

GEK 観測資料に基づく黒潮流路タイプ別の 熊野灘・遠州灘の流況—II*

—黒潮大蛇行期—

小林雅人**・杉本隆成**・平野敏行**,**

Surface Current Patterns in the Kumano-nada and the Enshu-nada Seas for Different Types of the Kuroshio Paths Based on GEK Data—II

—For Periods with Large Meander of the Kuroshio—

Masato KOBAYASHI**, Takashige SUGIMOTO**
and Toshiyuki HIRANO**, **

Abstract

Surface currents measured with GEK for periods with large meander of the Kuroshio from April 1960 to August 1975 and from August 1975 to April 1980 were analysed statistically, focusing on the Kumano-nada and the Enshu-nada Seas. Mean current patterns were obtained for six different types of the Kuroshio paths. From the analyses, the following are suggested:

(1) The surface current pattern in the Kumano-nada and the Enshu-nada Seas are mainly influenced by fluctuations of the Kuroshio path in the time scale of a half month to a few months, having a different pattern for every type of the six Kuroshio paths, namely:

① Strong eastward flows appear in the coast of the Enshu-nada Sea during all “As” type paths.
② Strong northward flows appear in the coast of the Kumano-nada Sea during the “As-I” type path.

③ A cyclonic circulation appears clearly in the Kumano-nada and the Enshu-nada Seas during the “A-III” type path. During this type path, weak south-westward flows and weak westward flows appear in the coast of the Kumano-nada Sea and the Enshu-nada Sea respectively.

④ Weak south-westward flows appear in the Kumano-nada Sea except for “As-I” type paths, but in the Enshu-nada Sea irregular flows appear.

(2) The frequency of the Kuroshio path types have seasonal variations. In winter and spring the “As” types appear and in autumn the “A-III” type appears more frequently.

(3) The surface current pattern in each of the six types does not have significant relations with monsoon.

(4) Mean surface current patterns measured with GEK during the “A-III” type path corresponds to those of instantaneous sea surface temperature pattern measured by NOAA-7 with infrared AVHRR.

* 1985年10月31日受理

** 東京大学海洋研究所 Division of Fisheries Oceanography, Ocean Research Institute, University of Tokyo, 1-15-1, Minamidai, Nakano-ku, Tokyo, 164 Japan

*** 東海大学海洋学部 Present address: Faculty of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1, Orito, Shimizu, Shizuoka, 424 Japan

1. はじめに

熊野灘・遠州灘沖の黒潮の流路には大きく分けて二つのパターンのあることが知られている。一つは、大蛇行と呼ばれるもので、黒潮は潮岬沖から南南東～南東へ向かい遠州灘沖で最も南(北緯30度付近)に到達し、伊豆・小笠原海嶺の西側で北上して房総半島に接岸する。このような流路の持続期間(黒潮大蛇行期)はこれまでのところ数年～十数年であることが知られている。一方、こ

の期間以外の黒潮は潮岬沖から房総半島にかけて、おおむね真直ぐ東方へ流れる流路を示す。この流路の持続期間（黒潮非大蛇行期）もまた、数年～十数年である。

藤本・友定（1980）は、黒潮の大蛇行期と非大蛇行期とで、わが国の太平洋沿岸域の水温の水平分布構造が著しく異なることを指摘しているが、表層の流動環境の相違については、これまで知見に乏しい。RIKIISHI（1974）と NITANI *et al.*（1979）は、黒潮流域を含む日本近海でこれまで多数蓄積されている GEK による流速資料を用いて、黒潮の大蛇行期と非大蛇行期のそれぞれについて、日本近海の平均流向流速と流向の安定性などを調べている。しかし、これらの研究は黒潮流路の変化に主眼をおいたもので、黒潮の内側域（沿岸域）の流況については十分検討されていない。

一方、大蛇行期および非大蛇行期のいずれの期間においても、潮岬以東の黒潮流路には小規模の変動がみられることが多く、この黒潮流路の小規模変動によって黒潮内側域、なかでも熊野灘・遠州灘沿岸域の海洋構造は、大きな影響を受けることが知られている（西田，1977；杉村，1979；伊藤，1979；船越ほか，1979；竹内・鈴木，1980）。また、このような黒潮流路の小規模変動は熊野灘・遠州灘沿岸域の流動環境に大きな変化を与え、卵・稚仔，プランクトン，汚染物質など表層に浮遊する物質の輸送・分散にも大きく影響していることが考えられる。しかし、このようなスケールの流動構造とその変化については調査例が少ない（杉本，1983）。輸送機構についても、海流瓶・漂流ブイなどを用いた流動調査資料は

非常に少なく、熊野灘・遠州灘沿岸域などを対象として黒潮流路変化に対応した漂着状況等の相違などが断片的に示されているにすぎない（藤本，1968；HIRANO and FUJIMOTO，1970）。したがって、沿岸域でこれまで長期にわたって多数蓄積されている GEK による流速資料を収集・整理することは、このような黒潮流路の小規模変動に伴う局所スケールの流動環境の変化の実態をとらえる上で大変意義深いと思われる。

そこで本研究では、熊野灘・遠州灘の空間スケールと半月～数か月の時間スケールでの黒潮流路の変動に伴う、黒潮の内側域の流況を把握することを目的として、GEK による流速資料の統計解析を行った。本論文では、小林ほか（1984）による黒潮の非大蛇行期の解析結果と対比させる意味で、黒潮の大蛇行期における熊野灘・遠州灘の流況を解析した結果について考察を行う。

