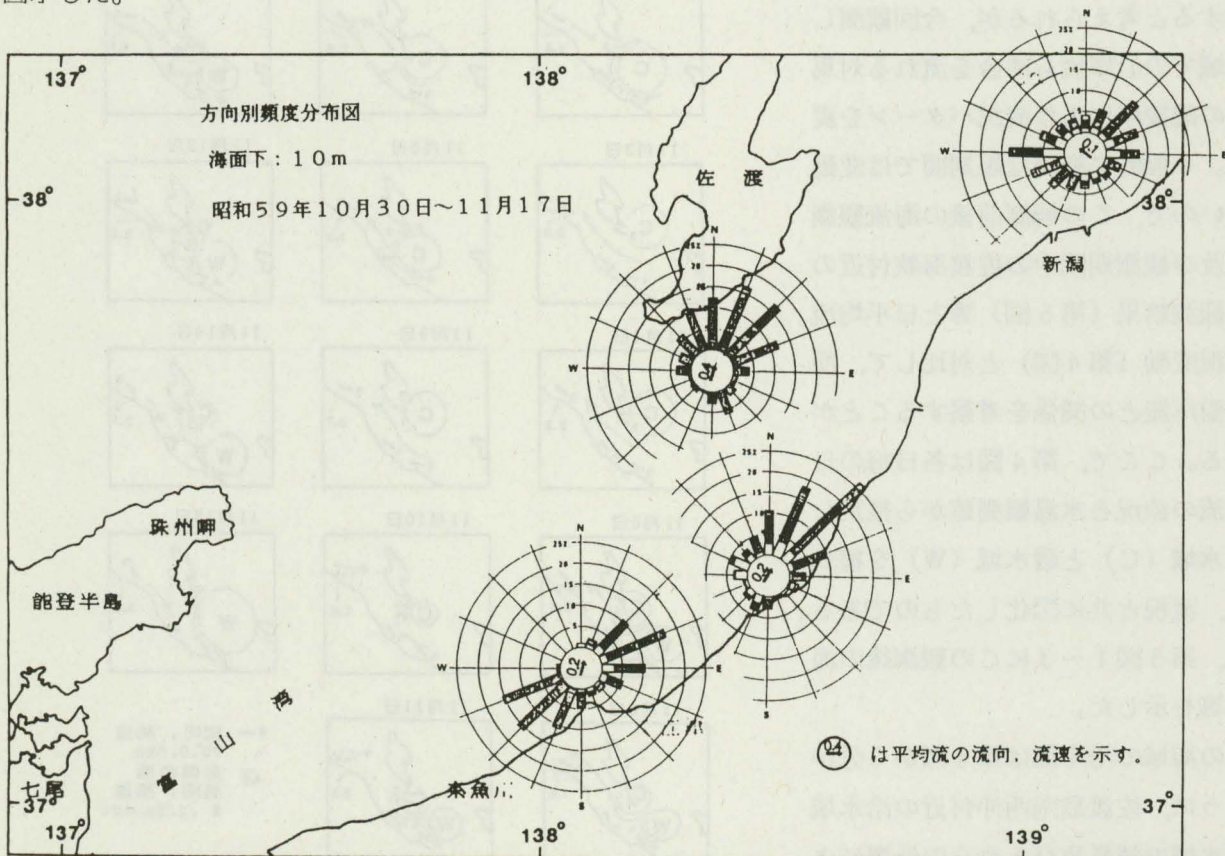
たがってこの海域の沿岸流の解析には微小な潮流成分を無視し、日平均流を主体とした統計的な手法で行った。

(1) 資料整理の概要

沿岸流の観測資料は、潮流観測の資料整理を行う通常の方法で処理した。資料処理の後、流れと水温の変化や相互関係を調べるため時系列変化を図化し、測点3（海面下10m）を第2図に示した。また、各測点において、どの方向の流れが多く出現するのか知るため方向別頻度統計を行い、第3図に方向別頻度分布図として図示した。



第2図 流れと水温の変化



第3図 方向別頻度分布図

(2) 流れの概況

各測点の流れは潮流周期成分が小さく、非周期的変動により複雑で多様な変化をしているが、全測点で2～4日前後での変化傾向が見られ、測点によっては顕著な一日周期の流れが現われる。各測点での流れの特徴を見ると、測点1ではより複雑な変化をしており、その流速は大きい。観測期間中の水温水平分布図（海面下100m）を示した第5図に見られるように、この測点の西方には冷水域があり、推測ではあるが、その大きさや位置により流れが変化しているようである。測点2は測点1と同じような変化をしている。第2図「流れと水温の変化」によると、測点3では前期の測点とは異った変化をしており、この点は暖水域の影響を受け、南西方向への流れが現われる。測点4の流れは、流速は小さいが複雑に変化している。

