



Title	渡島半島木直沖における数日周期の沿岸流の変動について
Author(s)	三宅, 秀男; MIYAKE, Hideo; 福岡, 二郎 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 49, 221-227
Issue Date	1987-03-30
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.49.221
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14170
Type	departmental bulletin paper
File Information	49_p221-227.pdf



渡島半島木直沖における数日周期の沿岸流の変動について*

三宅秀男・福岡二郎**

北海道大学水産学部北洋水産研究施設

(昭和61年11月25日受理)

Periodic Variations of the Coastal Current off Kinaoshi, Oshima Peninsula, over Several Days*

By Hideo MIYAKE and Jiro FUKUOKA**

Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University

(Received November 25, 1986)

Current measurement made in the coastal area off Oshima Peninsula, Hokkaido during early autumn of 1981 was examined for evidence of wind-forced variability and water mass exchange. When the cyclones were approaching the area, the strong southeast wind appeared to drive the strong southeast current in the depths of the sea, and temperature at a depth of 45 m was often found to rise suddenly after a fall of the southeast wind. There was a time lag of about one day between the occurrences of the southeast wind and the southeast current. These suggest a piled-up effect of the surface water on the side of Funka Bay. The behavior of the coastal waters is well explained by Ohtani (1986) concerning the coastal upwelling.

I. はじめに

渡島半島東岸の噴火湾から恵山岬にかけての一带は、しばしば急潮が発生し定置網や栽培漁業施設に莫大な被害を与えている(大谷, 1986)。最近、大谷・出口(1981, 1983)によって、この海域にはしばしば沿岸湧昇が発生していることが報告されている。さらに大谷(1986)は、その後の測流結果を加えて湧昇前後の沿岸流の変化のモデルを提唱し、沿岸湧昇の発達に伴うコースタルジェットに急潮の原因を求めている。

たまたま著者らは、測器の係留・作動試験のために、渡島半島木直沖において約2ヶ月間の測流を実施する機会を得た。この期間には付近を顕著な低気圧が何回も通過したため、大気からの強制によると思われる流速変動が記録されていた。短い記録ではあるがこれを解析することは先のモデルの検証にもなると考えられる。そこで本稿では、測定された流速のうち数日周期程度の変動に注目し、その変動の概要、大気の変動との関連、さらにこれらの沿岸流の変動が沿岸海況変動に及ぼす影響について、大谷(1986)のモデルと対比させながら述べる。

* 北海道大学水産学部北洋水産研究施設業績第188号

* (Contribution No. 188 from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 現在所属: 新日本気象海洋株式会社

** Present affiliation: The Shin-Nippon Meteorology & Oceanography, Co., Ltd.

II. 測定方法および資料

Fig. 1に示すように、木直はほぼ北西から南東に走る渡島半島東岸の恵山岬寄りに位置し、この付近から海底地形は急深となり、約 20 km 沖合の陸棚斜面を経て外洋に連なっている。

1981年7月28日から9月25日にかけて、木直沖約 3 km (水深約 106 m) の海面下約 45 m (中層) と同 88 m (底層) において、アンデラ流速計を用い 10 分間隔で流向流速および水温を測定した。ただし中層のデータは事故のため 8 月 31 日以降使用できなかった。この生データを 1 時間毎に平均し、さらに 25 時間の移動平均を施して高周波成分を除去した。大気圧は 3 時間毎に測定された各気象観測所の海面更正気圧を用いた。

この海域では春先に低温低塩 ($T < 3^{\circ}\text{C}$, $S < 33.3$) な親潮系水が流入し、夏から秋にかけて相対的に高温高塩 ($T > 6^{\circ}\text{C}$, $S > 33.6$) な津軽暖水が流入するまで滞留する (大谷・秋葉, 1970; 大谷・木戸, 1980)。この低温な親潮系水は 6 月ないし 7 月頃まで中層の 30~70 m 深に 3°C 前後の中冷構造を形成する。一方、津軽暖水は中層でも 6°C 以上の水温があり、夏から秋の津軽暖水の流入時には極めて大きな水温変動が生じる (三宅, 1976; Miyake, 1982)。1981 年の 7 月 13, 14 日と 9 月 7, 8 日に鹿部から木直にかけての海域の陸岸に直交する測線の海洋観測を実施した。7 月の臼尻および木直断面では、50~60 m 深に 33.6 の等塩分線があり、すでに中層以深に津軽暖水が流入していることを示している。また表面から 20 m 深にかけ