2. 黒潮流路の細分類

黒潮流路を分類することは、着目する現象や海域に応じて従来からさまざまな様式で行われてきた（小林ほか，1984）。ここでは、一般に黒潮の大蛇行期と呼ばれている1960年4月～'62年8月と'75年8月～'80年4月の二期間の熊野灘・遠州灘の沿岸水域の流動場のより詳細な構造に着目し、これに影響をおよぼす黒潮流路の小蛇行の効果を調べるために、海上保安庁水路部から半月毎に発行されている海洋速報を用いて黒潮流路をより細かく分類した。すなわち、大蛇行期には、熊野灘・遠州灘における流動環境は、この海域に黒潮が流入する向きと沿岸

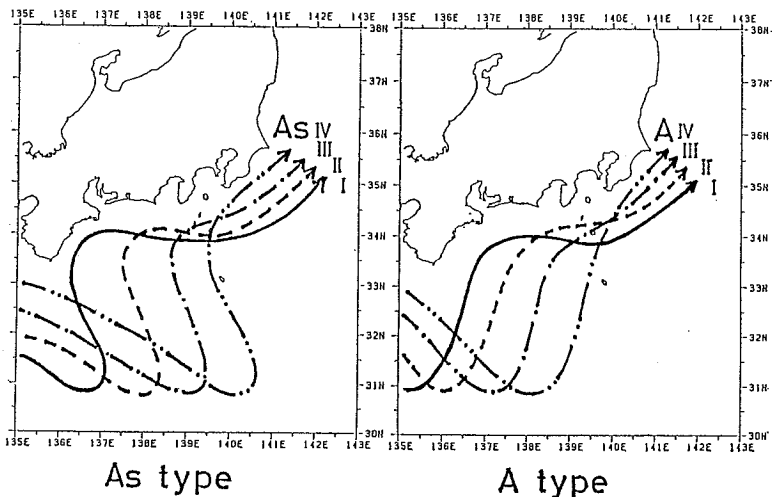


Fig. 1. The eight types of Kuroshio paths during periods with large meanders.

する度合の違いによって変動すると考えられることから、まず、黒潮流路が遠州灘沖でS字型になる場合（遠州灘に北北西向きに流入する）をAs型、S字型にならない場合（遠州灘に北～北北東向きに流入する）をA型として大別した。次に、潮岬東方沖(33°30'N)における黒潮の北上流路の位置(経度)に基づいて西からI(東経136～137度)、II(137～138度)、III(138～139度)、IV(139～140度)の4タイプに細分した。以上の流路タイプをFig. 1に示す。この中でAsIVとAIの各タイプは現実には存在しなかった。

なお、海洋速報に基づく黒潮流路の判定には、原則として水深200mの水温分布における15°C前後の等温線の形状を用い、それが無い場合には、表面水温分布における密集した等温線(水温フロント)の形状、あるいは、GEKによる表層の流向流速分布における強流域の形状を用いた。

3. 各タイプの出現頻度

黒潮流路6タイプの出現頻度をTable 1に示す。1960年4月～'62年8月の大蛇行期(以後M1期と呼ぶ)

には、東経138度～139度を北上するAIIIタイプの出現頻度が最も高く全体の過半数を占めている。一方、1975年8月～'80年4月(以後M2期と呼ぶ)には、AsI・AsII・AsIIIの3タイプがほぼ同じ頻度で出現しており(それぞれ20%以上)、これら3タイプの出現頻度の合計は全体の70%を占めている。また、M1期に出現頻度の最も高かったAIIIタイプの出現頻度は、M2期にも20%近くを占めている。

次に、M1期・M2期のそれぞれについて、さらに春(3月～5月)、夏(6月～8月)、秋(9月～11月)、冬(12月～2月)の四季別の各タイプの出現頻度をTable 2(a, b)に示す。M1期に最も多く出現するAIIIタイプの出現頻度は年間を通じて高く季節の特徴はほとんど認められないが、春にはAIIIタイプよりも流路が東方に偏るAIVタイプがAIIIタイプと同じ頻度で出現することが認められる。一方、M2期には、季節によって卓越する流路に少しずつ違いがみられ、春にはAsI・AsII・AsIIIの3タイプ、夏にはAsIIとAsIIIタイプ、秋にはAIIIとAsIIIタイプ、冬にはAsIIIタイプがそれぞれ最も出現しやすいことが認められる。また、M2期において、各タイプ

Table 1. Frequency (%) of appearance for the six types of Kuroshio paths during periods with large meanders (April, 1960 - August, 1962; August, 1975 - April, 1980).

	As I	As II	As III	A II	A III	A IV	Total
April, 1960 - August, 1962	3(5)	4(7)	3(5)	1(2)	29(52)	16(29)	56(100)
August, 1975 - April, 1980	22(20)	26(23)	31(28)	6(5)	21(19)	5(5)	111(100)
whole period	25(15)	30(18)	34(20)	7(4)	50(30)	21(13)	167(100)

Table 2(a). Seasonal frequency (%) of appearance for the six types of Kuroshio paths during periods with large meanders (M1: April, 1960 - August, 1962).

