

準定常ジェットの係留系流速計による実測

伊藤進一・笥 茂穂・和川 拓・大野創介（水研セ・東北水研）

倉賀野連（気象研）・奥西 武（水研セ・東北水研）

植原量行（東海大）・蒲地政文（気象研）

1. はじめに

北太平洋で最も深い混合層が、40-42N, 152-160E の領域に形成されており (Suga et al., 2004)、Transition Region Mode Water (TRMW) の形成域になっていることが Saito et al. (2007) によって指摘された。Isoguchi et al. (2006) は、衛星海面高度から求めた海面流速などを用いて、準定常的なジェット流（以下準定常ジェット）によって、黒潮続流域から高温・高塩分水が当該領域に供給されていることを示唆した。この塩分付加が、深い混合層の形成に寄与している可能性がある。さらには、深い混合層形成に伴い、大気へ大量の熱放出を行っていることが指摘されている (Tomita et al., 2011)。また、準定常ジェットに沿って小型浮魚類の仔稚魚が策餌回遊を行う可能性 (Kawabata et al., 2008) や、準定常ジェット下流域に秋季クロフィル極大域が形成され、小型浮魚類の好適な育成環境が整っていることなどが指摘されており (Okunishi et al. 2012)、沖合域の生物的 hot spot が形成されている可能性がある (伊藤, 2010)。このように、多面的に重要な役割を果たしている準定常ジェットであるが、その詳細な水平・鉛直構造の季節変動やその定常性については、知見が限られている。

水産総合研究センター東北区水産研究所では、準定常ジェットの広域観測を 2009, 2010 年の 9 月に実施し、黒潮続流から分岐した準定常ジェットが、下流域では亜寒帯海流と並走していること、準定常ジェットの南側に TRMW が存在することを示してきた。また、亜寒帯海流と並走している海域では流路が比較的安定していることが示された (Wagawa et al.,

submitted)。そこで、2010 年 9 月に、準定常ジェットの流路が安定している海域に 4 基の係留系を設置し、2011 年 9 月の回収、再設置を経て、2 年間に渡る流速観測を実施した。本報告では、そのうち前半の 1 年間の観測結果の概要を報告する。

2. 方法

2010 年 9 月に、Jason-2 軌道に沿って、4 基の係留系を設置した (図 1, 表 1)。すべての系の 300, 500, 1000 m 層に直上式流速計 (FSI 社製 3D-ACM) を設置し、M04 の 250 m 層には多層式音響ドップラー流速計 (RDI 社製 Workhorse 300kHz) を設置した (図 2)。

すべての流速計は 1 時間毎に 1 分間のバーストデータを取得する設定とした。2011 年 9 月に 4 基の係留系を回収し、取得後のデータは Godin filter にて潮汐成分を除去した後、1 日毎のサブサンプルデータを作成し、解析に用いた。

3. 結果

M01 では全層において南西流が卓越し、2 回に渡り、渦の通過が確認された。M02 では 300 m 層で北東流が 1 月まで卓越し、深い層では南東流が卓越していた。水温が低いことから亜寒帯海流に相当する流れを観測していたと推測された (図 3)。一方、M03 では全層で北東流が卓越しており、300 m 層では 30 cm/sec を超える流れが観測された (図 4)。M04 の 300 m 層のデータが異常値を示したものの、500 m と 1000 m 層では安定した北東流が観測された。また、M04 の 250 m 層に設置した多層式ドップラー流速計から、表層全層で北東流が通年に

渡り卓越していることがわかった。M03, M04 では水温が高いため、M03 および M04 付近に準定常ジェットの流れがあったことが推測された。

4. まとめ

各層での東西流速成分、南北流速成分、水温の平均値と標準偏差を調べる(表2)とM02では300および500 m層で一部流れが安定しているのに対し、M03およびM04では平均値が標準偏差を上回っており、安定した流れがあったことがわかった。水温のデータともあわせて考えると、準定常ジェットの流れは、M03付近にあると判断される。M03の300 m深では、平均流は東北東(69°)に17.5 cm s⁻¹であった。

M04の250 m層に設置したADCPの流速プロファイルと500および1000 m層の流速計で観測された流速を用いて、10 m毎に流速を線形内挿し、M03においても300, 500, 1000 m層の流速データから同様に流速鉛直プロファイルを求め、幅15.5 nmを仮定して、1000 m以浅の流量を求めると、東北東に8.1 Svとなった。

また、M03およびM04の500 m層の東西および南北の流速成分の季節変動を調べると、3~4月にかけて、M04での流速がM03での流速を上回っており、流軸がM04に南下していることが推測された。