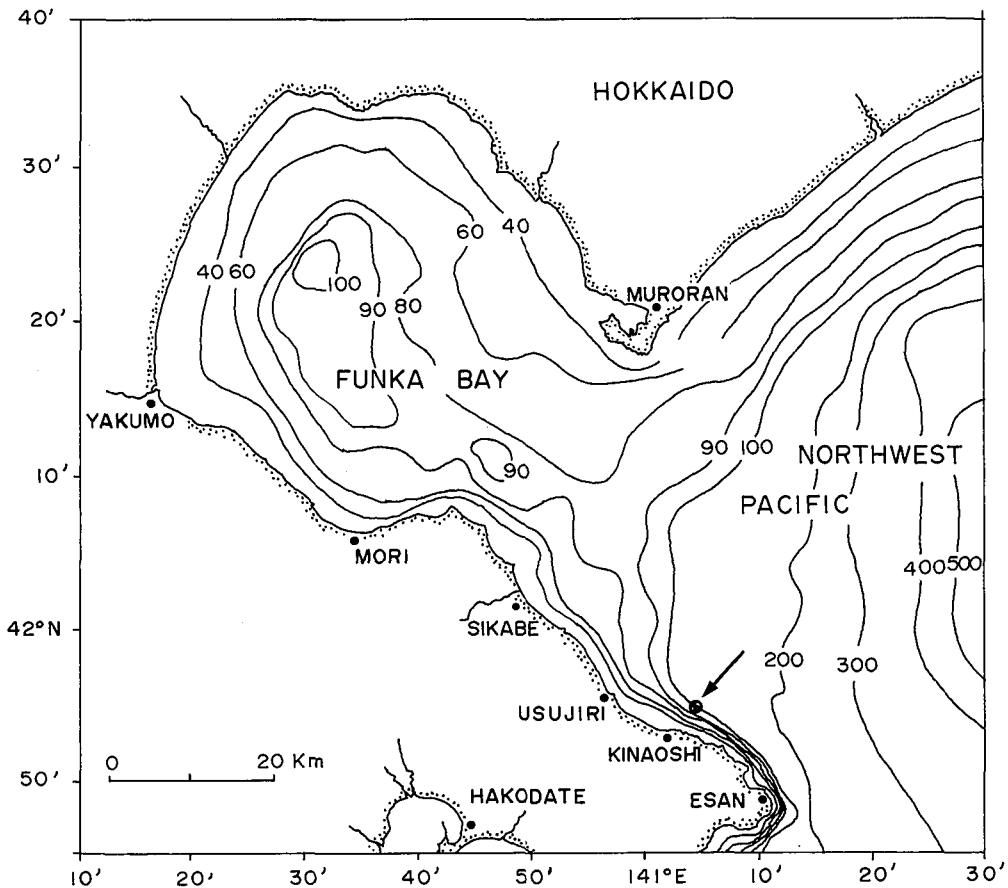


Fig. 1. A map of the current meter mooring and bathymetry. Numerals indicate water depth in meters.

て強い鉛直密度勾配があり、40 m以深では弱い密度成層構造を示していた。一方、9月の臼尻断面では、50~60 m以浅で33.3以下の塩分値を示し、33.6以上の塩分値は沖合10マイルまで全層に認められず、この時の方が親潮系水の影響が強い。また鉛直密度分布は表面から70 m深にかけてほぼ連続成層構造を示していた。

III. 結果および考察

1. 数日程度の流速変動の概要

中層(海面下約45 m深)および底層(同88 m深)の流速ベクトルと水温の時間変動をFig. 2の(a)と(b)に示す。Fig. 2を一見して両層とも陸岸に平行な北西-南東流成分が圧倒的に卓越していることがわかる。従って以下では特に断らない限り北西-南東流成分について議論する。なお、流速値は北西方向を正にとる。