Season \ Type	As I	As II	As III	A II	A III	A IV	Total
spring [Mar.-May]	2(11)	1(6)	2(11)	1(6)	6(33)	6(33)	18(100)
summer [Jun.-Aug.]	1(7)	1(7)	1(7)	0(0)	8(53)	4(26)	15(100)
autumn [Sep.-Nov.]	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	6(67)	4(33)	12(100)
winter [Dec.-Feb.]	0(0)	2(18)	0(0)	0(0)	7(64)	2(18)	11(100)
all season	3(5)	4(7)	3(5)	1(2)	29(52)	16(29)	56(100)

Table 2(b). Seasonal frequency (%) of appearance for the six types of Kuroshio paths during periods with large meanders (M2: August, 1975 - April, 1980).

Season \ Type	As I	As II	As III	A II	A III	A IV	Total
spring [Mar.-May]	7(27)	7(27)	6(23)	3(11)	2(8)	1(4)	26(100)
summer [Jun.-Aug.]	4(16)	7(28)	6(24)	2(8)	5(20)	1(4)	25(100)
autumn [Sep.-Nov.]	4(13)	5(17)	8(27)	1(3)	10(33)	2(7)	30(100)
winter [Dec.-Feb.]	7(23)	7(23)	11(37)	0(0)	4(14)	1(3)	30(100)
all season	22(20)	26(23)	31(28)	6(5)	1(19)	5(5)	111(100)

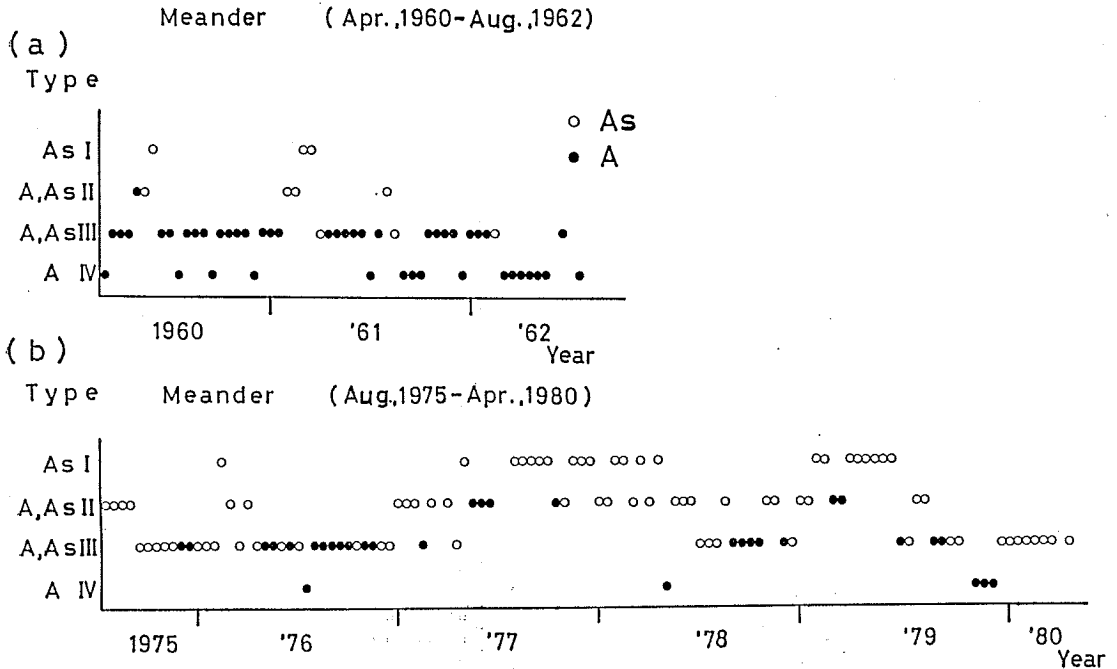


Fig. 2. Time series of the types of Kuroshio paths during periods with large meanders
 ((a): April, 1960 - August, 1962; (b): August, 1975 - April, 1980).

の最も出現しやすい季節をみると、A IIタイプは春、A IIIタイプは秋にそれぞれ最も多く出現する。また、As Iタイプは冬と春に、As IIIタイプは秋と冬にそれぞれ出現しやすい。このことから、黒潮流路が遠州灘沖でS字型になるAs I・As II・As IIIの3タイプは冬と春に出現しやすく、遠州灘へ北向きに流入するAタイプのうち、出現頻度の最も高いA IIIタイプは秋に出現しやすいことが示唆される。

4. 各タイプの持続性と変遷

ここで取り扱う熊野灘・遠州灘の黒潮の流路タイプは、半月間に観測された資料に基づいて作製された海洋速報を用いて分類したので、半月以上持続するものでなければならず、それより短い数日周期の前線波動等は乱れとして扱われる。また、観測網の粗さを考慮すると1波長が潮岬～伊豆・小笠原海嶺間(約300km)と同程度かそれより長いものに限定される。

M1・M2期の両期間における前述した6種類の黒潮流路タイプの持続性と相互の変遷の過程をFig. 2(a,b)にそれぞれ示す。M1期には、出現頻度の高いA IIIタイプは持続期間も長く(最高2.5か月)、このタイプが1か

