

川内沖における流れの特性 II

—流速変動の細部構造と渦動拡散係数の推定—

仲村 俊毅

はじめに

前報⁽¹⁾において、川内沖の流れの特性を主として風との関連から述べた。本報告は、前報に引続いて流れの統計的な特性を詳細に記述することを試みたものである。

統計計算処理にあたっては青森県総務部電子計算課の御助力をいただいた。

資 料

前報におけるものと全く同じく、No. 3 ブイ (川内沖) の昭和50年12月28日から51年2月6日までの15 m層と30 m層の測流結果である。前報における問題点のひとつとして、解析期間内にデータのドリフトがあることが挙げられた。そこで本報告では期間を次の二つに分けて解析した。

期間 I : 昭和50年12月28日から51年1月19日まで (データ数 552、23日分)

期間 II : 昭和51年1月20日から同じく2月6日まで (データ数 432、18日分)

ここで期間 I は風との関係が明瞭ではない期間であり、期間 II は逆に風との関係が明瞭となっていた期間であることは前報で指摘した。

流れの自己相関とパワースペクトル

表1に流れを東西成分と南北成分に分解して、平均と分散を示した。東西成分では東向きで正、南北成分では北向きで正である。期間 I と II では15 m、30 m層の各成分の符号が逆になっており、さらに期間 II の方が、相対的に流れが強勢であることがわかる。15 m層の分散値は期間 I で大きく、流向が不安

表1 流れの平均値と分散値

期 間 I	平均 (cm/sec)	分 散	期 間 II	平均 (cm/sec)	分 散
15 m 東西成分	1.04	10.92	15 m 東西成分	-3.73	9.92
南北成分	-0.59	3.34	南北成分	1.03	2.81
30 m 東西成分	0.58	7.18	30 m 東西成分	-1.63	14.44
南北成分	-0.78	1.89	南北成分	0.34	2.85

定であることがわかる。これらのことから期間 I で弱勢不安定、期間 II で強勢安定という流れの傾向を読みとることができる。前報で指摘したように期間 II の流れは風によって強い影響を受けている。

図1に流れの成分の自己相関係数を示した。期間 I の15 m層東西成分には明瞭な半日周期の変動が現われている。30 m層の東西成分にも半日周期成分が現われているが、やや乱れた型をしている。この周

期成分の出現は半日周期の潮汐によるものであろう。流れの南北成分には特に明瞭な周期成分はみられない。一方期間Ⅱでは15m、30m両層ともに、流れの東西成分に強い傾向変動が現われており前述した流れの傾向を裏付けている。

