

台風接近に伴う沖合流れの発生に関する検討

STUDY ON THE OFFSHORE STRONG CURRENTS CAUSED BY TYPHOONS

横田雅紀¹・安部雄太郎²・山城 賢³・橋本典明⁴・永井紀彦⁵

Masaki YOKOTA, Yutaro ABE, Masaru YAMASHIRO,
Noriaki HASHIMOTO, and Toshihiko NAGAI

¹正会員 工修 九州大学大学院工学研究院 環境都市部門 助教
(〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

²学生会員 九州大学工学部 海洋システム工学専攻
(〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

³正会員 工博 九州大学大学院工学研究院 環境都市部門 助教
(〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

⁴フェロー 工博 九州大学大学院工学研究院 環境都市部門 教授
(〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

⁵フェロー 工博 (独) 港湾空港技術研究所 統括研究官
(〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

The current measurements have been carried out by NOWPHAS at several stations in the coastal area around Japan since 1996. In the data, temporal but simultaneous changes in residual currents were recognized at several stations in the Japan Sea side. The cause of this temporal change was deduced to be due to the strong currents caused by typhoon approach. In this study, attention was paid especially on the period of typhoon approach, and the occurrence characteristics of the strong currents in the offshore area was investigated based on the data of wind speed, the atmospheric pressure and the typhoon track provided by Japan Meteorological Agency.

As a result, it was found that typhoon approach contributes to the generation of the offshore strong current in many cases. In addition to this, it was also found that the current velocity increases in the area where wind blows for a long time in the same direction. Furthermore, it was also observed that the strong current is likely to appear at more than two stations during the typhoon.

Key Words : Strong currents, typhoon, observational data, NOWPHAS

1. はじめに

国土交通省港湾局の関連機関である全国港湾海洋波浪情報網(NOWPHAS)により、波浪の観測を主な目的として全国沿岸に設置された海象計¹⁾では波浪のみならず、流れのデータが長期間に亘って取得されている。流れの観測データが長期間にわたり連続で観測された事例は少なく、特に暴浪時のデータは貴重である。著者らは、この流れのデータを活用した沿岸域の流動特性についての検討から、これまでに日本海側の複数の地点で秋季に大きな残差流(沖合流れ)が一時的に発生することを確認した²⁾。沖合流れは沿岸域の流況に強く影響することが指摘されており、沿岸域の環境評価を目的とした種々の調査・研究等において、沖合流れの発生メカニズム及び、浅海域に対する影響を解明することは極めて有用である。例えば、長期的な土砂収支や水質環境の

予測にあたって、数値シミュレーションにより沿岸域の流況を推定する場合に、沖合の境界条件を適切に設定できれば、計算精度の向上が期待できる³⁾。以上の観点から、本研究では、海象計により観測された流れデータをもとに沖合流れの発生特性を把握することを目的としており、本論文では、秋季における沖合流れの発生には、台風接近が大きく影響しているものと考え、気象庁により提供されている台風経路図及び、気圧・海上風データを用いて、主に台風接近時に着目した沖合流れの発生状況について検討を行った結果を述べる。

2. 検討に使用したデータ

検討の対象期間は2001年3月から2003年12月までとし、海上の気圧・風速については、日本周辺域

が 6 時間間隔, 10km 格子で提供されている気象庁のメソ解析値を使用した。流れのデータについては図-1 に示す 11 地点の上層における毎偶正時の流向・流速データを使用した。

流速データの一例として, 鳥取における流速の頻度分布を図-2 に示す。流速は対数正規分布に従う様子がみられており, この傾向は他の観測地点においても同様にみられた。また, 図中に示すとおり, 平均値 μ と標準偏差 σ から $\mu + 3\sigma$ を基準値と設定し, これを超える流れを沖合流れと定義し, 連続して基準値を超えている場合も個別の発生としてカウントして以降の検討を行った。

