

研究ノート 黒潮沿岸域における平均水面及び海水密度の季節変化

菊池眞一*

Seasonal Variation of Mean Sea Level and Density of Sea Water in Coastal Waters along the Kuroshio.

Siniti KIKUTI*

Abstract

This note shows the tables and the figures of the seasonal variation of mean sea level at Japanese coast along the Kuroshio Current. Monthly and 15 days running mean data are calculated from the tidal data observed in the period from 1971 to 2004. Characteristics of seasonal variation of MSL along the Kuroshio, such as the primary crest in early October, the secondary crest around summer solstice and a small scale crest / convexity after spring equinox, are described in graphs.

The figures of calculated sea level (CSL) are also described in graphs. The CSL is estimated by the specific volume calculated from temperature and salinity data in the area within 15 to 20 nautical miles along the coastlines around a tidal station. In the almost case of the tidal station on main lands, MSL matches the CSL calculated from the data in the depth of surface to 125 or 150 meters. Differences subtracting CSL from MSL are described in tables. The regional characteristics of the difference are shown in figures.

1 まえがき

平均水面 (MSL: Mean Sea Level) は水路測量や海図作成において高さの基準面として使用され、水深の基準面である最低水面にも密接に関係する。日本沿岸の 1 か月平均水面の季節変化は、海水密度及び気圧に対応して変化し、海流によるコリオリの力に影響されることが知られている (Nomitsu and Okamoto 1926, 津村 1963)。本研究は長期間の潮汐観測データを使用して 1 か月平均水面及び 15 日間平均水面の平年値を作成し、その季節変化の特性を調べた。

海水密度と平均水面との相関については多くの研究がされている。庄司 (1954) 及び吉田 (1961) は、伊東、布良及び八丈島の日平均水位 (25 時

間平均) と周辺海域の力学的深度 (800 m 基準) が比例することを報告している。最近の例として、外洋海況を解析することを目的とした研究が Sekine and Fujita (1999), 日比野 (2001) 及び久野・藤田 (2003) によって行われている。本研究では潮汐観測地点周辺の水温・塩分データから海水比容の周年データを作成し、比容から推測した海面高と平均水面を比較した。

本報告で記述した平均水面は、特に断らない場合、気圧補正をした 1 か月平均水面及び 15 日間平均水面である。また、平均水面及び海面高は各地点の 1 年間の平均が 0 となるように調整した値を示している。

†Received January 17, 2006 ; Accepted March 3, 2006

* 海洋研究室 Ocean Research Laboratory

2 使用データと処理方法

(1) 平均水面データの作成

平均水面データは、日本海洋データセンター (JODC) 及び国土地理院が保管する潮汐データ並びに気象庁気象観測 (電子閲覧室) 掲載の気圧データを使用して作成した。潮汐データは、海上保安庁、気象庁及び国土地理院により観測された1971年～2004年の正時データである (一部前後の期間のデータを使用した)。JODC 保管となっていない最近の潮汐データは海上保安庁管区本部及び気象庁のホームページに掲載されたデータを使用した。これらのデータは2004～2005年に各機関のホームページからダウンロードした。

平均水面は15日間平均水面及び1か月平均水面を日平均水面の移動平均により算出した。日平均水面は0～23時の正時データを、全24点がそろっていることを条件として、平均して求めた。日平均データは観測地点近傍の気象庁の海面気圧データにより1013 hPaを標準とし、気圧変化1 hPaに対して補正量1 cmとする気圧補正を行った。中之島、神津島等の近辺に気象庁気圧データがない観測地点は複数カ所の海面気圧データを距離により加重平均して算出した気圧データを使用した。

移動平均は85%以上の日平均データがあることを条件とし、すなわち15日間平均では13日分以上、1か月 (29日間) 平均では25日分以上のデータがある計算結果を採用した。日平均データについて、1回の移動平均を行う「単純移動平均」及び移動平均を繰り返す「KZ (Kolmogorov-Zurbenko) フィルターを用いた移動平均」の2つの方法で15日間及び1か月間の移動平均処理を行った。KZ フィルターを用いた移動平均は移動平均を3回繰り返した。移動平均を繰り返す場合は85%以上の元データがあることを条件とした。本報告ではKZ フィルター処理した平均は末尾に (KZ) を付記することとする。15日間平均 (KZ) は、15日間平均と1か月平均の中間で、やや前者に近い値を示す。

海洋データの日平均値は潮汐の影響を強く影響

を受ける。花輪・三寺 (1985) は24時間平均値 (日平均値) に14日周期の偽波動が生じることを示し、日平均潮位資料を扱うとき、「標準化時間の2倍の周期以下の変動を除去しておくことが、時系列解析の基礎である」と指摘している。本研究では、朔から望まで平均14.765日間であることから、15日間 (又は29日間) 移動平均及び24時間平均を組み合わせることにより天文潮汐の影響を本研究に必要な程度に小さくできると考えた。

(2) 平均水面平年値データの作成と計測

平年値データは、暦日により作成した場合、うるう年の扱いが問題となる。そのため、普遍性が高い、「東経135度における太陽黄経」を時間目盛とし、1度ごとの平年値を算出した。本報告で使用している日付は太陽黄経を2000年の日付に換算したものである。太陽黄経と日付の変換は暦計算研究会 (1991) に掲載されたデータを使用した。

