

# 川内沖における流れの特性について

仲村 俊敏

## はじめに

陸奥湾東部(以下東湾と略称する)の流れは巨視的にみた場合、左回りの環流となる。すなわち大島沖から野辺地へ流入した西湾水あるいは、湾口部から流入した外海水は野辺地側から北上し川内沖を経て脇野沢へいたる径路をとるとされている。しかしながら右回りの小規模な渦流の存在もしばしば指摘されており、<sup>(1)(2)</sup>流れの詳細については不明な点が多い。東湾の流れはブイロボットなどによる過去の測流結果をみると全般に弱勢であり $10\text{ cm/sec}$ を越えることは少ない。このように流れが弱勢であることにより流況特性の把握がさらに困難となっている。東湾の左回りの環流には地球自転の偏向力や東西方向に卓越する季節風などが関与するものと思われるが、このような要因がさらに微細な流れの構造をも支配している可能性がある。流れはいうまでもなく物質分布を決定づける重要な要因であり、海況変動を把握するうえで流れの詳細を知ることは必須の条件となる。事実、東湾での水温変動に風によって起こされたとみられる水の運動が関与している可能性が指摘されている。<sup>(3)</sup>

本報告は東湾での流れの詳細を把握するため、川内ブイにおける測流結果をいくつかの方法で解析することを試みたものである。今後このような試みは解析法などの改良を重ねたうえで湾内全てのブイの測流結果に適用されるべきものである。

資料はNo.3ブイ(川内)における昭和50年12月28日から51年2月6日までの $15\text{ m}$ 層と $30\text{ m}$ 層の測流結果である。この期間を解析に用いたのは特に理由はない。ブイによる流速測定はきわめて不安定で欠測あるいは異常値の出現が多い。したがって長期にわたって安定した結果の得られているこの期間を解析に用いた。ブイの流速計の精度は流速 $0.5\text{ m/sec}$ 以内で $\pm 0.03\text{ m/sec}$ となっており測流結果のほとんどは誤差の範囲内に入ってしまう。しかし、流れの解析の重要性を考慮し、ここでは精度の問題は無視して統計的な解析を行うことにより、大まかな流況特性を把握することを試みた。

種々の統計計算には青森県総務部電子計算課の御助力をいただいた。

なお、観測位置については「陸奥湾における水温変動-I」(本誌)を参照されたい。

## 流れと風の関係

図1に毎日の流れの平均他を41日間にわたって示した。これは毎時の資料から、スカラー平均、ベクトル平均、ベクトル平均の方向、南北成分、東西成分を日平均で算出したものである。ここで日平均をとったことは特に意味はない。しかし、潮汐の影響の明確でない東湾の流れに潮汐周期平均をとるのは意味がない。また慣性振動についても明確にされていないので慣性振動周期の平均をとるのも意味はない。そこで、ここでは習慣に従って、さらに習慣に従うということは直観的にわかりやすいという意味も含めて日平均を採用した。また風の資料は川内での午前9時測定資料を用い、東西成分と南北成分に分解して図中の点線で示した。この場合風速の単位は $\text{m/sec}$ 、流速の単位は $\text{cm/sec}$ となっている。また風については流れとその方向を合わせるために、風の吹き去る方向を風向として処理したために実際の風向とは $180^\circ$ 異なるので注意されたい。流れ、風とともに南北成分では北向きで正、東西成分で