図-3に各観測地点における東方・北方成分の流速分布を示す。図中に円で示しているのが沖合流れの基準値でありこれより外側に分布しているプロットが沖合流れの発生を表す。いずれの地点においても海岸地形と平行に潮汐に伴う往復流がみられ, 潮汐流最大時に同一方向に吹送流が発生したケースで沖合流れが発生しているものと考えられる。御前崎や潮岬では残差流が卓越しており, 沖合流れの発生は一方向に限られていた。なお, 観測期間中の沖合流れ発生頻度は, 潮岬で少なく 0.2%, 直江津で多く 1.6%であった。

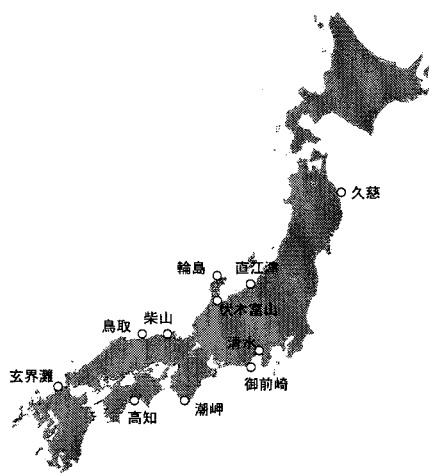


図-1 流れの観測地点

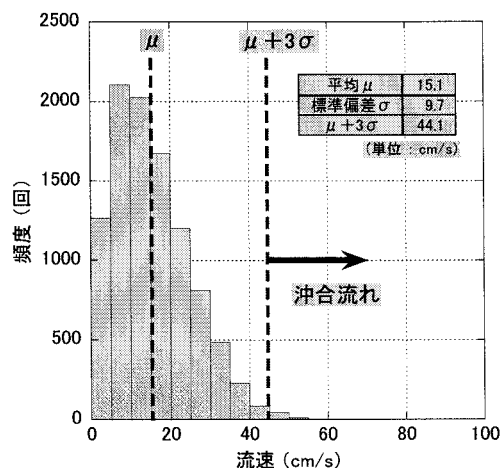


図-2 流速の頻度分布 (鳥取)