記録部が電子化される以前の潮汐データは欠測が少なくない。各年、各時期の変動が大きいこと

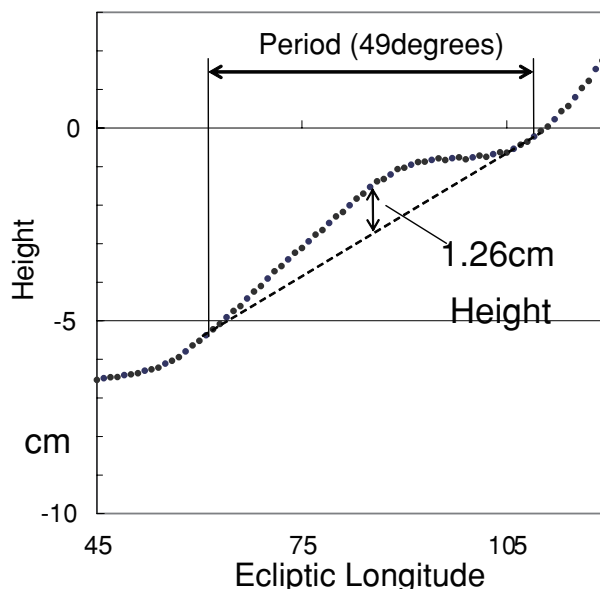


Figure 1. Measurement of Convexity on the graph of Mean Sea Level

Convex unit of 15 days MSL (KZ) at Odomari Tidal Station; KZ is “Kolmogorov-Zurbenko Filter”, repeating running-mean processing

から欠測があると平均値に段差が現れることが多い。津村 (1963) は「欠測の場合の値は、周辺の検潮所の値から推定値で修正あるいは補充した」とし、丁寧な処理により欠測データに対処している。本研究は、欠測によって生じる平年値の不連続をなくすため、太陽黄経 3 度ごとの潮高昇降量を算出し、次に昇降量の平均値から平年値となる水位データを計算する方法をとった。なお、1991 年以降、各地の観測データの欠測が非常に少なくなっている。

平均水面平年値の特性を示すため、顕著な峰の発生時期及び高さをグラフ上で計測した。凸部 (Convex unit) がある場合、凸部の中央付近を発生時期に関する仮の値として、その前後に等時間の幅を設定する。この幅のはじめと終わりにあたる平年値カーブ上の 2 点を結ぶ直線を引き、発生時期の時点の水位とこの直線の差を凸部の高さとする。直線の始点から終点までの長さは太陽黄経 27~79 度の間とし、2 度間隔で移動させ、高さが最大となる点を凸部の発生時期とする (Figure 1 参照)。直線の設定期間は Table 5 に期間 (太陽

黄経) として掲載した。

(3) 海水密度からの海面高さの算出

平均水面と比較するために海面から一定深度までの平均密度を求め、密度の逆数である平均比容 (Specific volume) 及び深度の積を密度 1.025 g/cm³ の海水の比容 (0.9756 cm³/g) で割った値を海面高さとした。ある海域の海水質量が一定であると仮定して海水密度から算出した海面高の平均値からの偏差を計算海面高 (CSL: Calculated Sea Level) と呼ぶこととする。なお、“calculated sea level”の用語は Sekine and Fujita (1999) が使用している。

海水密度は JODC の各層水温・塩分データの標準深度に合わせて 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500 m の深度について計算した。Table 1 に示すように観測地点周辺では深度 100 m 以深ではデータが少なくなるため全ての点で 500 m までの海水密度を求めることはできなかった。海水密度は、日本海洋データセンター (1984) に掲載された「新国

Table 1. Average Count of Oceanographic Data to calculate Sea Water Density around each Tidal Station

	Temperature				Salinity			
	0,10m	20-75m	100-300m	400m-	0,10m	20-75m	100-300m	400m-
Kushimoto and Westward	11,156 (5805)	15,751 (9195)	7,672 (3,307)	523 (19)	7,549 (3,009)	12,479 (4,865)	5,300 (1,787)	369 (0)
Uragami to Uchiura	9,760 (3,788)	14,136 (5,374)	9,391 (2,580)	849 (84)	7,142 (3,478)	10,793 (5,610)	6,685 (1,977)	560 (55)
Tago and Eastward	8,671 (4,690)	12,707 (6,900)	11,273 (4,246)	1,126 (271)	4,817 (2,483)	6,382 (5,180)	4,224 (2,550)	819 (175)
Islands	9,403 (4,398)	13,573 (6,467)	8,625 (2,209)	750 (42)	6,201 (568)	9,645 (1,146)	5,096 (1,239)	531 (1)
Internal seas and bays	13,970 (8,639)	17,991 (12,386)	786 (249)	24 (23)	11,432 (5,416)	14,589 (7,159)	238 (65)	3 (0)

*The least numbers of oceanographic data are shown in parenthesis.

The area around tidal station of mainland is limited within 15 to 20 nautical miles from coastline.

Areas around islands are shown in Table 2.