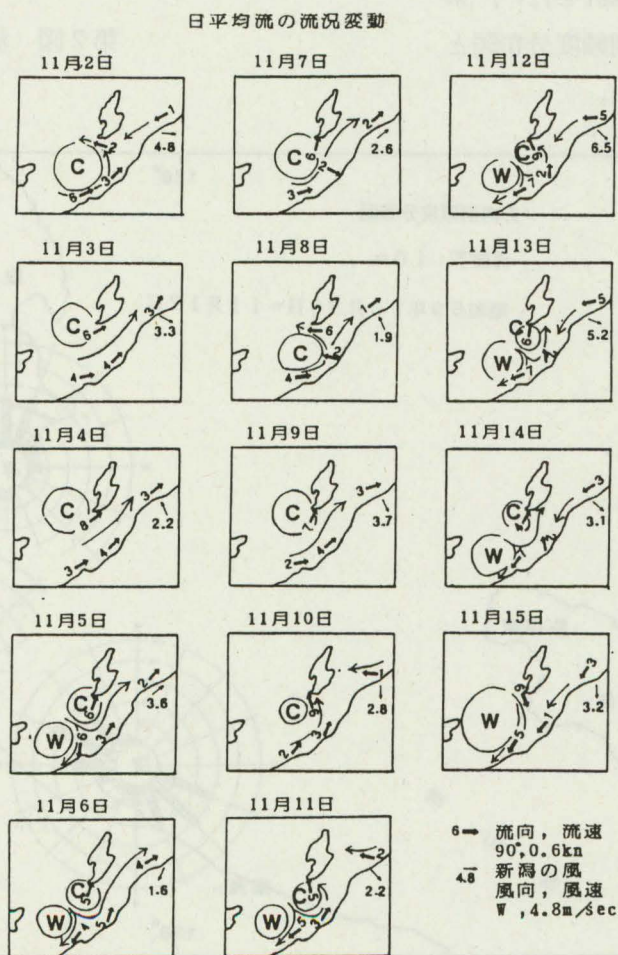
方向別頻度分布図（第3図）によると、佐渡海峡では北東～北北東への流れが卓越し、略一方向への流れとなっているが、直江津沖及び新潟沖の点ではそれぞれ南西～北東、西～北東の二方向への流れとなっている。各点での日平均流の安定度を計算してみると、海峡内では平均70%と高く、日平均流は安定した方向へ流れるが、他の海域は30%前後であり、その流向が一定していないことが分かる。

各測点の最大流速は、測点1で1.5ノットを測得したが、他の点では1ノット前後であった。その流向は測点1では北東、測点2では北北東、測点3では南南西、測点4では西の方向であった。