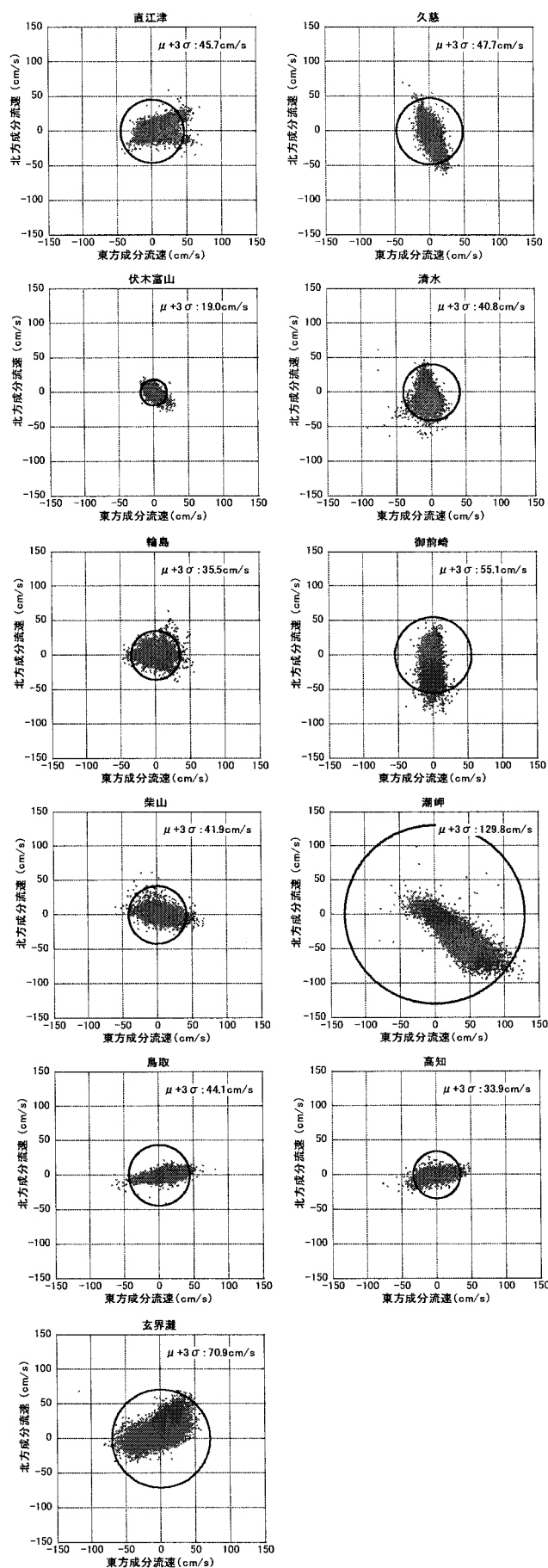


図-3 東方・北方成分の流速分布

3. 台風接近に着目した検討

(1) 台風の接近数と接近の定義

図-4は沖合流れの発生数（全地点合計）と台風の接近数を月別に整理したものである。台風の接近が多くなる秋季に沖合流れが多く発生していることから、多くの地点における沖合流れの発生には台風の接近が大きく寄与していると考え、2001年3月～2003年12月の期間に日本列島に接近した18個の台風について、沖合流れの発生状況を確認した。なお、台風経路については気象庁のホームページから取得し、図-5に太線で示すとおり東経120～160度、北緯20～50度の範囲を台風が通過している期間を台風の接近時とした。

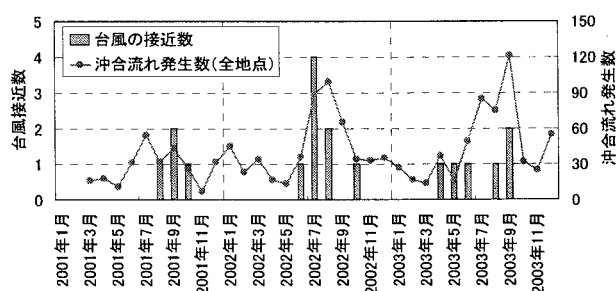


図-4 台風の接近と沖合流れの発生

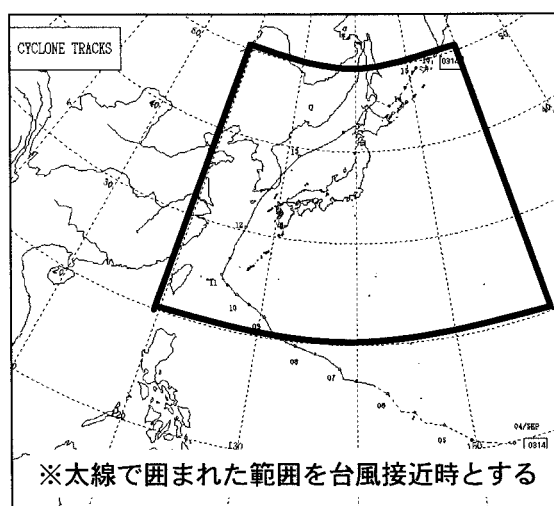


図-5 台風接近時の定義

(2) 沖合流れの発生状況

各台風の接近時における沖合流れの発生状況を表-1に示す。いずれかの地点で沖合流れが発生した台風は全18個中で16個であり、平均的にみると1つの台風につき約4地点で沖合流れが発生していた。

全対象期間及び、台風接近時における地点別の沖合流れの発生頻度は表-2に示すとおりである。全地点の合計でみると、台風の接近時は全対象期間の10%程度にあたるが、台風接近時の期間中に発生した沖合流れの数は全対象期間中に発生した沖合流れ