Table 2. Oceanographic data to calculate Sea Water Density around the islands located in/around the Kuroshio

Tidal Station	Nakanoshima	Nishinoomote	Kozushima	Miyakejima	Hatijojima
Area	2930-3030N 12930-13030E	3030-3110N 13030-13110E	3400-3430N 13850-13925E	3350-3420N 13900-14000E	3230-3340N 13900-14030E
Temperature data	28,606	13,559	34,166	53,001	35,139
Salinity data	15,213	7,822	12,447	16,552	3,940

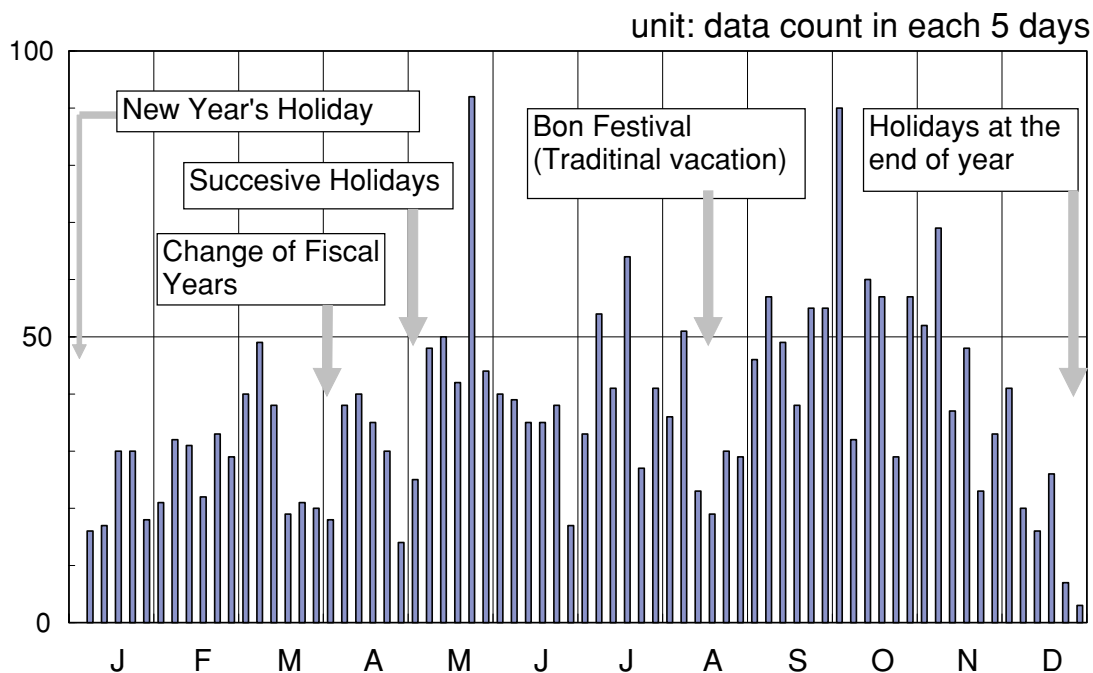


Figure 2. Temperature Data at the Depth of 100 meters around the Minamiizu Tidal Station in each 5 days
(Total data count : 2,594)

際海水状態方程式 1980」により計算した。海面から一定深度までの平均密度は各標準深度間を直線補間して求めた。

海水密度の計算に使用した水温・塩分データは JODC が保管する 1960 年から最近までの観測データを使用した。海水密度は、潮汐観測地点近傍の距岸 15~20 海里、海岸線に沿って 30~50 海里的海域の海水密度平均値データを作成した。平均処理において各深度のデータ数ができるだけ 1000 点を超えるようにした (Table 1 参照)。一般に外洋に位置する島周辺のデータ数が少ないため、島周辺の広い海域のデータを使用した (Table 2 参照)。

JODC は経緯度 1 度区画海域各月の水温・塩分統計データを公表している。同統計データの平均処理では、処理データの標準偏差を計算して 3σ の範囲から外れるデータを除去する処理を最大 21 回、繰り返して平均値を算出している。計算海面高算出に使用した海洋観測データは、水温 $1\sim 32^{\circ}\text{C}$ 、塩分 30~35 psu の範囲のデータに限定し、同一時刻・同一地点の観測データは重複データとして除外した。重複データ除去処理により各

区域で 1~2% のデータが除外された (重複データは主に各層観測データと CTD データの重複である)。その上で暦年半年ごとの平均値を算出した。

水温・塩分観測は、各月上旬に極端に集中し、年末年始、年度末、連休にデータ数が減少する (Figure 2 参照)。特に沿岸海域でこの傾向が強く、沖合でもその傾向がある。このため、最初に 5 日間平均値を算出し、次に 5 日間平均値 3 点を使用した移動平均を 3 回繰り返して平滑化し、5 日間の代表値 (平均値) とした。半旬に含まれるデータ数が 3 点以下のとき、その半旬が含まれる月の標準偏差を計算して 3σ の範囲から外れる場合、除外して半旬平均値を算出した。データが欠如する半旬については前後のデータを使用して直線補間により内挿した。

上記の平滑化処理の結果、移動平均後の値には 25 日間分のデータが寄与することとなる。データ密度が均等であれば、中央の 15 日間分のデータを約 78% の割合で反映するので、この 5 日間の代表値が 15 日間平均値にほぼ相当すると考えている。

Seasonal Variation of Mean Sea Level and Density of Sea Water in Coastal Waters along the Kuroshio.