中層と底層の流向流速はほぼ同じ様に変化している。7月28日から8月30日までの両層で同時に得られた期間の北西流成分を比較すると、中層と底層での平均流速および標準偏差はそれぞれ -22.6 ± 13.8 cm/s, -13.4 ± 15.0 cm/sである。すなわち両層とも南東流が卓越し、底層の流速は中層の流速のおよそ6割である。大谷(1986)は渡島半島沖の表層では一般に年間を通して南東流(恵山潮)が存在しているようだ指摘している。もしこの様な流れが中層の流速値に含まれているとすると、変動の位相は同じ様であるが中層の北西流成分が底層のそれに比べて弱いことや、底層の平均南東流が中層の南東流の6割程度の大きさであることが説明される。

8月24日までは両層とも南東流が卓越しているが、8月24日の中層の水温変動のペースがおよそ 8°C 上昇し、これを契機に流速変動はこれまでと様相を異にしている。特にその後の底層の流れは北西流と南東流とが数日の周期で規則的に変動をくり返している。これは後に述べるが台風の通過を契機にして水塊が入れ変わった可能性を示している。

8月23日朝本州南海上から房総半島に上陸した台風10号は、東北地方を縦断し夕刻には北海道の渡島福島付近に達したと見られる。このため8月23日から24日にかけての深夜には、中層で1時間平均値75 cm/s、底層でも50 cm/sに達する南東流が記録されていた。これらの値は今回の測流期間の最大値であり、大谷(1986)が報告している1984年8月下旬の場合と比べて、継続時間は短いものの南東流の強さははるかに大きい。

このような変動を引き起こす原因として先ず考えられることは大気の変動である。そこで次に流速変動と大気圧や地衡風場の変動との関連について調べる。

2. 大気圧および地衡風速との対応

Fig. 2の(c)と(d)にそれぞれ函館の大気圧および浦河と函館の気圧差から求めた地衡風の南東成分の時系列を示す。大谷・出口(1981)が示した様に、この気圧差の正の値は、大気境界層の摩擦効果を考慮すると、ほぼ渡島半島の陸岸に平行な南東風に対応する。

函館の気圧と流速変動との対応を見ると、低気圧の通過時に南東流が強化され、その後気圧が回復するにつれて南東流が弱まるか北西流に転じる様相がわかる。また気圧の細かな変動に対応して、特に底層の流速場は極めて敏感に変動していることが読みとれる。なお8月5日、8月23日および9月4日の顕著な気圧低下は台風または台風が衰退した温帯低気圧の通過によるものである。

浦河と函館の気圧差から求めた地衡風の南東成分(Fig. 2-(d))と流速変動とを比較すると、低気圧の接近→南東風の強化→南東流の強化、低気圧の通過→南東風の弱まりあるいは北西風の強化→南東流の弱まりあるいは北西流への転流というパターンが規則的に出現している。

測定期間が長く周期変動の著しい底層の南東流成分と地衡風の南東成分のパワースペクトルをFig. 3に示す。底層の流速には周波数で0.22 cpd(周期約4.5日)付近に顕著なエネルギーレベルの極大値が認