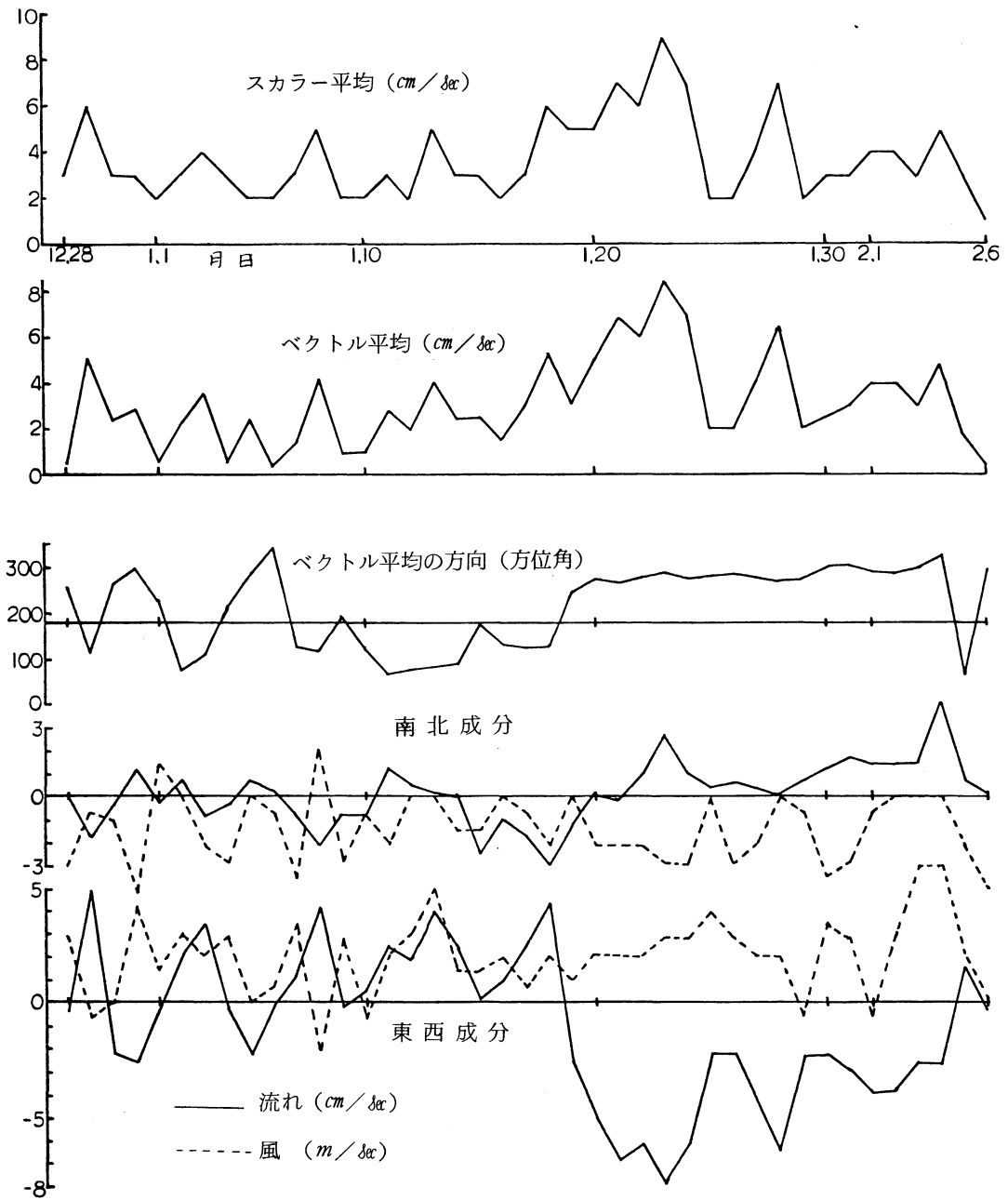


図1-a 日平均流速他15m層

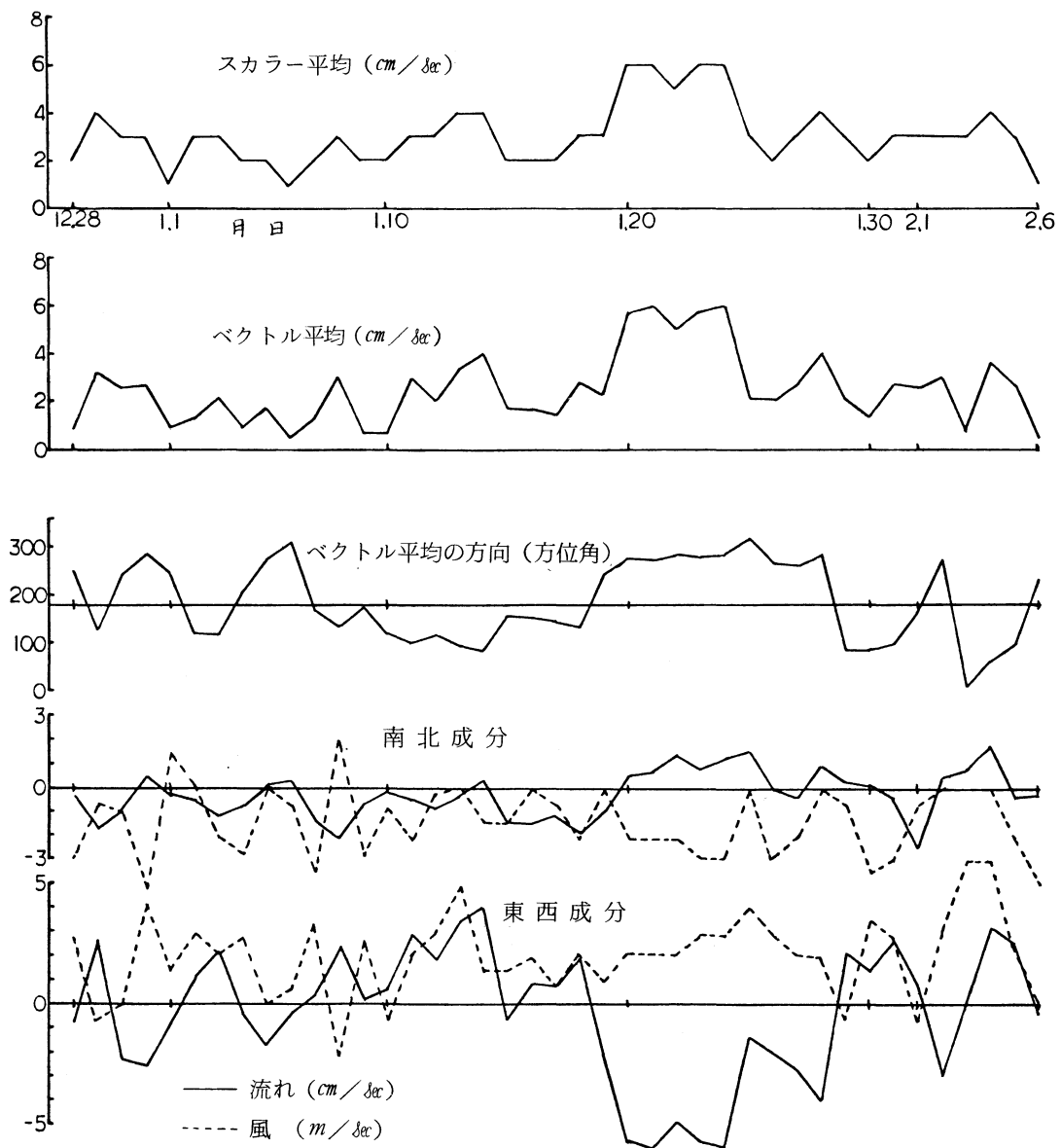


図 1-b 日平均流速他 30 m 層

は東向きで正としある。したがって風の南北成分で負となっているのは実際の風向は北となる。

スカラー平均流速では1月20日前後に比較的大きな値が得られており、この傾向は15m層、30m層とも同様であり、ベクトル平均流速も同様の傾向を示している。

ベクトル平均の方向は南東から北西へ、日毎の変化が大きく不安定である。しかし、1月20日以降は一時的に西向きに安定しており、この時期に何らかの規模の大きい外力が作用したことを示唆している。

流れの東西、南北成分は風の東西、南北成分と合わせて示した。風との関係は必ずしも明瞭になっていない。しかし、1月20日以降に北西風が卓越すると同時に西向きの流速成分が大きく現われており、流れが風によって影響を受けていることが予想される。また、15m層の流れは30m層に比べて相対的に強勢であることがわかる。

風と流れの関係をみるために図2に累積風程、流程曲線を示した。これは風や流れの東西、南北成分について相次ぐ2日間を平均し、それを累積したもので、これに秒で測った1日の時間をかけると12月28日0時を起点とした累積の流程、風程が流程についてはcmで、風程についてはmで算出できる。