月～数か月間続くと次にA IVタイプが一時的に出現する。また、流路の変遷には、A IV→A III→As II(A II)→As Iというパターンが明確に2回認められ、黒潮の遠州灘へ流入する向きが西へ傾きつつ流路全体が西へ移動している様子が示唆される。一方、M2期には、長期間持続するタイプはAs III(最高3.5か月)、As I(最高3か月)、A III(最高2.5か月)であり、As IIタイプは出現頻度が高いが持続性はない。また、流路の東西方向の位置変化に着目すると、Fig. 2(b)にはI→II→III→II→Iというパターンがみられるため、黒潮流路が東西に振動していることが示唆される。この東西振動の周期は、短くて約1年、長くて2.5年程度である。さらに、黒潮が遠州灘へ流入する向きに着目すると、As III→A III→As IIIというパターンがみられるため、潮岬東方における黒潮流路が東経138度～139度に位置する時(III型)は、遠州灘へ流入する黒潮の流下方向が北北西から次第に北へ向き再び北北西へもどるといふ変動をすることが示唆される。

以上のことから、大蛇行期における黒潮流路は、流路全体の東西方向の振動と、遠州灘に流入する黒潮の流下方向の変動(北北西～北)によって小規模に変動するこ

とが示唆された。また、この小規模変動の特徴(卓越する黒潮流路タイプや各黒潮流路タイプの持続性など)は黒潮が大蛇行した期間の中でも長期的にみた場合の東偏時(M1)と西偏時(M2)によって必ずしも一定しておらず、それぞれに異なった傾向を示すことがわかった。

5. GEK 観測資料に基づく沿岸域の流況

わが国南岸の黒潮および隣接海域においては、1953年以來 GEK 観測による表層の流速資料が広域にわたり多数蓄積されており、日本海洋データセンターの手でそれらの収集・整理がなされている。これらの GEK による測得値は、海洋表層から数mまでの深さ(曳航する電極の深さ)の流向流速を示すもので、大陸棚上の水深50mあたりでもある程度有効な流速資料が得られることが知られている(NAGATA, *et al.*, 1981)。また、GEK による測得値は、潮流や慣性流など海流以外の短周期の振動流成分の影響も加わるために厳密に海流成分だけをとり出すことはできない。しかし、それらは多数個の資料の平均化を行うことによってある程度小さくすることが期待できるので、卵・稚仔など主として海洋表層に浮遊する物質の輸送にかかわる実際の流動場を把握するには、有効な資料として用いることができると考えられる。本研究では、日本海洋データセンターによって集められた1953年~'80年の GEK 観測資料を全て用いて、黒潮流路タイプ別に黒潮および隣接海域の流動場について検討するために、以下に示す方法で計算を行った。

各黒潮流路タイプ別に、緯経度15分メッシュ毎に GEK 観測資料を集計し、各メッシュ毎に流向流速のベクトル平均値(\bar{V})、流速のスカラー平均値(\bar{V})、流向の安定度($S=(|\bar{V}|/\bar{V}) \times 100$)、流速の標準偏差(\bar{V} の流向に沿った方向とそれに直交する方向についてそれぞれ算出した)をそれぞれ求めた。

Fig. 3 に黒潮大蛇行期(1953年10月~'55年12月, '59年7月~'62年12月, '75年8月~'80年8月)における観測数の分布(上段)、流向の安定度の分布(%、中段)、流向流速のベクトル平均値の分布(下段)を示す。Fig. 1 に示したように、大蛇行期の中には6種類(M1・M2の両期間にはAsⅣとAⅠの2タイプは存在しない)の黒潮流路タイプが含まれているので、沿岸域の安定度は低く、黒潮流路の幅は広く現れている。そこで、Fig. 1 に示した6種類の黒潮流路のタイプごとにその流路の出現期間の GEK 観測資料を用いて、観測資料数の分布、流向の安定度(%)の分布、およびベクトル平均流速の分布をそれぞれ Fig. 4, 5, 6 に示す。観測資料数が全体に少な

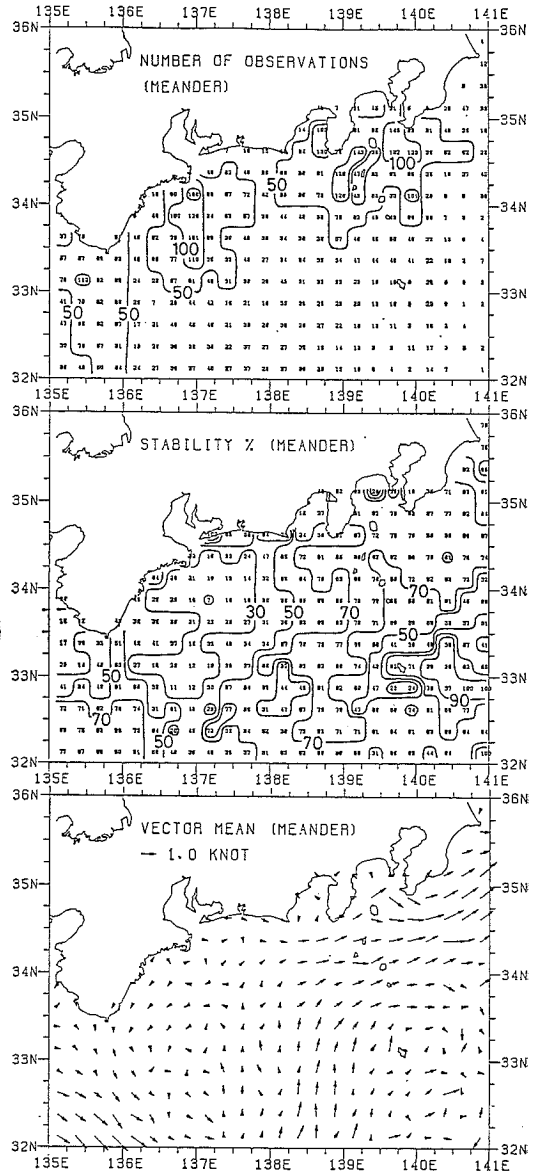


Fig. 3. Number of observations, stability and vector means of surface current velocities measured with GEK in each 15 minutes square during periods with large meanders since 1953.