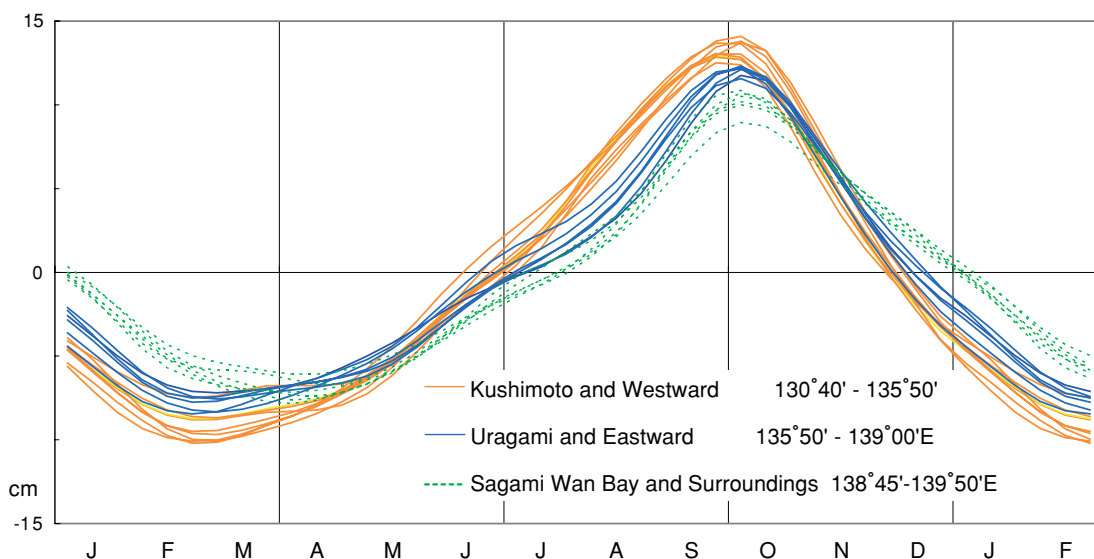


Figure 3. Running Mean of Monthly Mean Sea Level on Japanese Coast along the Kuroshio

Table 3. Tidal stations and Mean Sea Level on the Japanese Coast along the Kuroshio

Tidal Station Name	Position		15 days Mean Sea Level (KZ)				Range	Remarks	
	Latitude	Longitude	Minimum Time	Minimum Height	Maximum Time	Maximum Height			
<Kushimoto and westward>									
Odomari	大泊	31° 1'	130° 41'	-17 (3/3)	-8.45	191 (10/3)	14.12	22.6	JCG
Aburatsu	油津	31° 35'	131° 25'	-17 (3/3)	-9.33	194 (10/7)	14.76	24.1	JMA
Hososhima	細島	32° 26'	131° 40'	-16 (3/4)	-9.25	188 (10/1)	14.19	23.4	GSI
Tosashimizu	土佐清水	32° 47'	132° 58'	-16 (3/4)	-9.26	192 (10/5)	14.07	23.3	JMA
Kure	久礼	33° 20'	133° 15'	-21 (2/28)	-10.53	196 (10/9)	15.40	25.9	GSI
Kochi	高知	33° 30'	133° 34'	-21 (2/28)	-10.47	196 (10/9)	14.69	25.2	JMA
Murotomisaki	室戸岬	33° 16'	134° 10'	-18 (3/2)	-9.89	196 (10/8)	14.85	24.7	JMA
Shirahama	白浜	33° 41'	135° 23'	-16 (3/4)	-10.63	195 (10/8)	14.23	24.9	JMA
Kushimoto	串本	33° 29'	135° 46'	-18 (3/2)	-10.26	195 (10/8)	13.88	24.1	JMA
<Uragami and eastward>									
Uragami	浦神	33° 33'	135° 54'	-17 (3/4)	-7.18	196 (10/9)	12.69	19.9	JMA
Owase	尾鷲	34° 05'	136° 12'	-18 (3/2)	-8.77	194 (10/7)	13.64	22.4	JMA
Maisaka	舞阪	34° 41'	137° 37'	-20 (3/1)	-8.80	192 (10/5)	13.59	22.4	JMA
Omaezaki	御前崎	34° 37'	138° 13'	-18 (3/2)	-8.23	193 (10/6)	13.88	22.1	JMA
Yaizu	焼津	34° 52'	138° 20'	-24 (2/25)	-7.66	196 (10/9)	13.45	21.1	GSI
Shimizuko	清水港	35° 01'	138° 31'	-18 (3/2)	-7.98	194 (10/7)	12.76	20.7	JMA
Uchiura	内浦	35° 01'	138° 53'	-19 (3/1)	-7.73	193 (10/6)	11.93	19.7	JMA
<Sagami Wan Bay and around>									
Tago	田子	34° 48'	138° 46'	26 (4/15)	-7.18	195 (10/8)	11.38	18.6	GSI
Minamizu	南伊豆	34° 38'	138° 53'	28 (4/18)	-7.09	195 (10/8)	12.23	19.3	JCG
Ito	伊東	34° 53'	139° 8'	24 (4/13)	-7.94	190 (10/3)	12.04	20.0	GSI
Aburatsubo	油壺	35° 10'	139° 37'	21 (4/11)	-7.90	193 (10/6)	10.74	18.6	GSI
Mera	布良	34° 55'	139° 49'	28 (4/18)	-7.82	192 (10/5)	10.87	18.7	JMA
Okada	岡田	34° 47'	139° 23'	24 (4/14)	-6.35	194 (10/7)	10.28	16.6	JMA
<Islands located in the Kuroshio Current>									
Nakanoshima	中之島	29° 51'	129° 51'	-39 (2/10)	-11.11	165 (9/8)	13.05	24.2	JCG
Nishinoomote	西之表	30° 44'	131° 0'	-15 (3/5)	-10.66	190 (10/2)	14.50	25.2	JCG
Kozushima	神津島	34° 13'	139° 8'	-38 (2/13)	-8.21	204 (10/17)	12.05	20.3	JCG
Miyakejima	三宅島	34° 4'	139° 29'	-25 (2/24)	-9.86	201 (10/14)	12.62	22.5	JCG
Hachijojima	八丈島	33° 9'	139° 49'	30 (4/18)	-13.56	170 (9/11)	25.96	39.5	JCG
<Inland seas and bays>									
Uwajima	宇和島	33° 14'	132° 33'	-17 (3/3)	-10.93	183 (9/25)	13.69	24.6	JMA
Komatsujima	小松島	34° 1'	134° 35'	-18 (3/2)	-11.43	195 (10/8)	14.22	25.6	JMA
Wakayama	和歌山	34° 13'	135° 9'	-17 (3/4)	-11.45	196 (10/9)	14.06	25.5	JMA
Kainan	海南	34° 9'	135° 12'	-15 (3/5)	-10.74	196 (10/9)	14.11	24.9	GSI
Toba	鳥羽	34° 29'	136° 49'	-20 (2/29)	-11.21	191 (10/4)	15.44	26.7	JMA