この図の特に東西成分をみると、流れは1月20日頃までは風に対して順な関係にあるが、短い期間には逆の関係を示すこともあり、両者の関係は必ずしも良好とはいえない。しかし1月20日頃から両者の関係は逆になっており、風の吹き去る方向と流れの方向が逆になっていることを示している。

このようなことから風が流れを支配する主要な要因のひとつと考えられるので、このような事情をより詳細にみるため、表1、2に風と流れの東西、南北成分の相関係数、平均、標準偏差を計算して示した。風の南北成分に対して有意な相関を持つものはない。風の東西成分に対しては15m層、30m層の両層とも南北成分が有意な相関を持ち、これは有意水準1%で有意とみなすことができる。通常北半球での風による水の輸送は、風の吹き去る方向より右90°にズレるので、前記の結果は、この裏付けとなっている。一方、この東西成分に対し、流れの東西成分は有意な相関を持たず、前述した風と流れの累積風程、流程曲線から期待される結果とはなっていない。これはおそらく風と流れの関係が良好となっていない期間も含めた資料で計算を行ったためと解釈され、比較的強い風が継続して吹いた場合は両者に良好な相関が現われることが期待できる。15m層と30m層の2層間の流れの成分については、15m層の南北成分と、30m層の東西成分の間のみ有意な相関はなく、他はすべて有意な相関がみとめられる。流れの南北成分と東西成分の間には一方が強勢となると一方が弱勢となるといった関係がある。こ

表1 風と流れの相関係数行列

	風北分	風東分	15 m 北分	15 m 東分	30 m 北分	30 m 東分
風 北分	1.00					
風 東分	-0.23	1.00				
15m北分	-0.12	0.49	1.00			
15m東分	0.22	-0.18	-0.53	1.00		
30m北分	-0.12	0.49	0.65	-0.63	1.00	
30m東分	0.22	-0.05	-0.11	0.81	-0.46	1.00

表2 平均と標準偏差

	平均	標準偏差
風 北分	-1.38	1.476
風 東分	2.04	1.777
15m北分	0.001	0.013
15m東分	-0.010	0.034
30m北分	-0.003	0.010
30m東分	-0.004	0.028

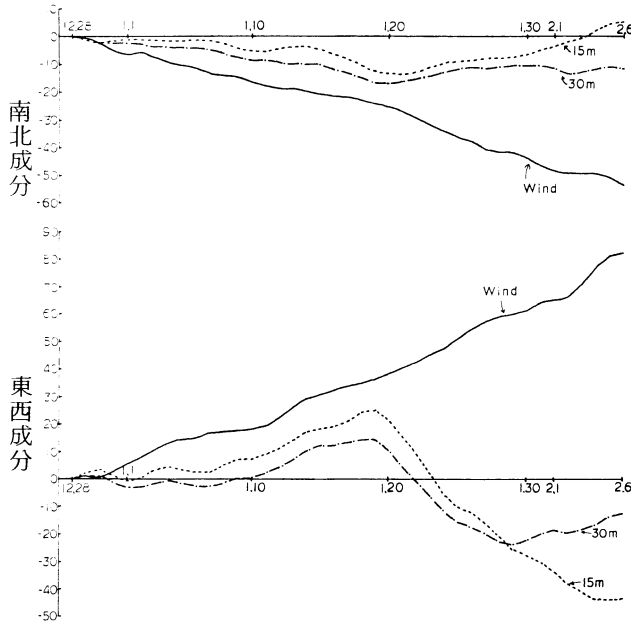


図2 累積風程、流程曲線

これは強い流れは南北、あるいは東西のいずれかの方向に起こることを意味するが、平均値の状況からみて、15m層では東西方向へ、30m層では南北、東西、いずれかの方向へ起こることと思われる。風の場合も同様な傾向はみられるが、相関係数は有意なものではなく、流れの場合に比べ明瞭となっていない。

### 流れの統計的特性

これまでは主として流れと風の間関係を述べた。しかし、流れを支配する要因としては風だけではないこともまた明らかである。そこで、ここでは統計的手法により流れの特性を記述することを試みた。資料は41日間の毎時の測定値を用いた。