くまた海域によって観測資料数の偏りも認められるが、Fig. 6 に示したベクトル平均流速の分布で表される平均流動場には、各タイプとも Fig. 1 と対応した黒潮流路が良く現れている。

Fig. 6 に示した6種類の黒潮流路の各タイプ毎のベク

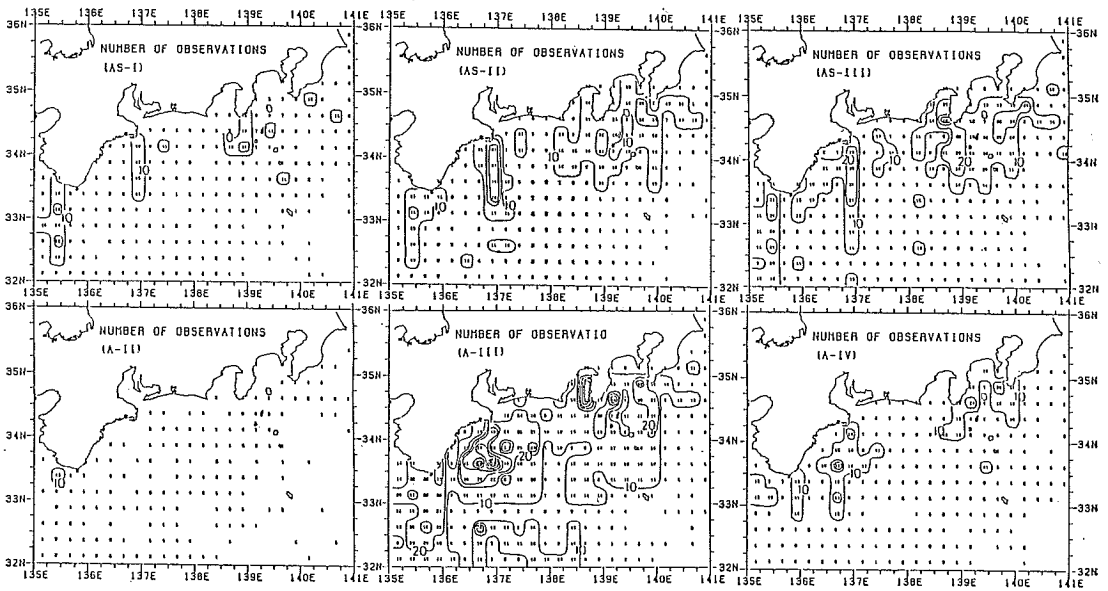


Fig. 4. Number of GEK observations for the six types of Kuroshio paths during the same periods as in Table 1.

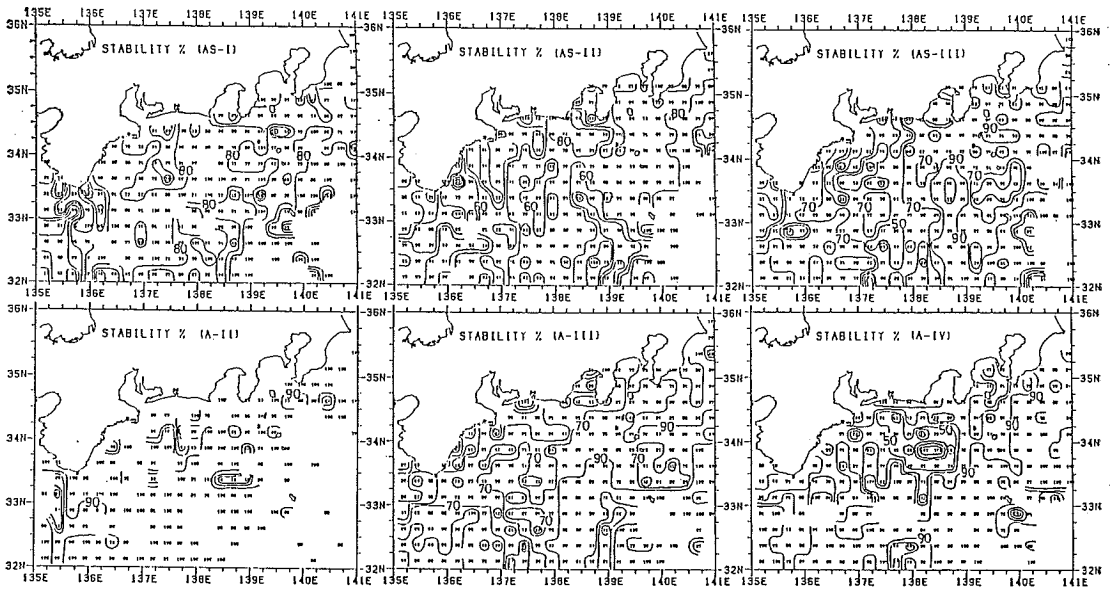


Fig. 5. Stability of the surface current velocities measured with GEK for the six types of Kuroshio paths during the same periods as in Table 1.