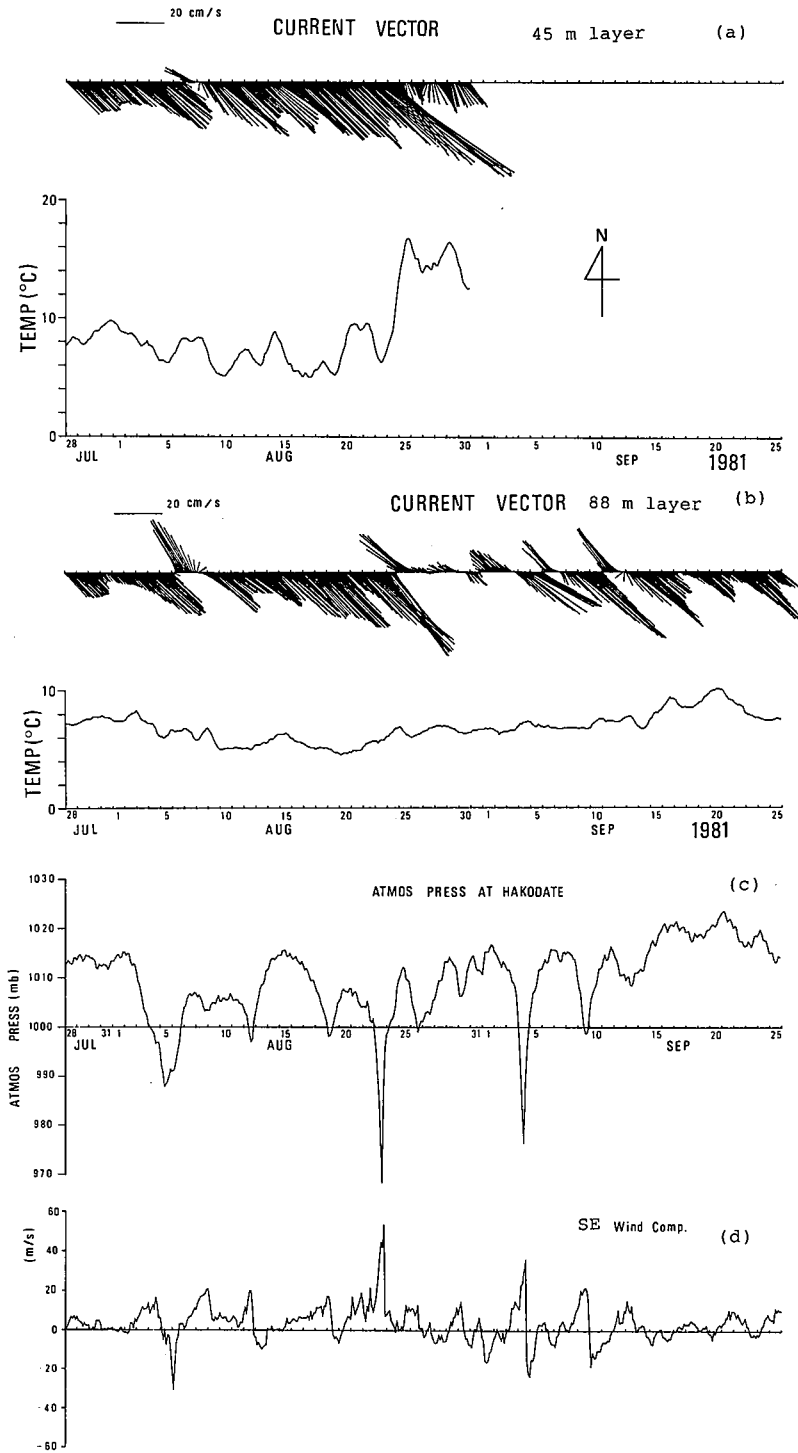


Fig. 2. Time series of current vectors and temperature variations at the depths of 45 m (a) and 88 m (b), atmospheric pressure at Hakodate (c) and southeastern wind component calculated with a geostrophic equation (d).

められる。この周波数域には地衡風速、従って気圧変動にもエネルギーの極大値が認められ、数日規模の流速変動の原因として、大気的气圧場すなわち風の場の変動によって強制されたものであることを示唆している。

3. 海況変動に及ぼす影響

このような風の変動に応答した海水の運動は、沿岸域の海況変動や水塊交換に大きく影響する。その2, 3の例を以下に述べる。Fig. 2の(a)または(b)と(d)とを重ね合わせて見ると、南東風の最強時と南東流の最強時とは時間的に一致しないことが多い。例えば顕著な南東風の極大値は8月23日18時、9月4日15時、9月9日15時などにあ