以上のことから、

- 1) 準定常ジェットは通年に渡り東北東方向に流れおり、
- 2) 鉛直積分流量は約8 Sv、
- 3) 流速の季節変動成分は不明瞭だが、流軸は2~3月に南下し、
- 4) 通年に渡り亜寒帯海流と並走し、
- 5) 亜寒帯海流の北側では南東流が卓越しており渦構造のようなものが維持されている、ことが推測された。また、データは示さなかったが、
- 6) 準定常ジェット域(M04)では慣性周期変

動が夏季から秋季に卓越していること(多層式ドップラー流速計のGodin filter除去前のデータから)が示された。

今後は、2年目のデータもあわせ、季節変動について、より詳しく調べる必要がある。

謝辞

本研究は、科学研究補助金新学術領域研究「気候系のhot spot: 熱帯と寒帯が近接するモンスーンアジアの大気海洋結合変動」のもと推進している。また、調査船若鷹丸の乗組員一同に計画段階からの助言を頂いている。

参考文献

- Isoguchi O., H. Kawamura and E. Oka, 2006, Quasi-stationary jets transporting surface warm waters across the transition zone between the subtropical and the subarctic gyres in the North Pacific. *J. Geophys. Res.*, 111, C10003, doi:10.1029/2005JC003402.
- 伊藤進一, 2010, 北太平洋のモード水と水産資源, *海洋と生物*, 188, 232-236.
- Kawabata, A., M. Nakagami, and S. Suyama, 2008: Distribution of juvenile Japanese sardine in the recent low biomass: using the feeding ground of the Kuril Islands, WFC 2008: Proceeding of the 5th World Fisheries Congress, 1c-0101-287.
- Okunishi T., S. Ito, D. Ambe, A. Takasuka, T. Kameda, K. Tadokoro, T. Setou, K. Komatsu, A. Kawabata, H. Kubota, T. Ichikawa, H. Sugisaki, T. Hashioka, Y. Yamanaka, N. Yoshie and T. Watanabe, 2012, A modeling approach to evaluate growth and movement for recruitment success of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) in the western Pacific, *Fish. Oceanogr.*, 21, 44-57.
- Saito H., T. Suga, K. Hanawa and T. Watanabe, 2007, New type of pycostad in

- the western Subtropical-Subarctic Transition Region of the North Pacific: Transition Region Mode Water. *J. Oceanogr.*, 63, 589-600.
- Suga, T., K. Motoki, Y. Aoki, and A. M. Macdonald, 2004: The North Pacific climatology of winter mixed layer and mode waters. *J. Phys. Oceanogr.*, 34 (1), 3-22.
- Tomita, H., S. Kouketsu, E. Oka, and M. Kubota, 2011, Locally enhanced wintertime air-sea interaction and deep oceanic mixed layer formation associated with the subarctic front in the North Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L24607, doi:10.1029/2011GL049902.
- Wagawa, T., S. Ito, Y. Shimizu, S. Kakehi, D. Ambe, (in revision), Currents associated with the quasi-stationary jet separated from the Kuroshio Extension, submitted to *J. Phys. Oceanogr.*

表 1. 係留系設置地点。

mooring	latitude	longitude	bottom depth
M01	42°30.68'N	152°01.05'E	5060 m
M02	42°17.28 N	152°11.97'E	5180 m
M03	42°03.21 N	152°22.74'E	5190 m
M04	41°50.96 N	152°33.83'E	5060 m

表 2. 各点、各層における流速の平均値と標準偏差。

layer depth	component	M01	M02	M03	M04
300 m	east vel.	0.38±6.29	10.43±7.75 *	16.29±5.27 *	—
	north vel.	-4.61±6.42	1.33±4.42	6.37±3.92 *	—
	temp.	3.23±0.13	3.14±0.20	3.45±0.46	—
500 m	east vel.	-1.00±6.41	7.27±6.93 *	12.32±4.02 *	9.40±3.50 *
	north vel.	-3.65±4.56	-1.93±3.96	5.07±3.82 *	5.99±2.66 *
	temp.	3.19±0.10	3.32±0.12	3.50±0.28	3.72±0.35
1000 m	east vel.	-2.27±3.72	1.39±3.16	7.03±3.02 *	4.14±3.40 *
	north vel.	-3.26±2.64	-1.59±1.96	3.03±2.54 *	5.02±2.33 *
	temp.	2.48±0.04	2.60±0.06	2.63±0.12	2.78±0.14