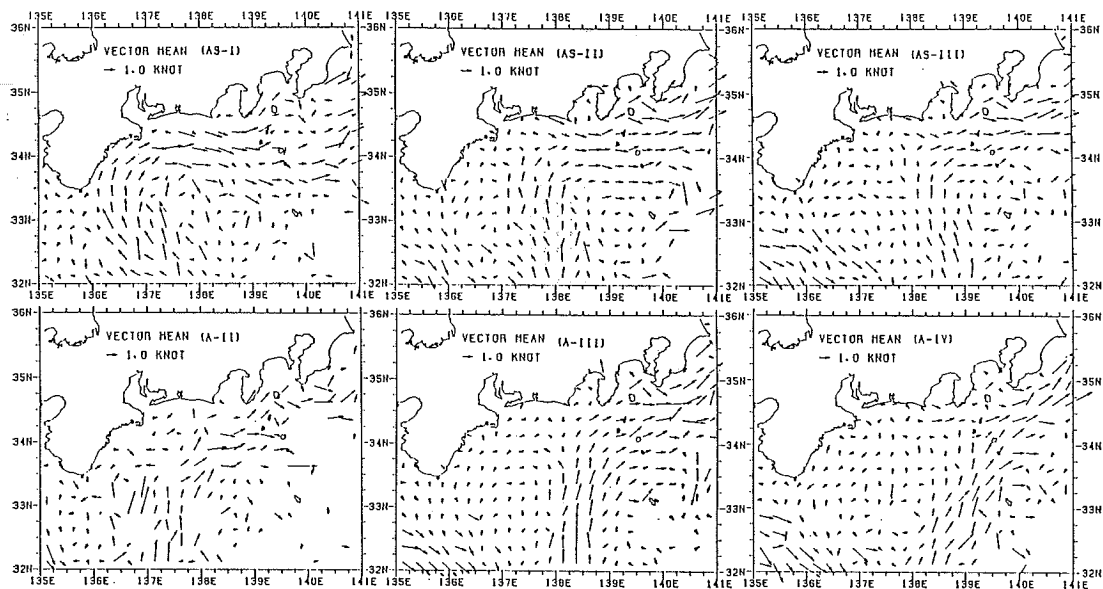


Fig. 6. Vector means of the surface current velocities measured with GEK for the six types of Kuroshio paths during the same periods as in Table 1.

Table 3. Surface current patterns in the Kumano-nada and the Enshu-nada Seas for the six types of Kuroshio paths during periods with large meanders.

Surface current pattern		
Type	the Kumano-nada Sea	the Enshu-nada Sea
As I	strong north-eastward flows	strong eastward flows (with off-shore anticyclonic circulation)
As II	weak south-westward flows	eastward flows
As III	weak south-westward flows (with off-shore cyclonic circulation)	weak irregular flows (with off-shore cyclonic circulation)
A II	irregular flows	irregular flows
A III	weak south-westward flows (with off-shore cyclonic circulation)	weak westward flows (with off-shore cyclonic circulation)
A IV	weak south-westward flows	weak irregular flows (with near-shore eastward flows)

トル平均流速の分布に基づく、熊野灘・遠州灘における平均流動場の特徴を Table 3 にまとめて示す。すなわち、①黒潮流路が遠州灘沖でS字型になる時に、遠州灘沿岸域には東向きと比較的強い流れがみられる。②S字型流路が最も西へ移動した As I タイプにおいては、熊野灘沿岸を北上する強い流れがみられる。一方、このときに黒潮の外側に位置する遠州灘の沖合には、右旋環流の存在が認められる。③黒潮が東経 138 度～139 度の間を北上する A III タイプにおいては、熊野灘・遠州灘には明確な左旋環流が存在し、熊野灘には南西向き弱い流れ、遠州灘には西向き弱い流れがそれぞれ認められる。④

黒潮が最も西寄り北上する場合を除いては熊野灘には南西向き弱い流れが卓越するが、遠州灘においては、流向・流速とも場所による相違が著しい。

また、熊野灘・遠州灘海域における流向の安定度 (Fig. 5) は、6 種類の黒潮流路タイプ別のいずれについても大蛇行期の全期間について求めた値 (Fig. 3) よりかなり高い。このことは、熊野灘・遠州灘における黒潮流路タイプ別の平均流動場が、それぞれの黒潮流路を示す期間内において卓越していることを示している。

次に、季節風の影響を調べるため、6 種類の黒潮流路のタイプごとにその流路の出現期間の GEK 観測資料

を、夏のモンスーン期（6月～9月）と冬のモンスーン期（10月～3月）とに分けて、観測資料数、流向の安定度、およびベクトル平均流速についてそれぞれ検討した。15年間の海上の実測資料を用いて風の月別平均応力を示した図（KUTSUWADA and SAKURAI, 1982）によると、熊野灘・遠州灘を包括する海域（北緯34度～36度、東経135度～140度）において、夏季は南～南南東の風、冬季は北西の風がそれぞれ卓越している。ここで分けた夏と冬とは、冬の方が期間が長く、冬に出現しやすい黒潮流路タイプが多いために、AⅣタイプを除く他の5タイプそれぞれの観測資料数は夏よりも冬の方が若干多い。そこで、ここでは夏と冬の観測資料数がほぼ等しく、周年にわたり出現しやすいAⅢタイプを例に挙げて夏と冬について比較した結果について述べる。両季の観測資料