4. 沿岸流と沖合海流について

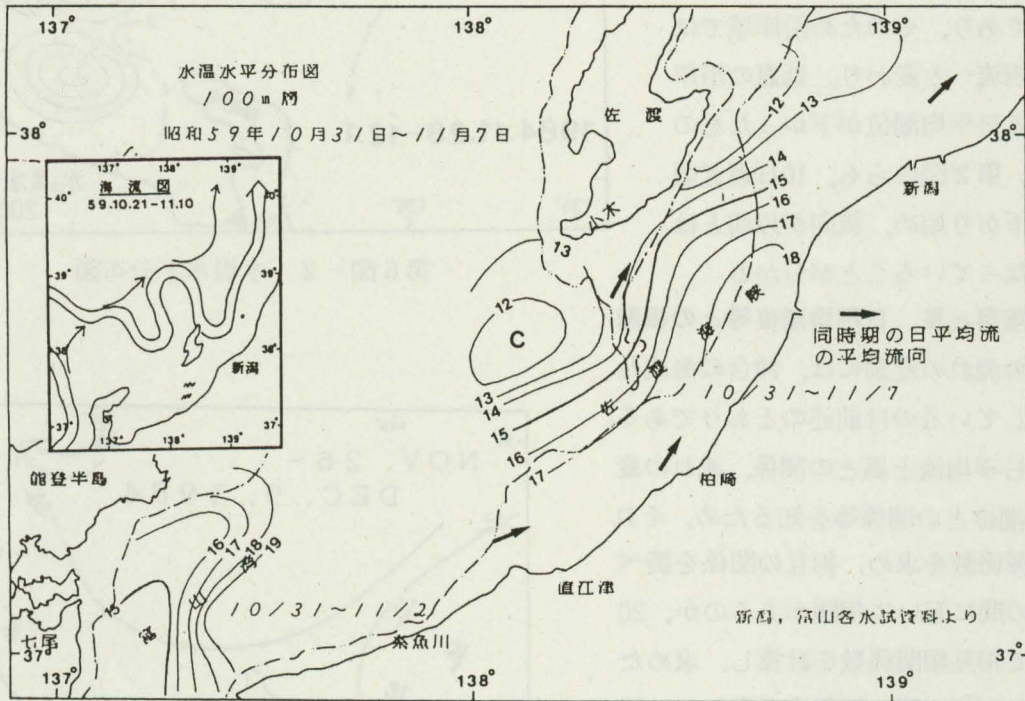
沿岸流は海流や風による影響を受け変動すると考えられるが、今回観測した海域での沿岸流も沖合を流れる対馬暖流の離接岸により流況パターンを変える。一般的に海流は短期間では変動しないので、この観測前後の海流観測結果及び観測期間中の佐渡海峡付近の水温観測結果（第5図）等と日平均流の流況変動（第4図）と対比して、海流と沿岸流との関係を考察することができる。ここで、第4図は各日毎の日平均流の流況と水温観測値から推定した冷水域（C）と暖水域（W）を模式化し、流況と共に図化したものである。また、第6図1～3にこの観測後の海流図等を示した。

この海域の沿岸流は第4図から分かるように、佐渡島南西沖付近の冷水域と暖水域の消長及びそれらの位置により、流況が変化するようである。即ち、



第4図 日平均流の流況変動

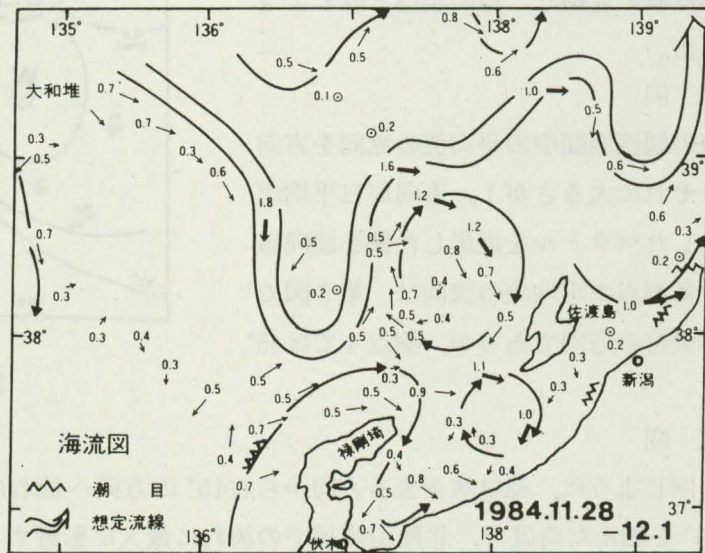
勢力の強い冷水域が佐渡島の南西にある場合、それを左回りする環流が発生し、海峡では北東流となる。この時期は、暖流の蛇行が接岸している状態から、第5図のように暖流が離岸しても冷水域が切離して残り、推測ではあるが、暖流の沿岸分枝により発生すると思われる暖水域（第6図1～3）との関係で流況は変化している。一方、冷水域が移動（第6図-3）し、暖水域が大きくなると右回りの環流により、海峡では南西流となる。ここで、第6図は暖水域の発生や冷水域の移動過程を表わすものとして、時期は異なるが、引用したものである。