Time: Ecliptic longitude in degree and date in 2000

Unit of height: cm

GSI: Geographical Survey Institute JCG: Japan Coast Guard JMA: Japan Meteorological Agency

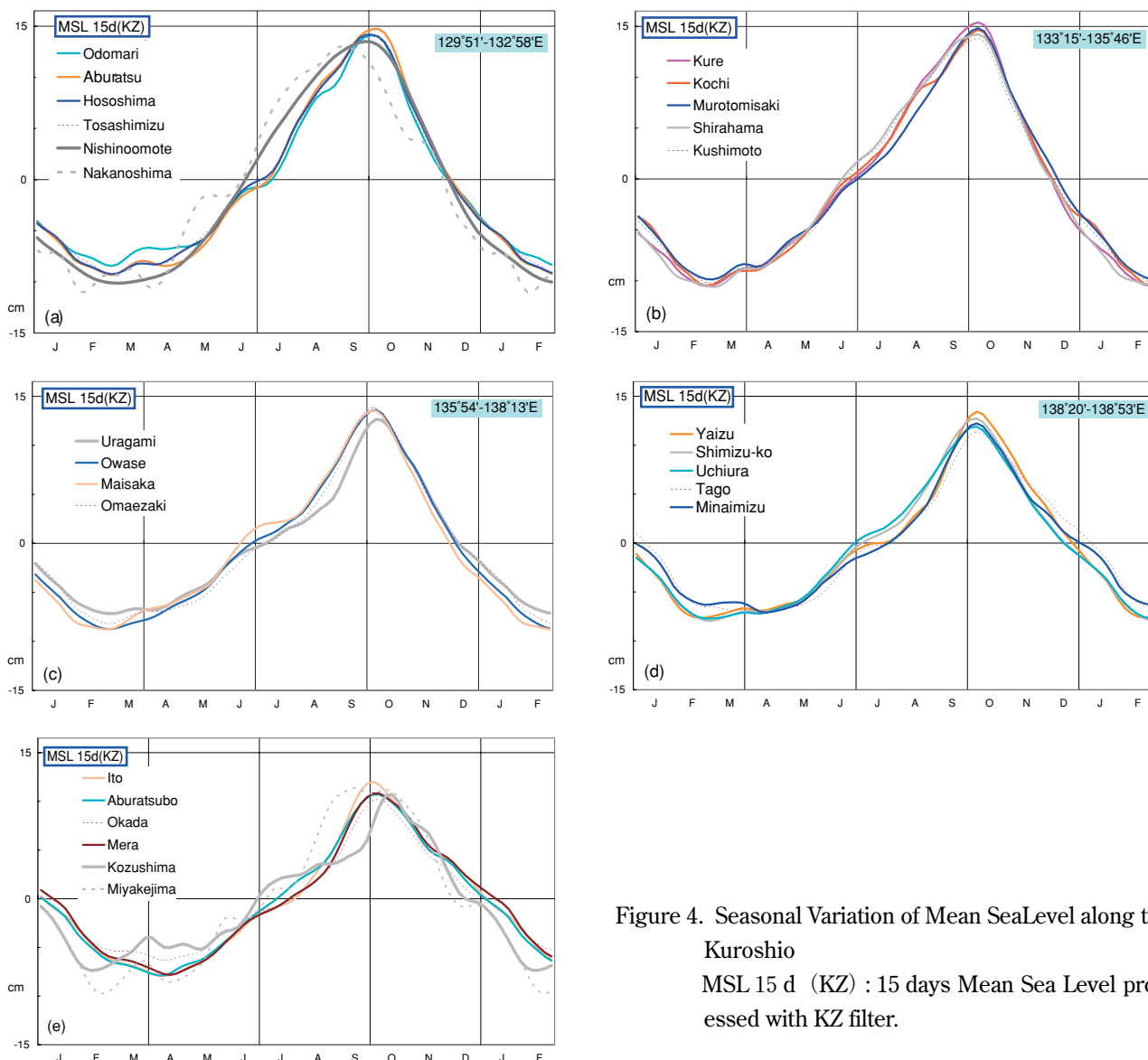


Figure 4. Seasonal Variation of Mean Sea Level along the Kuroshio
MSL 15 d (KZ) : 15 days Mean Sea Level processed with KZ filter.