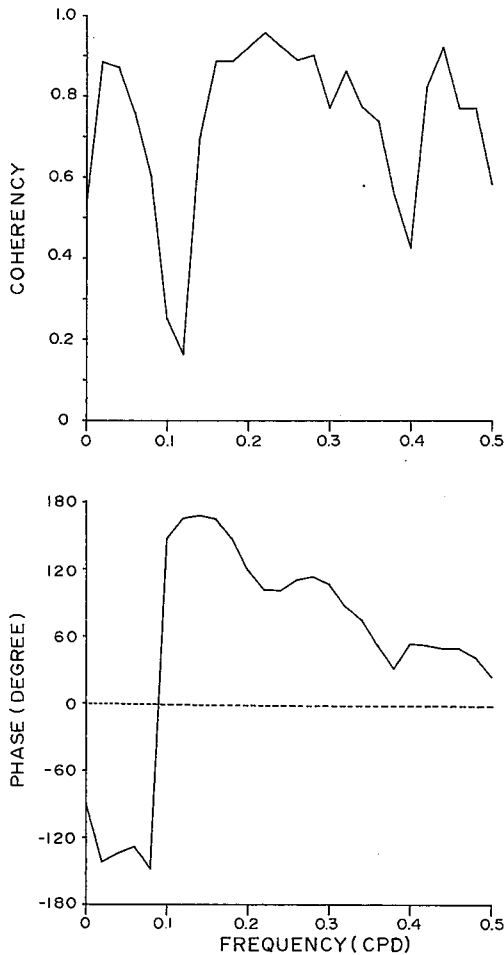


Fig. 4. Cross spectrum between southeastern current and southeastern wind components.

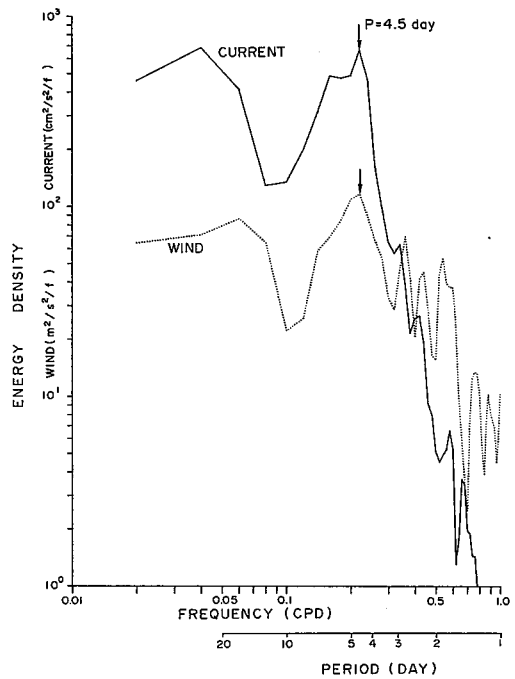


Fig. 3. Power spectrum for southeastern current (full line) and for southeastern wind component (dotted line).

るが、これらに対応した底層の南東流の極大時はそれぞれ8月24日1時、9月5日2時、9月9日22時に認められ相当時間遅れて出現している。北西風の極大値に対する北西流の極大値の間にも同様の傾向が認められる。

そこで記録の長い底層の南東流成分と南東風成分のクロススペクトルを Fig. 4 に示す。先の周期4.5日付近では0.9以上のコヒーレンシーを示し、南東風が強まれば南東流が、北西風が強まれば北西流が強まることを示している。しかし位相はおよそ100°で安定しており、4.5日程度の大気南東-北西風の周期変動に対して、海洋側の南東-北西流が1日強遅れて応答していることを意味している。このことは大谷(1986)の指摘にもある様に、南東風の場合風下にあたる噴火湾や室蘭側に表層水の堆積が起り、風が弱まった後に風の応力と海面傾斜の力学平衡が破れ、強い南東流となって流出するという機構を示唆している。

南東流と水温変動の関係を見るため、長期のトレンドが少なくかつ変動の大きい7月28日から

8月24日間の中層の流速と水温のクロススペクトルを Fig. 5 にとる。3~5日の周期で相関は高く、しかも位相差はほとんどない。これは南東流が噴火湾側にある低温の親潮系水を流出させていることを反映している。海洋観測の結果を参照すると、7月中旬には白尻から木直沖の中深層には広く津軽暖水が占めていたが、その後の引き続く南東流によって湾内にあった親潮系水が渡島半島沿いに流出し、9月初旬には再びこの海域は親潮系水に占められたものと推定される。

8月23日から24日にかけての台風15号の通過に伴い強い南東流が観測されたが、24日の深夜には底層の流れは北西流となり、中層でも南向きの流れとなる (Fig. 2)。中層の8月24日の突然の昇温は流れの向きから推定して、沖合に流出した表層水が南東風が止むとともに渡島半島側に戻ってきたことを示唆している。またこの後の底層の流速変動は、周期的であること、陸岸に平行な流れが卓越すること、底層でも強い流速値を持つことなどから、周期的な低気圧によって強制された内部ケルビン波の可能性もあり今後の課題である。