の数の23.9%と高い割合を示しており、沖合流れの発生には台風の寄与が大きいことが伺える。

各地点を個別にみると、直江津では台風接近時の沖合流れ発生頻度は全期間の7.8%と低くなっている。ここで、各地点における月別の沖合流れ発生数を図-6に示す。台風接近時の沖合流れ発生頻度が高かった御前崎と発生頻度が低かった直江津を比較すると、御前崎では秋期に沖合流れが多く発生しているが、直江津では年間を通して沖合流れが発生しており、特に冬季風浪時の沖合流れ発生が多い様子が伺える。日本海側の観測地点の中でも、直江津で特に台風接近時の沖合流れ発生頻度が低いことから、台風の接近時に直江津まで北上する前に勢力が弱まるケースが多いことが考えられる。しかしながら、比較的近い輪島や伏木富山では秋季の沖合流れ発生が多いことや、太平洋側の清水において冬季の沖合流れ発生が多い傾向がみられており、今後、成分流速を用いた詳細な検討が必要と考えられた。

表-1 台風接近時における沖合流れの発生状況

台風	玄界	鳥取	柴山	伏木	輪島	直江	高知	潮岬	御前	清水	久慈	計
0111	○	×	×	○	×	×	○	×	×	○	×	4
0115	×	×	×	×	×	×	-	×	○	○	×	3
0117	○	×	×	×	×	×	-	×	×	×	○	2
0121	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0
0204	-	×	×	×	×	×	×	○	×	×	○	2
0206	-	×	×	○	×	×	×	×	×	×	○	6
0207	-	×	×	○	○	○	×	×	○	○	×	5
0209	-	×	×	○	○	×	○	×	×	×	○	5
0211	-	×	○	○	○	×	×	×	○	×	○	6
0213	-	×	×	○	○	○	×	×	○	○	○	7
0215	-	○	○	×	×	×	×	×	×	×	○	4
0221	-	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	3
0302	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0
0304	×	×	×	×	○	×	○	×	×	×	×	2
0306	×	○	○	○	○	×	×	×	○	○	○	8
0310	×	○	○	×	×	×	×	○	○	○	×	4
0314	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	○	8
0315	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○	×	8

(○は発生あり、×は発生なし、-は欠測期間であったことを示す)

表-2 沖合流れの発生頻度

地点	全対象期間		台風接近時		割合 ④/② (%)
	①	②	③	④	
久慈	11381	114	1208	31	27.2
玄界灘	8026	28	688	7	25.0
御前崎	12150	170	1198	56	32.9
輪島	10424	161	1155	49	30.4
鳥取	9968	71	1188	26	36.6
高知	9546	140	989	42	30.0
柴山	11704	151	1075	32	21.2
清水	11779	136	1150	31	22.8
潮岬	12056	28	1199	7	25.0
直江津	11879	192	1177	15	7.8
伏木富山	11798	154	1190	26	16.9
全地点	120711	1345	12217	322	23.9