第5図 水温水平分布図

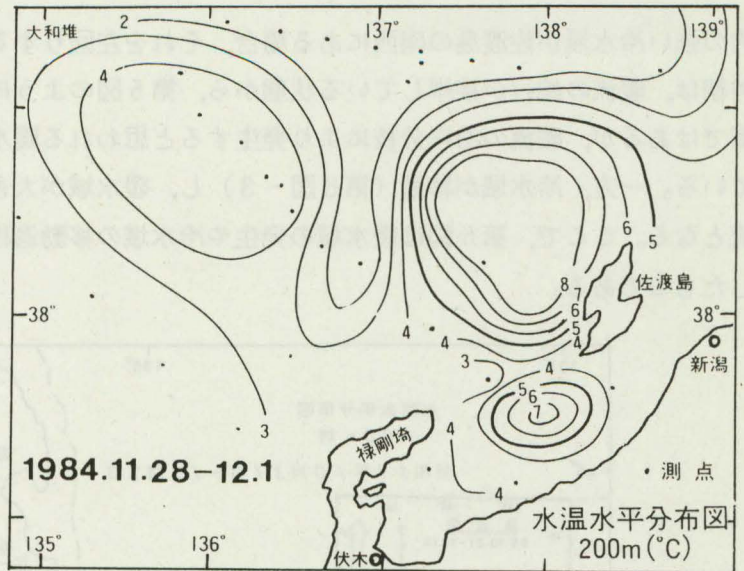
5. 沿岸流と日平均潮位について

潮位と海流との関係についての研究は十分に行われ、両者に相関があることが分かっている。ここでは、海流の変動が日平均潮位の変化に現われることから、沿岸流の変動に対応した変化もあると考え、佐渡海峡の南部にある柏崎の日平均潮位（第7図）の変化と沿岸流との関係を調べた。柏崎観潮所の日平均潮位は11月13日頃から月平均潮位より低くなり、それが24日頃まで続いている。そこで観測期間中の日平均潮位が月平均潮位より高い期間と低い期間の流れがどのようにしているのか見ると、次のようである。流況を



第6図-1 海流図

大きく分けると前者の時には全測点で北東方向への流れであり、後者の時には測点3, 4では南西流, 測点1, 2では他の点より3~4日遅れて南下流となっているのが特徴である。潮位が下がり始めた時期は, 第4図によると, 冷水域が縮小し移動すると共に, 暖水域が大きくなり始めた頃であり, そのため沿岸域では北東流が南西流へと変わり, 低温の沿岸水が南下して日平均潮位が下がったものと思われる。第2図からも, 10日過ぎ頃から水温が下がり始め, 流向が以前とは逆の方向となっていることが分かる。



第6図-2 水温水平分布図

6. 観測項目と風, 日平均潮位等との相関

観測海域の流れの変動には, 沖合の海流及び風が寄与しているのは前述のとおりである。ここでは, 日平均流と風との関係, 流れの変動と日平均潮位との関係等を知るため, それらの間の相関係数を求め, 相互の関係を調べる。それらの間に互いに相関があるのか, 20項目について相互相関係数を計算し, 求めた係数からそれぞれの間の関係を考察した。風については日平均風向が無いので最大風速の風向を使用し, 流向と共に次に述べる方法で一軸上の数値に変換し, 他の項目と同じように処理した。

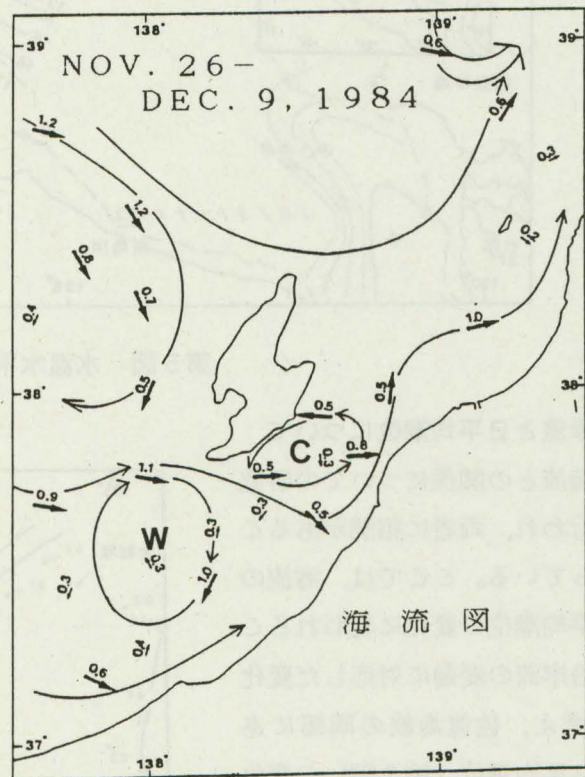
(イ) 流向

各測点の観測期間中の平均流の流向を方向軸とし, それに大きさが1, 方向が日平均流の流向としたベクトルを投影した値を流向値とした。各測点の平均流の流向は, 第3図の小円内の矢符の方向であるが, 測点4では45°とした。