3 結果

(1) 平均水面

大泊（鹿児島県）～布良（千葉県）の黒潮沿岸域の潮汐観測地点及び15日間平均水面（KZ）（1971～2004年）の概要をTable 3に示した。最低となる時期は、島を除いて、内浦（静岡県）以西で太陽黄経 $-24 \sim -15$ 度（2月25日～3月5日）であり、田子（静岡県）以東では太陽黄経 $21 \sim 28$ 度（4月11日～18日）である。平均水面季節変化の変動幅は西より東に小さくなる傾向がある。最大となる時期は、島及び内海・湾を除いて、太陽黄経 $188 \sim 196$ 度（10月1日～9日）、特にその後半に集中する。津村（1963）が指摘した月平均水面の7月における停滞は、気圧補正した

平均水面にも現れ、浦神以東でやや顕著である（Figure 3参照）。黒潮沿岸域平均水面の季節変化は、変動幅、最低となる時期及び7月の上昇鈍化という特性によって、紀伊半島先端付近の串本と浦神の間及び駿河湾東部の内浦と田子の間に境界を置くことができる。この境界は津村（1963）の潮汐パターンの境界と一致する。

15日間平均水面（KZ）平年値の旬平均値をTable 4に示した。外洋に面する本土に位置する観測点（岡田を含む）及び南西諸島の観測点の15日間平均水面（KZ）平年値をFigure 4に示した。平年値は太陽黄経1度ごとの値を2000年1月～2001年2月の値に換算して示した。

菊池（2005）が示した1971～2000年までの広

Table 4. 15 days Mean Sea Level on Japanese Coast along the Kuroshio

Mean Sea Level: Ten days average of running mean of 15 days MSL processed with KZ filter.