※①は全データから欠測データを引いた数（有効データ数）

②は対象期間中の沖合流れ発生数

③は台風接近時の有効データ数

④は台風接近時の沖合流れ発生数

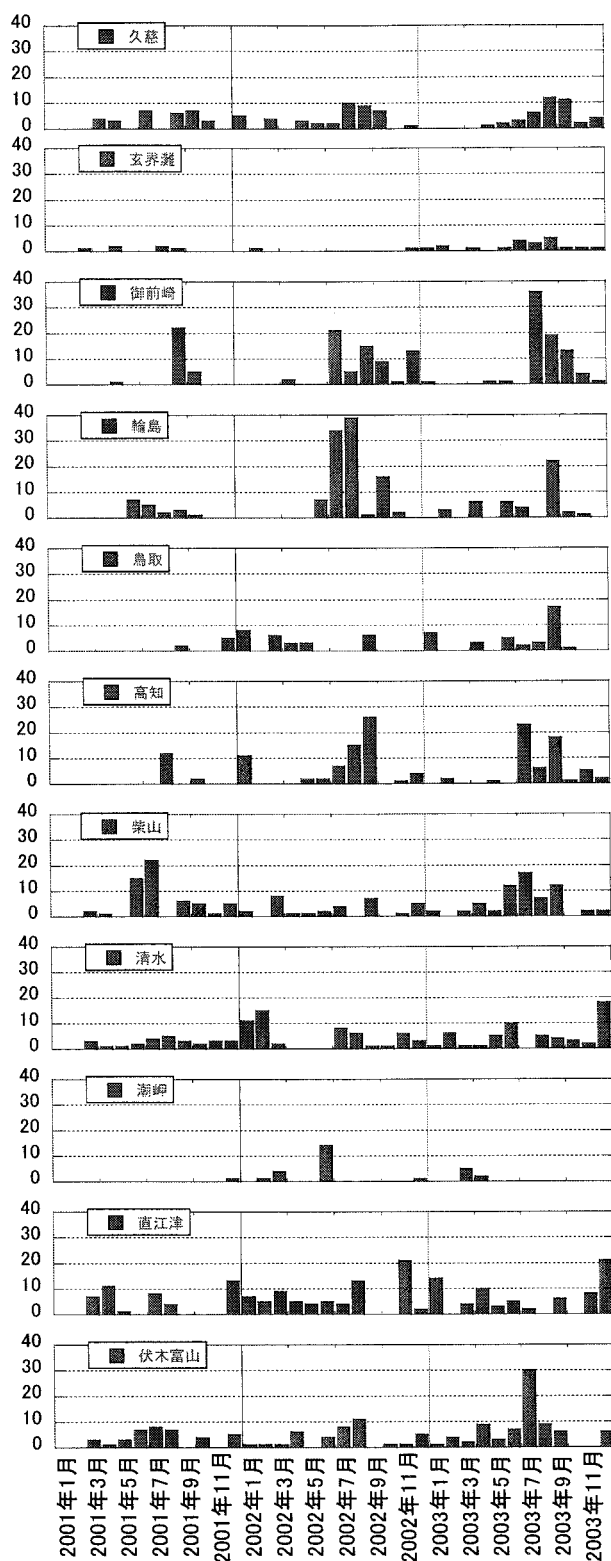
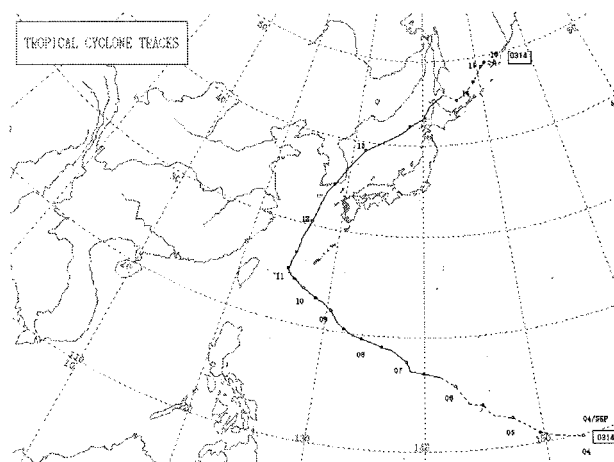


図-6 沖合流れの月別発生数

(3) 代表台風接近時の流速変化

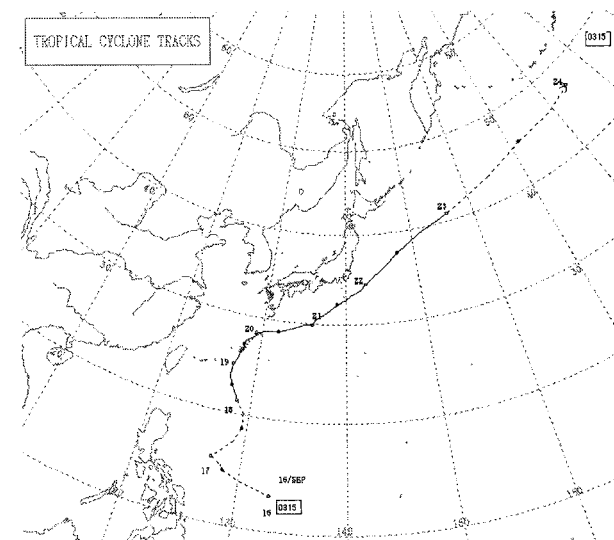
多くの地点で沖合流れが発生した台風0314号及び0315号について、台風経路を図-7に、代表地点における気圧・風速と流速の経時変化を図-8に示す。0314号は最低気圧910hPa、最大風速54m/sで日本海側を通過、0315号は最低気圧955hPa、最大風速36m/sで太平洋側を通過した。