流れの統計的特性を、さらに詳細に把握するためにスペクトル解析を行った。図2-1、2-2にそ

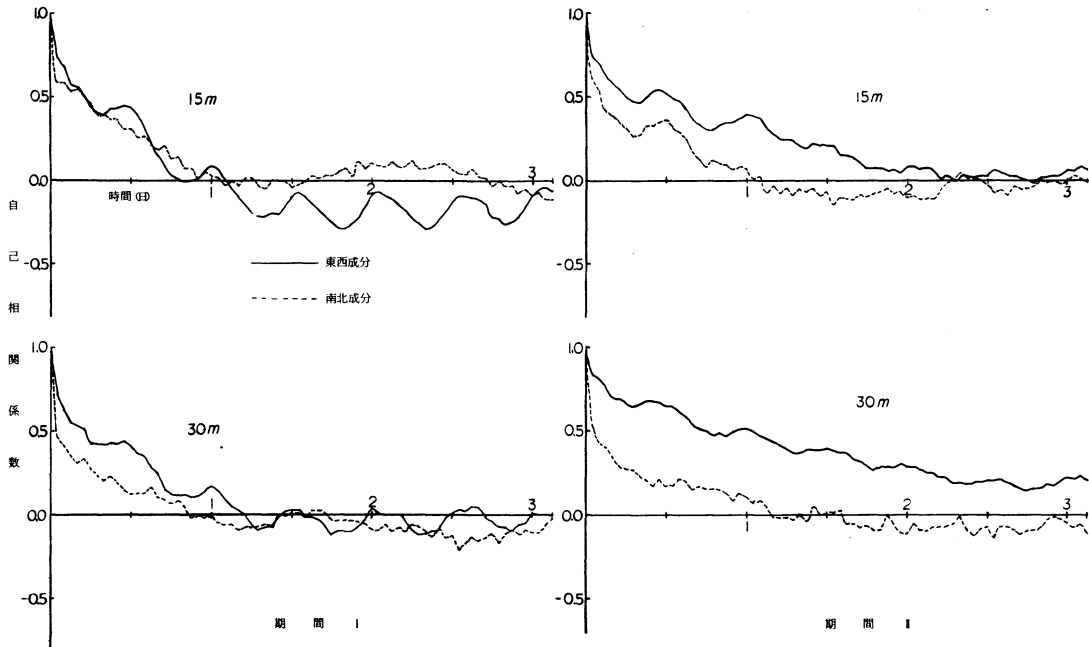


図1 流れの自己相関係数

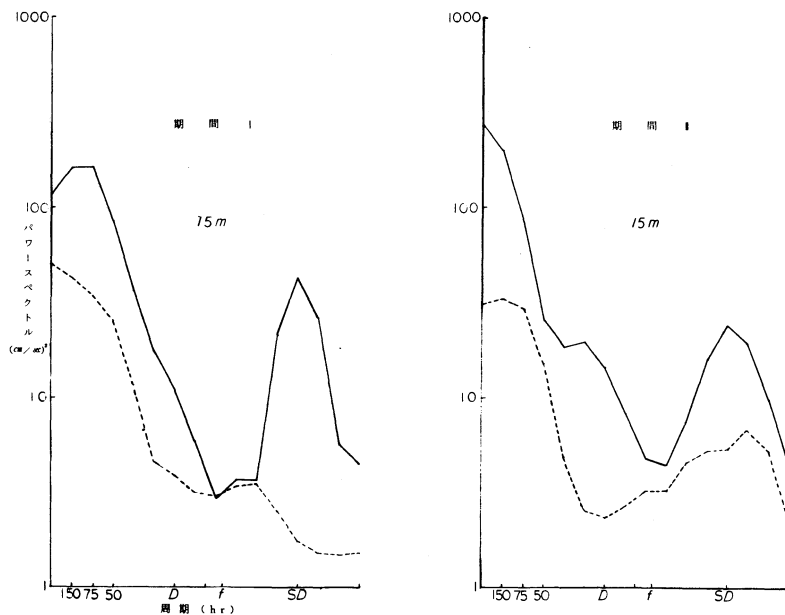


図2-1 流速成分のパワースペクトル

の結果を示した。なお計算は *Blackman - Tukey* 法を用い、*Hanning* のスペクトルウィンドーにより

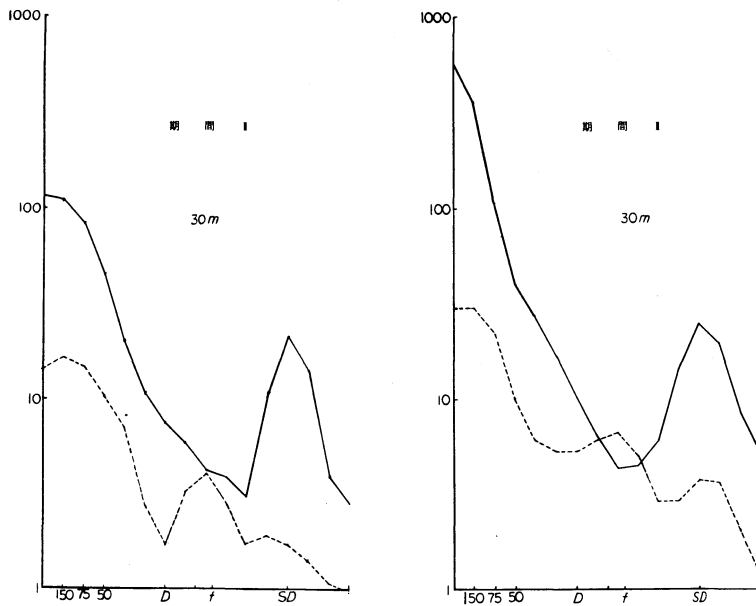


図 2-2 流速成分のパワースペクトル

平滑している。リニアトレンドの除去、プリホワイトニング等の前処理は行っていない。なお図中の記号でDは日周潮周期、SDは半日周潮周期、fは慣性振動周期を示す。

いずれの期間、いずれの層においても流れの東西成分には半日周潮周期が卓越する。日周潮周期にはエネルギーピークはなく、さらにエネルギーレベルも半日周潮周期に比べて低い。また流れの南北成分には潮汐周期にはピークはない。これらのことからこの地点における潮汐周期の流れは半日周潮周期が卓越し、方向は東西に向くことがわかる。流れの南北成分のスペクトルは、いずれの期間ともに30m層で慣性振動周期にピークが現われている。このピークは決して大きいものではなく、この周期における水の運動は特に顕著なものではない。しかし、30m層における流れの特性が、15m層におけるそれとはやや異なることを示している。

回転スペクトル

図3に回転スペクトルを示した。期間IIの30m層はデータの持つ統計的性質により計算できなかった。回転スペクトルの結果をみると、時計まわりスペクトルと反時計まわりスペクトルの間にはエネルギーレベルに大きな差はなく、特に有意な回転成分はないことを示している。図4に回転係数を示したが、特に有意とみられる値はでていない。図5に平均主流方向の安定度を示した。期間Iでは半日周潮周期で高い安定度が得られている。一方、期間IIでは長周期の傾向変動で高い安定度を示している。したがって特に強い外力が加えられない場合、この地点での流れには半日周潮周期成分が安定して現われることを示している。慣性振動周期では安定度は最少になっており、この周期帯での水の運動方向は不安定であることがわかる。図6には平均主流方向を示したが、いずれの周期帯においてもほぼ東西方向となっている。慣性振動周期付近で方向が南北に大きくなっているが、主流方向の安定度が低いことからみて、有意なものではない。