数、流向の安定度の分布、およびベクトル平均流速値の分布をそれぞれ Fig. 7(a, b) に示すが、夏と冬とで安定度とベクトル平均値の分布に大きな違いは認められない。また、他のタイプについても同様に、夏と冬とで安定度とベクトル平均値の分布に大きな差違は認められない。このことから、非大蛇行期（小林ほか, 1984）と同様に大蛇行期においても、Fig. 6 に示される黒潮内側域の流動は、季節風の影響をほとんど受けずに、黒潮流路タイプによって規定されていると考えられる。

6. GEK 観測資料に基づく流況と人工衛星からの熱赤外画像との対応性

Photo. 1 は気象衛星 NOAA-7 に搭載された改良型高分解能放射計（Advanced Very High Resolution

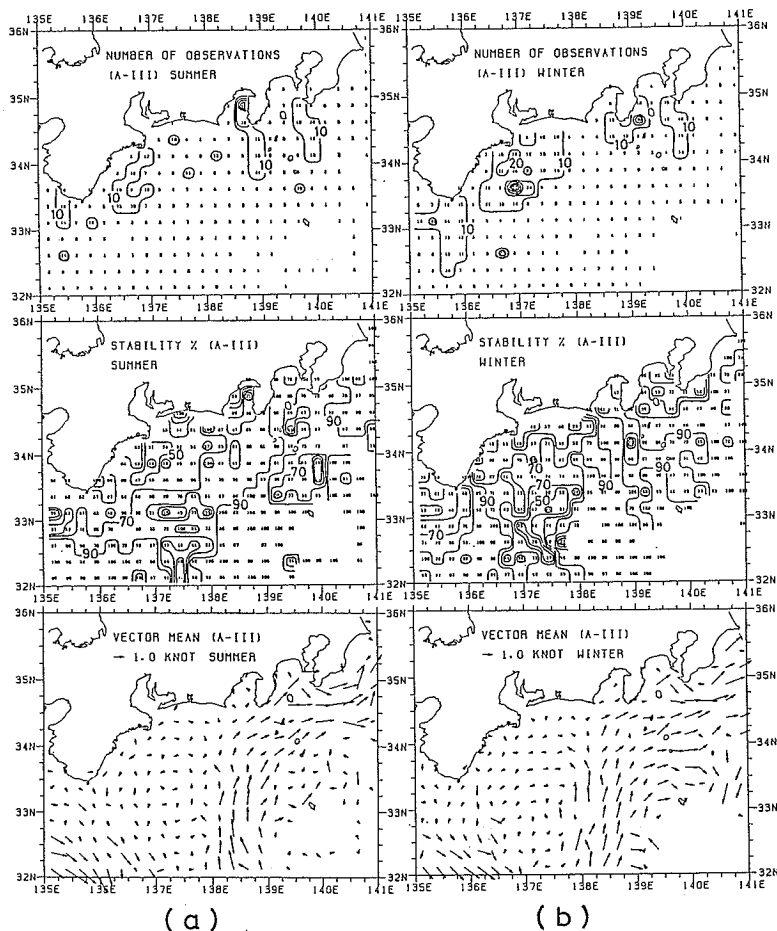


Fig. 7. Number of observations, stability and vector means of the surface current velocities measured with GEK for the AⅢ type path during the same periods as in Table 1 (a): June-September; (b): October-March.

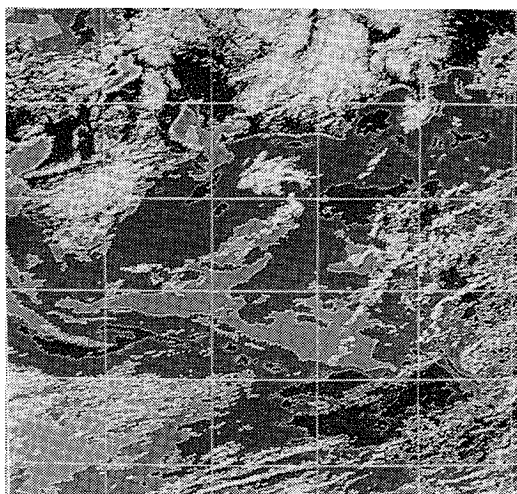


Photo. 1. The infrared AVHRR image measured by NOAA-7 (October 14, 1982). Darker areas indicate warmer waters.