台風0314号についてみると、玄界灘、鳥取、輪島、久慈と西側の観測地点から順に気圧が低下、風速が増大しており、気圧低下のピーク直後に風速増大のピークとなる様子がみられた。高知や御前崎では台風経路から離れていたため、気圧の低下は明瞭ではなかったが、風速の増大はみられた。流速については、気圧・風速ほど増大の時間差が明瞭ではないが、台風の通過とともに、流速が大きくなる傾向がみられ、御前崎を除く玄界灘、鳥取、輪島、高知、久慈で沖合流れが発生していた。台風0315号についてみると、台風0314号と比較して、気圧の低下は小さく特に台風の経路から離れていた日本海側や久慈では低下は小さくなっていた。高知、御前崎では通過順に気圧が低下し、風速の増大がみられていた。気圧の低下が顕著ではなかった日本海側においても、3地点とも風速の増大がみられ、0314号よりも長時間風速が大きくなっていた。この結果、全ての地点で比較的長時間、流速が大きくなる傾向にあり、久慈を除く5地点では沖合流れが発生していた。



出典：気象庁ホームページ

図-7 (1) 台風経路 (0314 号)



出典：気象庁ホームページ

図-7 (2) 台風経路 (0315 号)

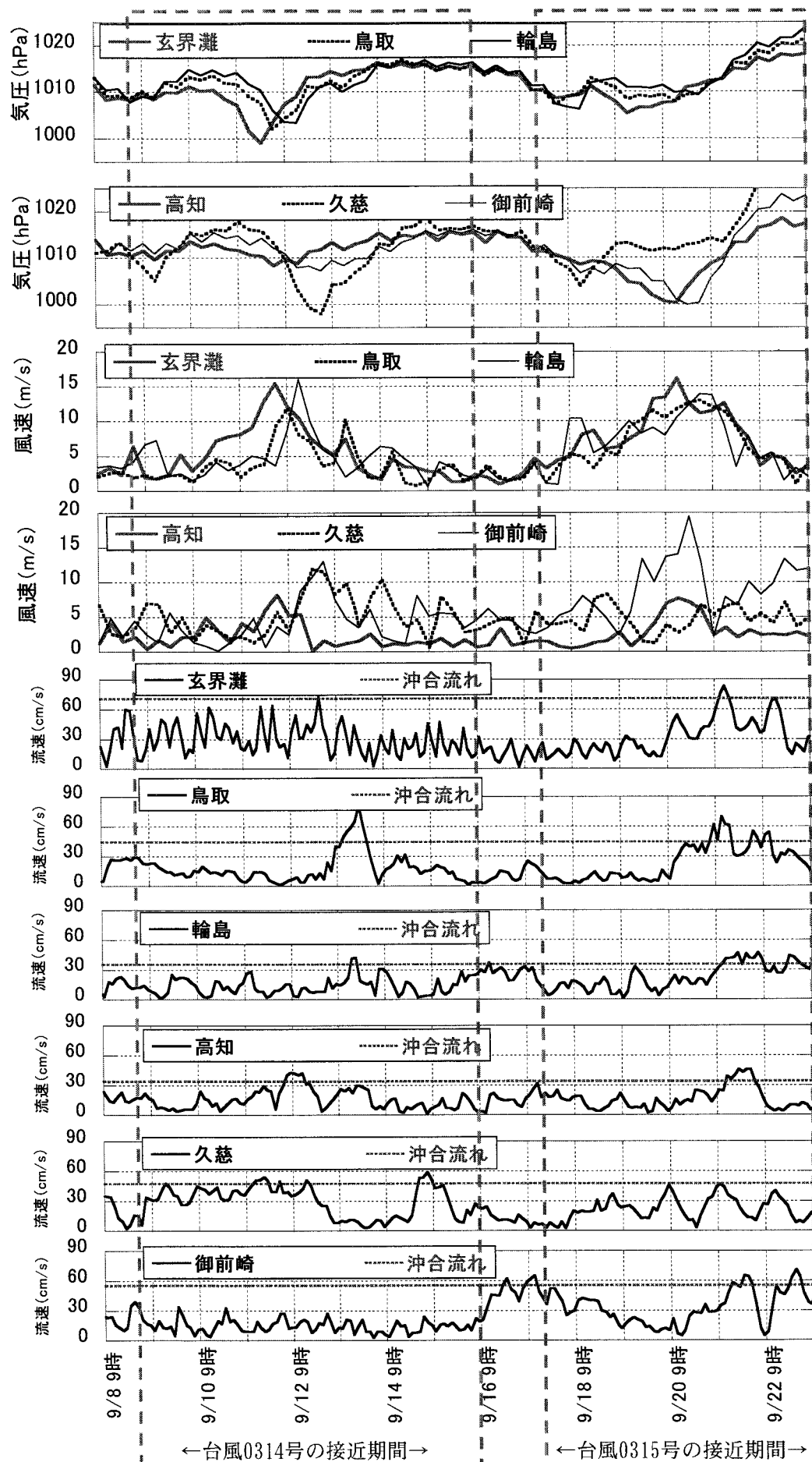


図-8 台風接近時における気圧・風速と流速の経時変化 (0314, 0315 号)