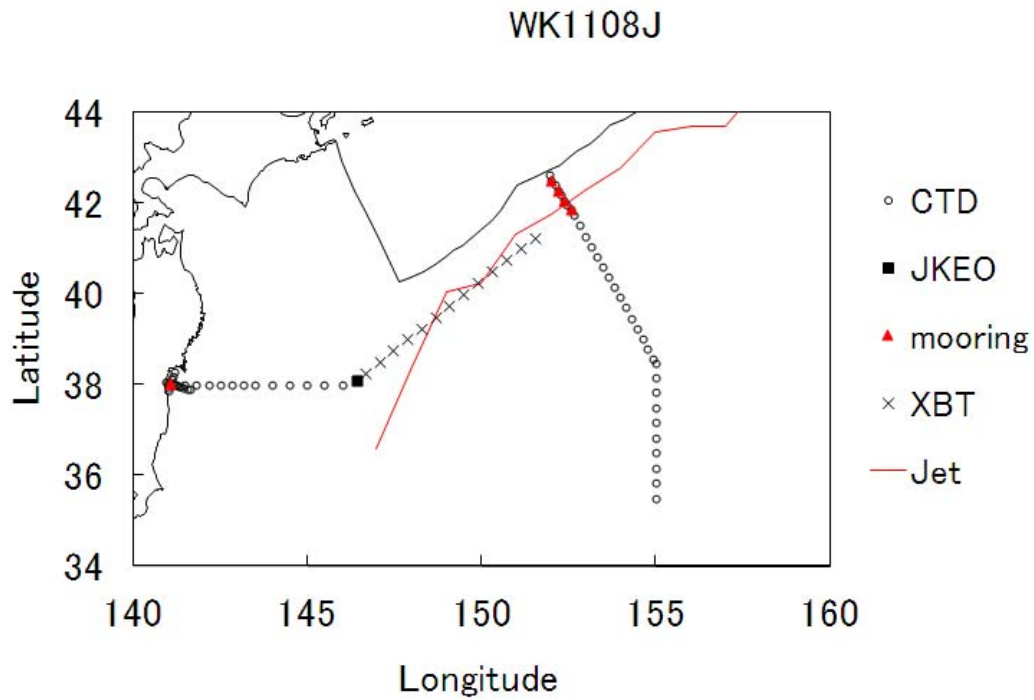


図 1. 2011 年 8 月 23 日から 9 月 11 日の若鷹丸調査航海における CTD および XBT 観測点と係留系設置点。黒四角は JKEO ブイを示し、赤線は Isoguchi et al. (2006) の平均海面流速場で示された準定常ジェット的位置を示す。