Radiometer: AVHRR) により測定された、1982年10月14日の熱赤外面像である。黒は高温、白は低温を示している。この時の黒潮流路は、遠州灘沖でS字型を示し、潮岬東方沖において東経138度～139度に位置するAsⅢタイプであったことが水路部海洋速報から判断されるが、このことはPhoto. 1にも明瞭に示されている。また、この画像から、熊野灘・遠州灘沿岸域には黒潮系水と考えられる暖水が分布し、伊勢湾系の冷水が湾口から南西へ広がっている様子がみられることから、熊野灘・遠州灘の沖合の冷水域を囲んだ左旋環流の存在が示唆される。このような流動場の特徴は、Fig. 6に示したAsⅢタイプの黒潮流路における平均流動場に良く対応していることがわかる。また、人工衛星によって測定された瞬時の表面水温分布に表れる前線波動等の擾乱は、経度1度以内の振幅のスケールである。したがって、Fig. 1に示す黒潮流路タイプの分類に人工衛星による熱赤外面像データが役立つものと考えられる。

7. むすび

海上保安庁水路部の海洋速報を用い、大蛇行期の黒潮流路を6種類のタイプに分類して、各タイプ毎にGEK観測資料を収集・整理し、平均表面流況図を作製した。この結果、以下のことが明らかになった。

(1) 半月～数か月の時間スケールでは、熊野灘・遠州灘の流況は黒潮流路の小規模な変動（この海域に黒潮が流入する向きと接岸する度合の違い）により大きな影響

を受けていることが明らかになった。また、黒潮の流路タイプによって熊野灘・遠州灘の流況は異った流動パターンを示す (Table 3)。すなわち、①黒潮流路が遠州灘沖でS字型になる時に、遠州灘沿岸域には東向きの比較強い流れがみられる。②S字型流路が最も西へ移動したAsⅠタイプにおいては、強い流れが熊野灘沿岸を北上する。このとき、遠州灘の黒潮の沖側には右旋環流の存在が認められる。③黒潮が東経138度～139度の間を北上するAsⅢタイプにおいては、熊野灘・遠州灘には明確な左旋環流が存在し、熊野灘には南西向きの弱い流れ、遠州灘には西向きの弱い流れがそれぞれ認められる。④黒潮が最も西寄り北上する場合を除いては熊野灘には南西向きの弱い流れが卓越するが、遠州灘においては、流向・流速とも場所による相違が著しい。

(2) 非大蛇行期と同様に大蛇行期においても、黒潮流路の各タイプの流況には季節風の影響はみられない。各タイプの出現頻度の季節的な特徴や持続性は、黒潮大蛇行期のM1・M2期によって必ずしも一定していないが、黒潮流路が遠州灘沖でS字型になる3タイプは冬と春に出現しやすく、遠州灘へ北向きに流入するAタイプのうち、出現頻度の最も高いAsⅢタイプは秋に出現しやすい。

(3) 人工衛星からの熱赤外面像と、黒潮流路タイプ別に平均された内側域の流動とが良く対応していることから、表面水温分布を瞬時にとらえる熱赤外面像は内側域の流動を規定する黒潮流路の分類に役立つものと考えられる。

最後に、1953年～'80年のGEK観測資料(地域別ファイル, 81-060, CG1-80G)を提供して戴いた日本海洋データセンターと、NOAA-7による熱赤外面像写真を提供して戴いた社団法人漁業情報サービスセンターに感謝する。

文 献

- 藤本 実 (1968) 資源量変動に関する環境の研究(Ⅱ) 卵・稚仔輸送拡散機構としての黒潮の研究(昭和41年). 東海区水産研究所漁場海況概報, 31, 20-32.
- 藤本 実・友定 彰 (1980) 黒潮大蛇行期・非大蛇行期からみた本州南東沿岸域の平均水温分布について. 東海区水産研究所研究報告, 103, 17-30.
- 船越茂雄・柳橋茂昭・岩瀬重元 (1979) 三河湾ならびに渥美外海の平均的海況. 水産海洋研究会報, 34, 115-127.
- HIRANO, T. and M. FUJIMOTO (1970) Preliminary result of investigation of the Kuroshio functioning as a means of transportation and diffusion of fish

- eggs and larvae. In *The Kuroshio, East-West Center Press*, 405-416.
- 伊藤宣毅 (1979) 熊野灘の海況について. 水産海洋研究会報, **34**, 111-115.
- 小林雅人・杉本隆成・平野敏行 (1984) GEK 観測資料に基づく黒潮流路タイプ別の熊野灘・遠州灘の流況 - I - 黒潮非大蛇行期. 水産海洋研究会報, **46**, 18-26.
- KUTSUWADA, K. and K. SAKURAI (1982) Climatological maps of wind stress field over the North Pacific Ocean. *Oceanogr. Mag.*, **32**, 25-46.
- NAGATA, Y., K. YONEMURA and H. NISHIDA (1981) GEK measurements in a shallow water region. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **37**, 21-30.
- 西田英男 (1977) 遠州灘における黒潮変動. 水産海洋研究会報, **30**, 53-57.
- NITANI, H., S. YOSHIDA, J. OKUMOTO and H. NAKAMURA (1979) Statistics on the currents in the seas adjacent to Japan. *Rep. Hydrogr. Res.*, **14**, 57-91.
- RIKIISHI, K. (1974) Note on the Kuroshio meander. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **30**, 42-45.
- 杉本隆成 (1983) 黒潮の陸岸境界域の流動構造の観測. 昭和57年度漁業資源研究会議環境部会報, 92-104.
- 杉村充三 (1979) 潮岬周辺海域の海況について. 水産海洋研究会報, **34**, 106-111.
- 竹内淳一・鈴木 猛 (1980) 熊野灘沿岸の定置網漁場における水温変動の観測—1979年12月から1980年6月の測定結果—. 昭和54年度和歌山県水産試験場事業報告, 26-35.