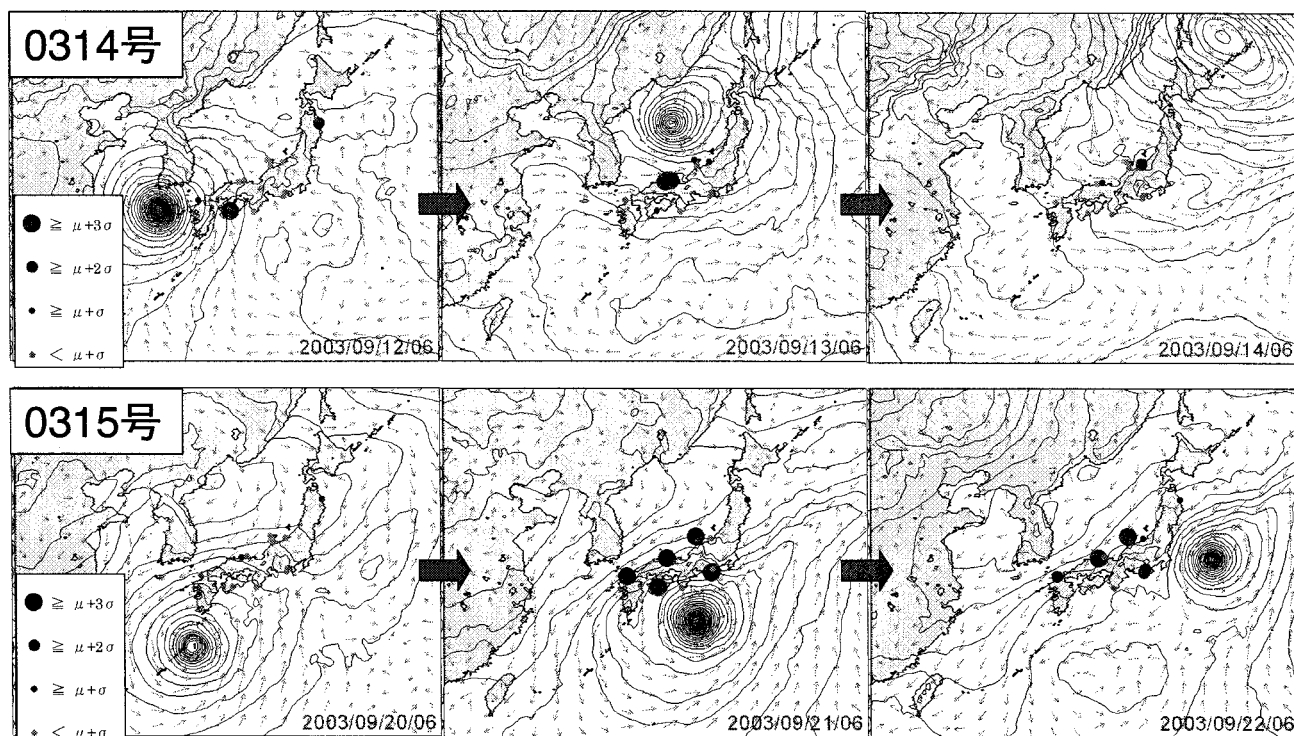


図-9 台風通過時の沖合流れ発生状況

4. 沖合流れ発生状況の可視化

沖合流れ発生時の気圧・風速分布特性や観測地点による発生時間差を視覚的に把握し、台風が接近していない期間との比較や、台風経路、台風規模による沖合流れ発生状況の違いを確認することを目的とし、日本列島周辺の気圧、風速分布と沖合流れの発生状況を時刻別に重ね合わせ、時々刻々変化するアニメーションを作成した。なお、流速データは6時間毎に提供されている気象データの時刻にあわせて、日平均処理を施し、沖合流れの基準値を新たに設定した。

図-9は比較的多くの地点で沖合流れが発生していた台風0314号、0315号について沖合流れの発生状況を24時間間隔に並べて比較したものである。コンターは気圧を、ベクトルは風向・風速を表しており、流れについてはマーカーの大きさに流速の大きさを区別している。いずれの台風においても接近期間の概ね最接近時に複数の地点で沖合流れが発生している様子が伺える。特に台風0315号接近時には、同時に多くの地点で沖合流れが発生していた。この要因として、台風の勢力が最大となる時期や移動速度の違いが影響したことが挙げられるが、加えて台風0314号は日本列島の日本海側を通過し、台風の気圧分布が時間とともに変化していたのに対し、台風0315号は日本列島の太平洋側を通過したため、比較的長時間にわたり台風の気圧分布が固定され、多くの地点で一様方向の風が長時間にわたり連吹し、流