図3に15m、30m層の流れの東西、南北成分のパワースペクトルを示した。両層とも東西成分のエネルギーレベルは南北成分のそれを上まわっている。これはNo.3ブイの位置では等深線がほぼ東西に延びていることを考えれば当然の結果といえよう。両層の東西成分には半日周期に鋭いピークが現われているが、日周期には鋭いピークがない。一方南北成分では日周期、半日周期のいずれの周期にもピークはない。したがって川内沖での潮汐は半日周期が卓越し、それによる水の運動は東西方向に直線状に生じるものと思われる。慣性振動の周波数帯では南北成分と東西成分のエネルギーレベルが逆転しており、さらに30m層では東西

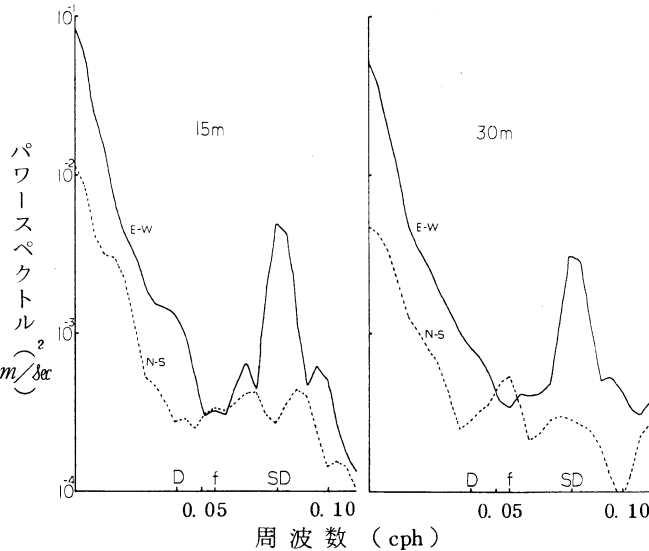


図3 流れのパワースペクトル

成分には極小が、南北成分には極大が現われている。このことから慣性振動の影響は30m層に現われ、その運動の方向は南北方向となることがわかる。日周期周期以上の長周期成分では東西成分のエネルギーレベルは南北成分のそれを常に上回っている。しかし、エネルギーレベルの差は半日周期周期の場合より著しくない。

## 要約と今後の課題

- (1) 川内沖の流れは弱勢で、その流速は $10\text{cm}/\text{sec}$ を越えることは少ない。30m層に比べて15m層で相対的に強勢である。
- (2) 東湾では東西方向に卓越する風の影響でエクマントランスポートを生じ、南北断面での水の循環が起こる可能性がある。これが東湾の水温変動に現われる比較的短い周期性<sup>(3)</sup>の原因になっているものと思われる。
- (3) 川内沖での流れには半日周期が明瞭に現われる。これは東西成分の流れにのみ現われ、南北成分の流れには現れない。この傾向は15m層、30m層にともに共通している。さらに日周潮周期にはエネルギーピークはなく、エネルギーレベルも半日周潮周期のそれに比べて低い。このようなことから、川内沖の流れには半日周潮期が卓越し、それによる水の運動の方向は、ほぼ東西になることが推定できる。
- (4) 慣性振動の影響は30m層の南北成分に現われる。しかし、エネルギーレベルは相対的に低いので、全体として東西方向への水の流れの流軸が、慣性振動周期での南北方向へのズレとして現われるのであろう。
- (5) 本報告には回転スペクトルの計算結果は述べなかった。これはデータのもつ統計的な特性により、信頼し得る結果が得られなかったためである。また、図1a、bから明らかのように、データに明瞭なドリフトが現われているが、このような場合のデータ処理にも工夫が必要である。今後このような点を解決し、さらに詳細に流れの構造を調べる必要がある。このような解析方法を他のブイロボットの流れ測定データに適用することにより、陸奥湾の流れについて詳細に知ることができるものと思われる。

## 参 考 文 献

- (1) 大谷清隆・寺尾豊光(1973):むつ湾の海洋構造 北大水産彙報 Vol 24 No.3 PP100-131
- (2) 梶原昌弘・井上直一(1973):むつ湾水質環境調査報告書 環境庁
- (3) 仲村俊毅(1980):陸奥湾における水温変動-I-時間領域でのブイの相互関係-本誌第9号
- (4) 青森県・青森地方気象台:青森県気象月報