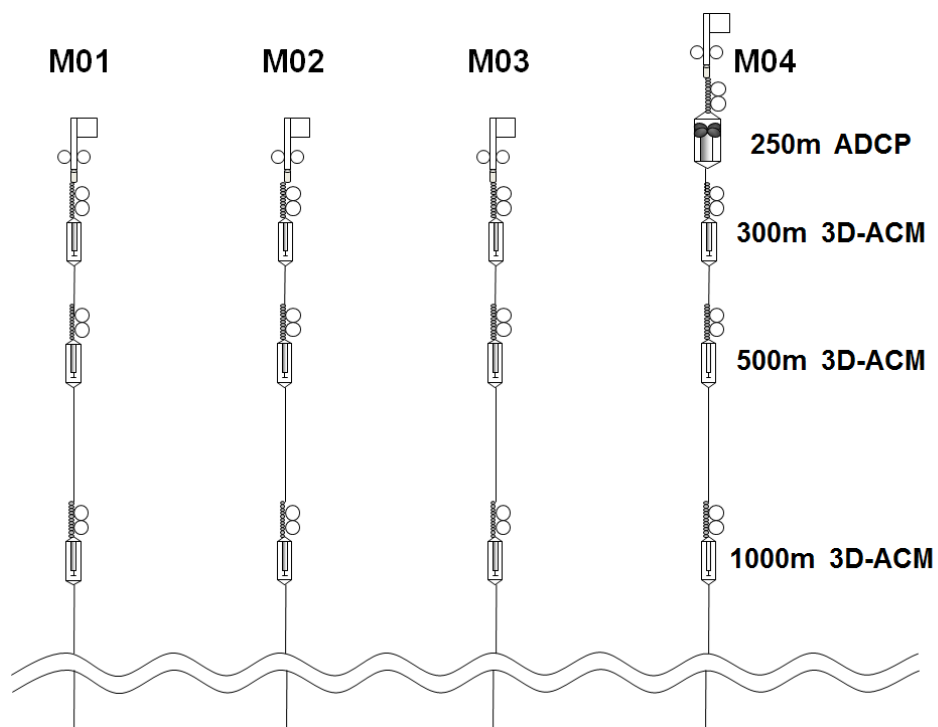


図 2. 2010 年 9 月から 2011 年 8 月に設置した係留系の構成図。

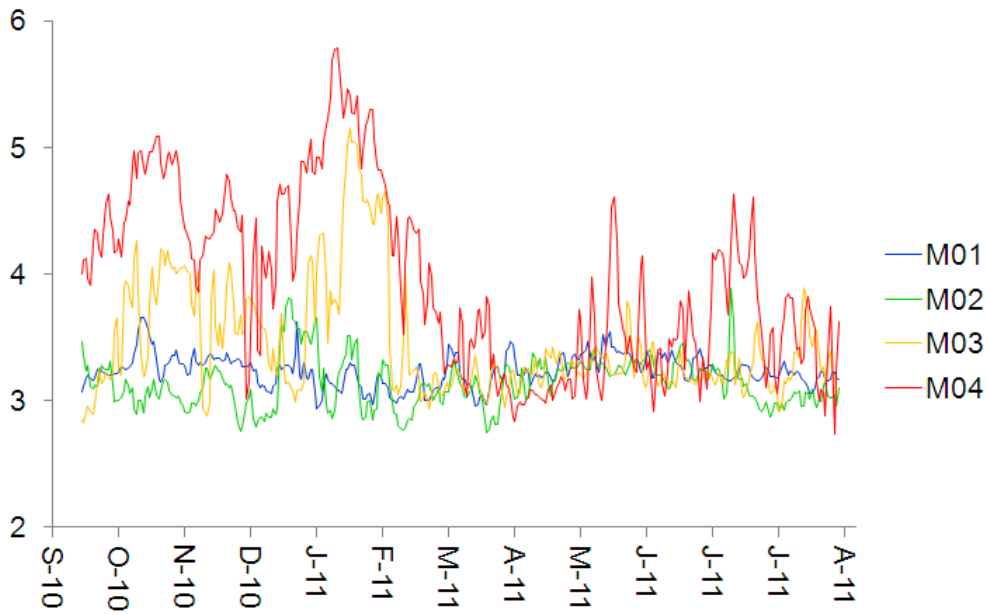


図 3. M01 から M04 の 300 m 層の流速計に設定された水温計で測定された水温。

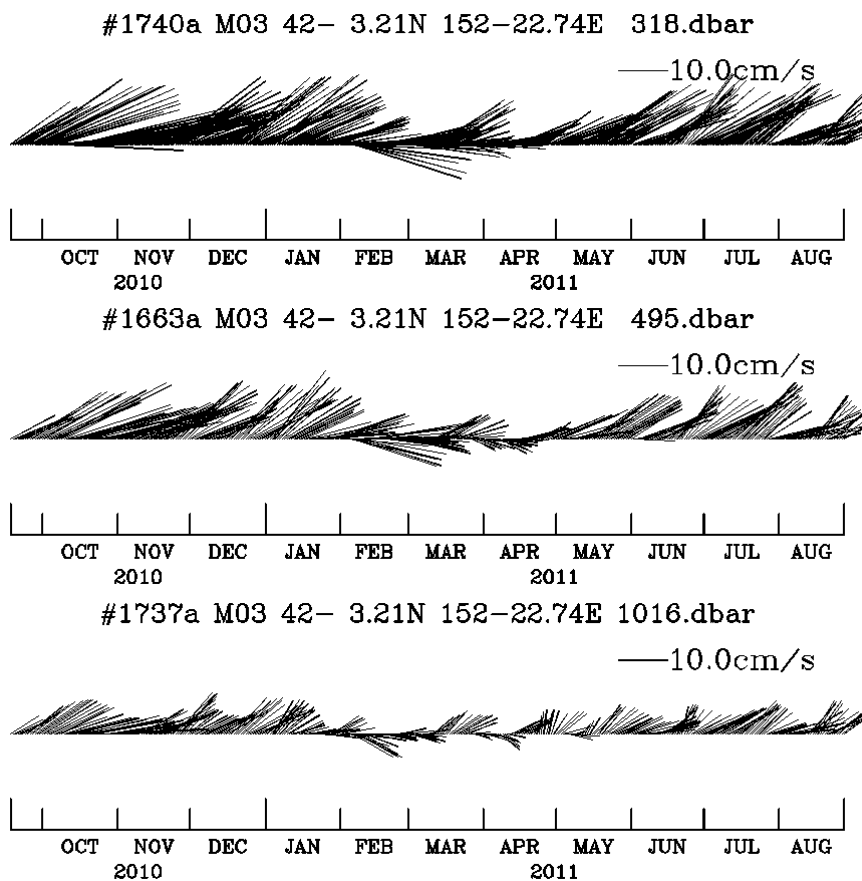


図 4. 2010 年 9 月から 2011 年 8 月にかけて M03 の各層において観測された流速ベクトル（短周期成分除去後）。上向きが北向きを示す。