	Jan.			Feb.			Mar.			Apr.			May			Jun.		
	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late
<Kushimoto and westward>																		
Odomari	-4.6	-5.3	-6.4	-7.2	-7.0	-7.7	-8.1	-7.1	-6.4	-6.2	-6.8	-6.4	-6.5	-6.0	-4.8	-3.0	-1.4	-0.7
Aburatsu	-4.7	-5.4	-6.7	-8.2	-8.3	-9.1	-9.4	-8.5	-7.8	-8.0	-8.5	-8.1	-7.7	-6.7	-5.3	-3.2	-1.8	-1.0
Hososhima	-4.9	-5.4	-6.7	-8.3	-8.5	-9.2	-9.5	-8.8	-8.0	-8.1	-7.9	-7.1	-6.5	-5.5	-4.4	-2.4	-1.0	0.0
Tosashimizu	-4.3	-5.3	-6.4	-7.7	-8.1	-9.0	-9.4	-8.5	-7.8	-8.1	-8.3	-7.4	-6.5	-5.6	-4.3	-2.4	-1.1	-0.7
Kure	-5.7	-6.7	-7.7	-8.9	-9.8	-10.5	-10.5	-9.6	-8.7	-8.7	-8.4	-7.2	-6.2	-5.5	-4.4	-2.8	-1.0	0.0
Kochi	-4.1	-5.2	-7.1	-8.9	-9.8	-10.5	-10.1	-9.2	-8.5	-8.7	-8.6	-7.7	-6.8	-5.7	-4.0	-2.1	-0.4	0.3
Murotomisaki	-3.9	-5.3	-6.7	-8.3	-9.1	-9.8	-10.1	-9.4	-8.3	-8.7	-8.8	-7.3	-6.1	-5.5	-4.6	-3.3	-1.2	-0.3
Shirahama	-5.5	-6.7	-8.3	-9.7	-9.9	-10.7	-11.0	-10.2	-8.8	-8.9	-8.7	-7.3	-6.2	-5.6	-4.1	-2.4	-0.6	0.9
Kushimoto	-4.4	-5.6	-7.2	-8.4	-9.1	-10.2	-10.4	-9.5	-8.6	-8.9	-8.6	-7.3	-6.4	-6.0	-4.9	-3.3	-1.2	0.8
<Uragami and eastward>																		
Uragami	-2.4	-3.7	-4.8	-5.9	-6.6	-7.0	-7.2	-6.9	-6.7	-6.8	-6.6	-5.9	-5.1	-4.6	-3.7	-2.4	-1.4	-0.7
Owase	-3.6	-4.7	-5.8	-7.2	-8.0	-8.7	-8.8	-8.3	-7.9	-7.5	-6.9	-6.1	-5.6	-5.0	-4.0	-2.3	-1.1	0.0
Maisaka	-4.1	-5.3	-6.7	-8.3	-8.3	-8.7	-8.7	-7.9	-7.0	-6.4	-6.2	-6.0	-5.4	-4.8	-3.9	-2.2	-0.2	1.3
Omaezaki	-2.2	-3.3	-4.9	-6.8	-7.3	-8.1	-8.3	-7.6	-7.0	-6.9	-7.1	-6.7	-6.3	-5.9	-4.7	-3.4	-2.3	-1.0
Yaizu	-1.8	-3.1	-4.5	-6.7	-7.6	-7.9	-7.5	-7.2	-6.7	-6.7	-7.0	-6.6	-6.1	-6.0	-4.9	-3.6	-2.2	-0.8
Shimizu-ko	-1.8	-2.8	-4.2	-6.2	-7.0	-8.0	-8.0	-7.6	-7.1	-7.0	-7.1	-6.9	-6.5	-6.2	-4.9	-3.8	-2.3	-0.7
Uchiura	-1.8	-2.8	-4.2	-6.1	-7.0	-7.8	-7.8	-7.6	-7.2	-7.2	-7.4	-6.9	-6.4	-6.1	-4.6	-3.3	-1.9	-0.3
<Sagami Wan Bay and around>																		
Tago	0.8	-0.4	-1.8	-4.2	-5.7	-6.4	-6.2	-6.6	-6.5	-6.5	-7.0	-6.6	-6.2	-6.3	-5.7	-5.2	-3.5	-1.9
Minamiizu	-0.1	-1.0	-2.7	-5.0	-5.8	-6.6	-6.7	-6.5	-6.4	-6.8	-7.3	-7.0	-6.7	-6.5	-5.2	-4.2	-3.2	-2.1
Ito	0.5	-0.1	-1.3	-3.4	-4.3	-5.2	-5.5	-5.5	-5.7	-6.2	-6.6	-6.2	-6.0	-5.5	-4.1	-3.6	-2.9	-1.7
Aburatsubo	0.0	-0.7	-1.9	-3.9	-5.0	-6.3	-6.6	-6.9	-7.5	-8.0	-8.1	-7.4	-6.8	-6.5	-5.3	-4.6	-3.4	-2.1
Mera	0.6	-0.2	-1.3	-3.6	-4.6	-5.9	-6.1	-6.3	-6.8	-7.3	-7.9	-7.6	-6.8	-6.5	-5.3	-4.4	-3.0	-2.0
Okada	0.5	-0.1	-1.3	-3.4	-4.3	-5.2	-5.5	-5.5	-5.7	-6.2	-6.6	-6.2	-6.0	-5.5	-4.1	-3.6	-2.9	-1.7
<Islands located in the Kuroshio Current>																		
Nakanoshima	-7.0	-6.2	-7.2	-10.8	-11.0	-8.9	-9.6	-9.0	-9.7	-11.8	-9.9	-7.8	-4.4	-2.4	-2.4	-2.3	-1.1	1.1
Nishinoomote	-6.6	-7.3	-7.6	-9.4	-10.0	-10.1	-10.2	-10.1	-9.4	-9.4	-9.7	-9.0	-7.7	-6.2	-4.6	-3.0	-1.2	0.7
Kozushima	-0.6	-2.6	-5.3	-7.6	-8.2	-7.9	-7.0	-6.3	-4.4	-4.7	-5.7	-5.3	-5.9	-6.0	-3.9	-3.3	-2.4	-0.3
Miyakejima	-0.5	-2.2	-4.5	-6.6	-9.1	-9.6	-8.5	-7.2	-5.6	-7.2	-8.8	-8.1	-8.0	-7.3	-3.9	-2.3	-3.7	-2.9
Hachijojima	-3.7	-6.6	-8.8	-11.0	-12.0	-11.1	-11.6	-10.3	-10.5	-12.8	-13.5	-12.3	-9.0	-7.4	-3.7	-2.3	-2.9	-2.8
<Inland seas and bays>																		
Uwajima	-5.4	-6.4	-8.1	-9.7	-9.9	-10.7	-11.0	-10.1	-9.3	-8.8	-8.6	-7.7	-6.7	-5.5	-3.8	-1.3	0.3	1.3
Komatsujima	-6.6	-7.7	-9.2	-10.7	-10.8	-11.5	-11.5	-10.7	-9.6	-9.2	-8.5	-6.8	-5.6	-4.8	-3.1	-1.4	0.4	2.2
Wakayama	-6.1	-7.4	-9.0	-10.4	-10.8	-11.4	-11.7	-11.0	-9.8	-9.4	-8.6	-7.0	-6.0	-5.4	-3.9	-1.8	0.3	2.1