IV. ま と め

渡島半島木直沖で得られた約2ヶ月間の流速資料を、数日周期の変動に着目して解析し、さらに大気的气圧場および地衡風の変動との関連について検討し次の様な結果を得た。

- (i) 流速変動には約4.5日の周期性が見られ、大気的气圧場の変動と一致し、大気からの強制によって強い沿岸流が生じていると推定された。
- (ii) 特に顕著な低気圧の通過時には、低気圧の接近→南東風の強化→南東流の強化、低気圧の通過→北西風の強化→北西流の強化というパターンがくり返し出現する。
- (iii) 南東風の最強時と南東流の最強時の間には位相差が認められ、南東風が弱まった後しばらくして南東流は最も発達する。これらの現象は大谷 (1986) のモデルで良く説明される。

謝辞 流速計の係留に際し、木直漁業協同組合島山甚之助参事、北海道大学水産学部調査船うしお丸の乗組員の皆さん、同北洋水産研究施設竹田仁技官に多大の協力を得た。また函館海洋気象台西山勝暢氏(現在気象庁海洋課)からは気象資料の提供を受け、流速資料の解析には北海道大学水産学部漁業学科大谷清隆助教授および村上敬助手の助言を得た。ここに記して感謝します。

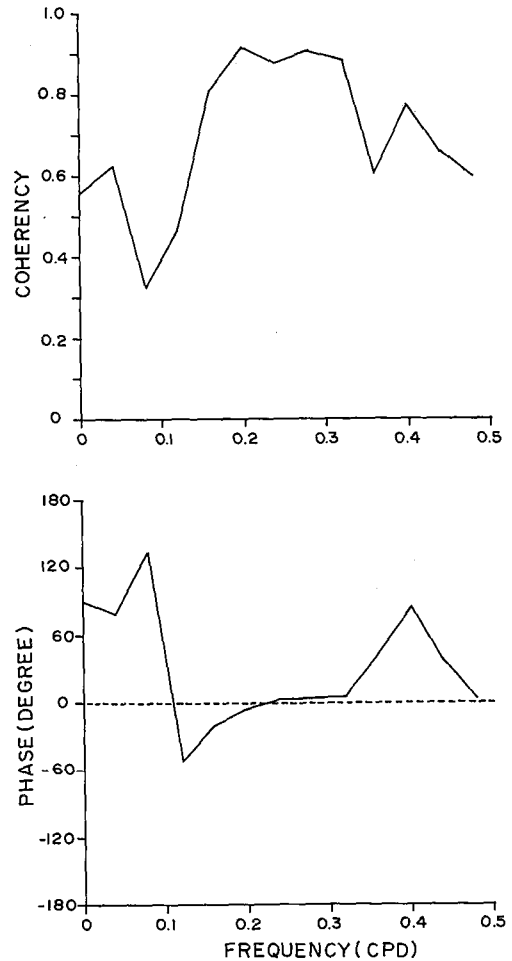


Fig. 5. Cross spectrum between southeastern current component and temperature at a depth of 45 m for the period of July 28 to August 24.

文 献

- 三宅秀男, 1976. 噴火湾々口部 10 m 深の水温変動の二, 三の特徴(序報). 北海道大学水産学部研究彙報, **27**, 6-14.
- MIYAKE, H., 1982. Temperature inversions off the Eastern coast of the Oshima Peninsula, Hokkaido. *Bulletin of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University*, **33**, 135-148.
- 大谷清隆・秋葉芳雄, 1970. 噴火湾の海況変動の研究 I 湾水の周年変化. 北海道大学水産学部研究彙報, **20**, 303-312.
- 大谷清隆・木戸和男, 1980. 噴火湾の海洋構造. 北海道大学水産学部研究彙報, **31**, 84-114.
- 大谷清隆・出口良二, 1981. 渡島半島東岸の沿岸湧昇-1. 北海道大学水産学部研究彙報, **32**, 77-96.
- 大谷清隆・出口良二, 1983. 渡島半島東岸の沿岸湧昇-2. 北海道大学水産学部研究彙報, **34**, 291-311.
- 大谷清隆, 1986. 短時日吹く風によって生じる沿岸湧昇. 沿岸海洋研究ノート, **23**, 155-165.