速が大きくなりやすい経路であったことが影響しているものと考えられた。

5. 結論

沖合流れの発生頻度についての検討から台風の接近が沖合流れの発生に寄与しているケースが多いことが確認された。また、沖合流れの発生状況を可視化することにより、台風接近時には複数の地点で沖合流れが発生するケースが多いこと、風の通過とともに一様方向の風が連吹した地域で流速が大きくなることが確認された。今後は方向別の成分流速について検討していくことで、より詳細な沖合流れ発生メカニズムを検討する必要がある。また、沖合流れが発生する気象条件についての定量的な評価については、気圧・風と流れの相互相関を求めることにより詳細な検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 橋本典明, 永井紀彦, 高山知司, 高橋智晴, 三井正雄, 磯部憲雄, 鈴木敏夫: 水中超音波のドップラー効果を応用した海象計の開発, 海岸工学論文集, 第42巻, pp. 1081-1085, 1995
- 2) 横田雅紀, 山城賢, 橋本典明, 永井紀彦: 海象計による流況観測結果を用いた恒流の季節変動特性に関する検討, 海洋開発論文集, 第23巻, pp. 615-620, 2006
- 3) 佐藤慎司: 日本海沿岸で観測された流れの特性, 土木学会論文集, No. 521/11-32, pp. 113-122, 1995.