(ロ) 風向

外洋と同じように, 風は吹き去る方向から右45°の方向へ流れに影響すると仮定し, 毎日の風向を反転し, それに45°を加えた角度で, 北陸沿岸域での流れに最大に影響と思われる方向軸(45°)に投影し, 流向と同じ方法で計算して風向値を求めた。(例) 風向225° → 0.71

その結果を相関係数行列として第1表に示す。ここでは関係を検討するにあたり, 乱暴な決め方であるが,



第6図-3 海流図

係数の絶対値が0.5を越えるものを相関が高いとした。

(1) 長期測流点間の相関
相関係数から見た長期測流点間の関係は次のとおりである。

(イ) 二層測流点の上下層の流向、流速は、それぞれ相関が高く、上下層の流れは相似している。

(ロ) 測点1と2の流向は、比較的相関が高く、海峡内では一様な方向に流れている。

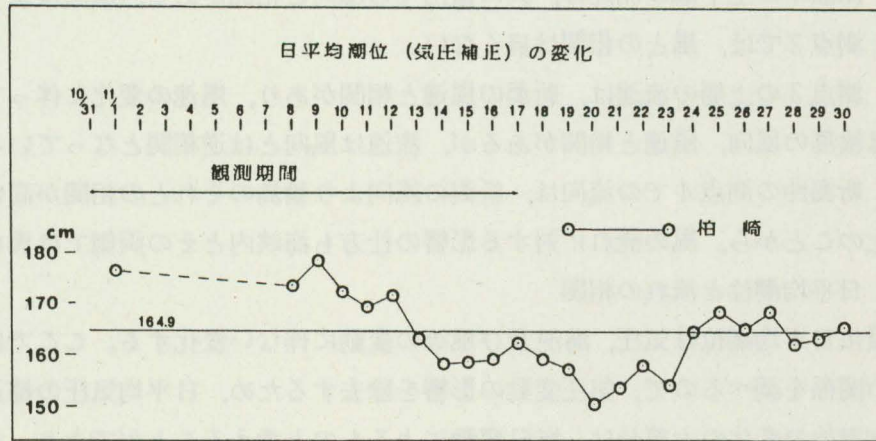
(ハ) 測点2と3の上層では、それぞれの流向と流速に相関があり、流向によって流速が増減することが分かる。しかし、その関係は異なり、測点2は北方向への流れが強く、測点3では逆に南方向への流れが強い。

(ニ) 測点4の流向と測点3の流速、特に下層のそれとが高い逆相関となっている。これは測点4の流向が北東方向であれば測点3の流速は小さく、逆に測点3の流速が強い時は、測点4では南西流が現われることを意味する。

流向、風向の処理方法に問題が残るが、以上のことを第4図等と比較してみると、上下層測流点の流向は一樣に変化しており、流速は上層が多少強くなっている。海峡の両端にある測点1、2では略同じ方向へ流れ、測点3、4は共に北東方向には弱く、南西方向には強くなっている。このように、この海域の流れの特徴は、海峡内とその両側では流れの性格が異っていることである。

(2) 風と流れの相関

この海域の流れに影響を与えると考えられる輪島、富山、新潟の風と流れとの関係は次のとおりである。



第7図 日平均潮位の変化

第1表 観測項目間の相関係数

観測項目				観測項目			
1	St. 1	海面下: 10m	流向	11	St. 4	海面下: 10m	流向
2	"	"	流速	12	"	"	流速
3	St. 1	海面下: 50m	流向	13	輪島		風向
4	"	"	流速	14	"		風速
5	St. 2	海面下: 10m	流向	15	富山		風向
6	"	"	流速	16	"		風速
7	St. 3	海面下: 10m	流向	17	新潟		風向
8	"	"	流速	18	"		風速
9	St. 3	海面下: 50m	流向	19	柏崎		日平均潮位
10	"	"	流速	20	新潟		日平均気圧