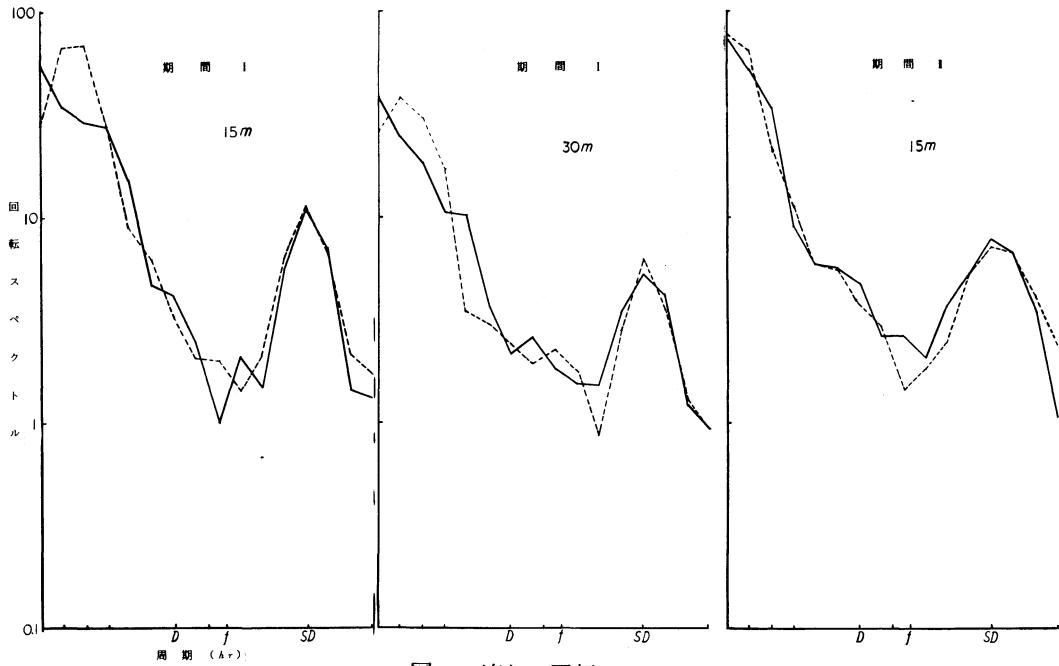


図3 流れの回転スペクトル

—時計まわりスペクトル ---反時計まわりスペクトル

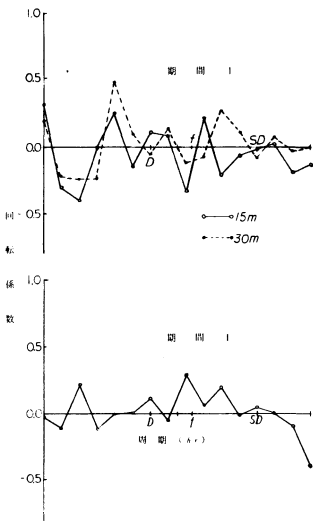


図4 回転係数

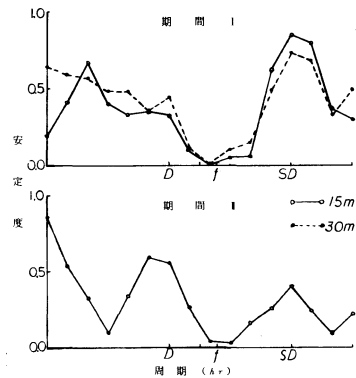


図5 平均主流方向の安定度

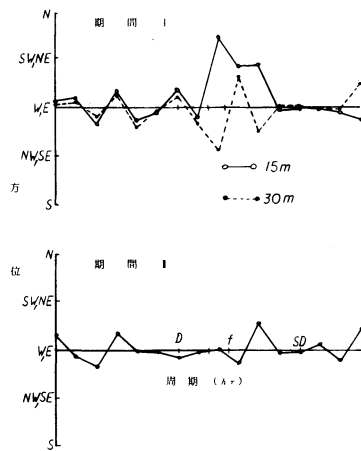


図6 平均主流方向

渦動拡散係数の推定

図1に示した自己相関係数から渦動拡散を推定し、さらに乱れの水平スチールから、この場の水の運動の異方性を調べた。なお期間IIでは強い傾向変動が現われていたため、この計算は行っていない。計算式は次式で定義されているものを用い

た。すなわち、自己相関係数を R 、自己相関係数が初めて 0 を切る時間を T 、平均流速を \bar{U} 、その分散値を U'^2 とすると。

$$\text{渦動拡散係数} = U'^2 \int_0^T R dt$$

$$\text{水平スケール} = \bar{U} \int_0^T R dt$$

表 2 に計算結果を示した。なお異方性の度合いというのは乱れの水平スケールの南北成分と東西成分

表 2 渦動拡散係数と乱れの水平スケール

	渦動拡散係数 (cm^2/sec)	水平スケール (m)	異方性の度合い
15 m 東 西 成 分	3.05×10^5	290	0.55
南 北 成 分	0.90×10^5	160	
30 m 東 西 成 分	2.33×10^5	190	0.68
南 北 成 分	0.32×10^5	130	

との比で示した。渦動拡散係数は東西方向が南北方向より大きく、さらに水平スケールも同様の傾向を持つが、この地点での等深線が東西に伸びていることから当然の結果といえよう。渦動拡散係数の値は東西方向で 10^5 、南北方向で 10^4 のオーダーであり通常考えられ得る値である。乱れの水平スケールからみた異方性の度合いは 15 m 層の方が大きい。すなわち 30 m 層の方がより等方性を持った流れの場であることがわかる。

要 約

- (1) 川内沖の流れは東西方向に卓越し、長期傾向変動の他に半日周潮による周期成分が明瞭に表われる。流向、流速の変化には風が大きな要因となっている。
- (2) 流れの回転スペクトルの結果では特に有意な回転成分はみられない。しかし、30 m 層では慣性周期での振動が現われる。
- (3) 川内沖の渦動拡散係数は東西方向で 10^5 、南北方向で 10^4 と推定された。
- (4) 今後このような解析を陸奥湾内すべてのパイロボットの測流結果に適用していくことによって、陸奥湾内の流れの詳細を知ることができ、さらに流れを支配する主要因を把握することができるものと考えられる。

参 考 文 献

- (1) 仲村俊毅 (1980) 川内沖における流れの特性について 青水増事業概要第 9 号 P 243 ~ 248