1	1.00	0.27	0.89	0.28	0.73	0.35	-0.05	-0.09	-0.14	-0.05	0.29	0.40	0.18	-0.25	0.31	-0.06	-0.03	0.01	0.13	0.50
2	1.00	0.02	0.60	-0.04	0.11	0.20	-0.55	0.14	-0.48	0.50	0.33	-0.33	-0.24	-0.57	0.15	0.17	-0.12	0.05	0.14	
3	1.00	0.33	0.80	0.47	0.02	0.05	-0.10	0.17	0.04	0.28	-0.05	-0.01	0.26	0.05	-0.10	0.20	0.21	0.49		
4	1.00	0.37	0.28	0.53	-0.35	-0.41	-0.25	0.39	-0.13	0.20	-0.20	0.50	0.20	0.36	-0.02	0.42	0.25			
5	1.00	0.67	0.11	0.06	-0.03	-0.03	0.22	0.10	0.18	0.00	-0.16	0.16	-0.17	-0.11	0.16	0.46	0.43			
6	1.00	0.29	-0.41	0.30	-0.36	0.50	-0.09	0.49	-0.24	0.11	0.06	0.01	-0.28	0.79	0.14					
7	1.00	-0.64	0.79	-0.38	0.33	-0.56	0.21	-0.29	0.16	-0.13	0.35	-0.16	0.69	-0.17						
8	1.00	-0.43	0.83	-0.50	0.39	-0.41	0.47	-0.12	-0.02	-0.06	0.63	-0.50	0.27							
9	1.00	-0.44	0.53	-0.45	0.36	-0.17	0.25	-0.01	0.55	-0.16	0.65	-0.27								
10	1.00	-0.82	0.34	-0.68	0.38	-0.20	-0.21	-0.33	0.77	-0.37	0.20									
11	1.00	-0.16	0.87	-0.36	0.31	0.17	0.54	-0.53	0.56	-0.05										
12	1.00	-0.16	0.16	0.28	-0.07	-0.36	0.44	-0.50	0.56											
13	1.00	-0.36	0.35	0.06	0.62	-0.55	0.44	0.13												
14	1.00	-0.18	0.70	-0.18	0.65	-0.11	0.06													
15	1.00	0.03	0.48	-0.13	0.01	0.48														
16	1.00	0.02	0.16	0.09	0.08															
17	1.00	-0.21	0.29	-0.02																
18	1.00	-0.16	0.16	0.32																
19	1.00	-0.10	0.10																	
20	1.00																			

(イ) 測点1の上下層の流速は、共に富山での風向と相関があり、風向により流速が異なる。

(ロ) 測点2では、風との相関は良くない。

(ハ) 測点3の上層の流速は、新潟の風速と相関があり、風速の変化に伴って流速が増減する。下層の流向、流速は輪島の風向、風速と相関があるが、流速は風向とは逆相関となっている。

(ニ) 新潟沖の測点4での流向は、新潟の風向より輪島のそれとの相関が高い。

以上のことから、風の流れに対する影響の仕方も海峡内とその両側では異なることが分かる。

(3) 日平均潮位と流れの相関

一般に日平均潮位は気圧、海況及び風等の変動に伴ない変化する。ここでは、柏崎の日平均潮位と海況変動との関係を調べるので、気圧変動の影響を除去するため、日平均気圧の補正を行って処理した。従って、日平均潮位の変化の大部分は、海況変動によるものと考えることができる。そこで、流れと潮位の相関を見ると次のようである。

(イ) 測点1の流向、流速は共に日平均潮位と相関はない。

(ロ) 測点2の流速は、日平均潮位との正の相関が比較的高い。

(ハ) 測点3の上下層及び測点4の流向は、日平均潮位との正の相関があるが、流速は負の相関となっている。

以上のことから、次のようなことが分かる。測点1の流れの変動は日平均潮位の変化として現われない。測点2では日平均潮位が高くなれば流速が大きくなる。測点3、4の流れは日平均潮位が高ければ略北東方向へ、低いときは逆へ流れる。流速は日平均潮位が低いとき大きく、高ければ小さくなる。

7. まとめ

この観測では、北陸沿岸地域の沿岸流を解明するのに十分な量のデータを取得することができなくて、観測結果の考察には推定した部分が多く、考察結果に矛盾する点があることも考えられる。しかし、今までに述べてきたように沿岸流は沖合を流れる海流や風に影響され、その変動が日平均潮位の変化として現われることが確認され、さらに佐渡海峡とその両側の海域では海況変動の仕方が異なることが分かった。このように、測流点、同時期の水温及び海流観測資料が少なかったが、この海域の沿岸流の概略を把握することができた。

また、今回の測流結果を検討するにあたり、他の海象、気象の項目の重要性を痛感した。さらに、今後の観測において沿岸流を総合的に判断するためには、前述のように測流と同時に他の海象及び気象の観測も必要であると思われる。

報告者紹介



Keiji Aiura

相浦 圭治 昭和61年3月現在、
本庁水路部沿岸調査課沿岸調査官



Nobuyuki Nakano

中能 延行 昭和61年3月現在、
第四管区水路部水路課専門官