Kainan	-5.5	-6.7	-8.3	-9.8	-10.2	-10.6	-11.0	-10.4	-9.4	-9.8	-9.5	-7.6	-5.9	-5.3	-4.1	-2.3	-0.4	1.4
Toba	-6.0	-7.3	-8.6	-9.7	-10.4	-10.7	-10.4	-9.6	-8.5	-7.3	-6.3	-5.5	-4.7	-3.7	-2.6	-1.1	0.2	1.5
	Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.			Dec.		
	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late
<Kushimoto and westward>																		
Odomari	-0.9	0.3	3.1	4.9	7.3	8.5	9.2	12.0	13.8	13.7	13.0	9.4	6.2	3.8	1.0	-0.4	-1.6	-3.1
Aburatsu	-0.7	0.8	4.0	6.1	8.4	10.0	10.7	12.8	14.4	14.8	14.4	10.9	7.6	5.0	2.0	0.2	-1.6	-3.2
Hososhima	0.3	1.2	3.9	6.0	7.9	9.7	10.6	12.6	14.1	14.0	13.3	9.9	6.9	4.6	1.6	-0.2	-2.1	-3.6
Tosashimizu	-0.1	1.3	3.9	5.8	7.6	9.3	10.5	12.4	13.7	14.1	13.4	9.7	6.5	4.3	1.9	0.2	-1.9	-3.3
Kure	1.0	1.9	3.9	5.8	8.2	10.1	11.2	13.0	14.5	15.4	15.0	11.4	7.9	5.5	2.5	0.3	-2.3	-4.5
Kochi	1.4	2.4	3.9	5.8	7.9	9.2	9.6	11.3	13.2	14.7	14.4	10.8	8.1	5.8	2.5	0.4	-2.0	-3.7
Murotomisaki	0.6	1.6	2.8	4.3	6.5	8.1	9.9	11.8	13.8	15.1	14.6	11.4	8.2	5.8	3.3	1.6	-1.0	-2.8
Shirahama	2.1	2.8	4.9	6.7	8.6	9.6	11.1	13.0	13.5	14.2	14.1	10.7	7.9	5.5	2.3	0.5	-1.5	-3.9
Kushimoto	2.2	2.8	4.6	6.5	7.8	9.3	11.1	12.4	13.0	14.1	13.5	9.9	7.1	4.9	2.3	0.8	-1.2	-3.2
<Uragami and eastward>																		
Uragami	-0.2	0.5	1.4	1.9	2.7	3.8	5.1	7.8	10.6	12.4	12.2	10.3	8.4	6.2	3.8	1.6	-0.1	-1.2
Owase	0.7	1.0	2.1	2.5	4.1	6.2	7.8	10.4	12.5	13.8	13.0	10.1	8.4	6.1	3.3	1.5	-0.9	-2.2
Maisaka	2.1	2.2	2.5	2.6	4.5	6.4	7.9	10.6	12.7	13.7	12.7	9.8	7.4	4.9	2.3	0.5	-2.1	-3.0
Omaezaki	-0.3	0.0	1.2	1.7	3.5	5.4	7.5	10.7	12.9	14.2	13.0	10.6	8.5	6.0	3.5	2.0	-0.2	-1.1
Yaizu	-0.1	0.3	0.2	1.0	2.8	4.0	5.3	9.0	11.7	13.9	12.9	11.2	8.9	6.3	4.7	3.3	1.0	-0.1
Shimizu-ko	0.3	0.7	1.4	1.9	3.5	5.4	7.3	10.1	11.8	13.1	12.2	10.1	8.2	5.8	3.4	2.2	0.3	-0.6
Uchiura	0.9	1.4	2.1	2.7	4.0	5.6	7.2	9.3	11.0	12.3	11.2	9.4	7.7	5.6	3.4	2.2	0.2	-0.7
<Sagami Wan Bay and around>																		
Tago	-0.8	-0.2	-0.7	0.1	1.9	3.1	4.1	7.2	9.4	11.4	10.7	9.7	8.3	6.3	5.3	4.6	2.7	2.1
Minamiizu	-1.6	-1.1	0.0	0.7	2.3	3.8	6.1	9.1	11.2	12.8	11.9	9.9	8.2	5.9	4.2	3.5	1.6	0.8
Ito	-1.3	-1.0	0.0	0.7	1.7	2.6	4.1	6.7	8.8	10.3	10.1	8.5	6.7	4.7	3.9	3.4	1.7	1.1
Aburatsubo	-1.2	-0.5	0.7	1.8	2.8	4.0	6.3	9.0	10.6	11.5	10.6	9.5	7.9	5.6	4.4	4.0	2.0	1.1
Mera	-1.5	-1.0	0.0	0.7	1.7	2.9	5.2	8.3	10.3	11.2	10.2	9.4	7.9	5.6	4.7	4.3	2.6	1.8
Okada	-1.3	-1.0	0.0	0.7	1.7	2.6	4.1	6.7	8.8	10.3	10.1	8.5	6.7	4.7	3.9	3.4	1.7	1.1
<Islands located in the Kuroshio Current>																		
Nakanoshima	4.8	6.9	9.0	10.1	10.6	11.8	13.2	13.0	12.7	11.0	9.0	5.6	4.0	4.4	2.9	-1.4	-3.8	-5.0
Nishinoomote	3.3	5.2	6.6	8.0	10.2	11.7	12.3	13.2	14.2	14.0	13.4	10.2	6.8	5.2	3.0	0.0	-3.1	-4.9
Kozushima	1.7	2.1	1.9	1.6	3.0	3.7	4.2	5.3	6.0	9.5	11.7	10.4	8.5	7.8	5.6	2.7	0.2	0.1
Miyakejima	-1.3	0.2	-0.3	2.0	4.9	8.4	11.1	11.9	11.2	10.9	12.5	10.8	9.8	7.7	4.2	0.9	-0.6	0.1
Hachijojima	-2.0	-2.1	0.2	5.8	12.8	19.3	24.4	24.6	18.8	15.9	13.5	10.8	7.9	4.4	0.0	-2.0	-0.6	-1.4
<Inland seas and bays>																		
Uwajima	2.0	3.6	5.7	7.3	8.9	10.7	11.4	12.9	13.8	13.3	12.9	10.0	7.1	4.7	1.7	-0.3	-2.3	-3.7
Komatsujima	3.7	4.3	5.8	7.5	9.0	10.3	11.7	13.2	13.5	13.9	13.7	10.6	7.4	5.0	1.9	-0.3	-2.7	-5.2
Wakayama	3.5	4.1	6.0	7.9	9.2	10.3	11.6	12.8	13.2	14.1	14.0	10.7	7.5	5.1	2.1	0.2	-2.2	-4.7
Kainan	2.9	3.5	5.3	7.4	8.9	10.0	11.4	12.7	13.2	14.1	14.0	10.7	7.7	5.4	2.4	0.4	-2.0	-4.3
Toba	2.5	3.4	4.2	5.1	6.3	7.9	10.0											

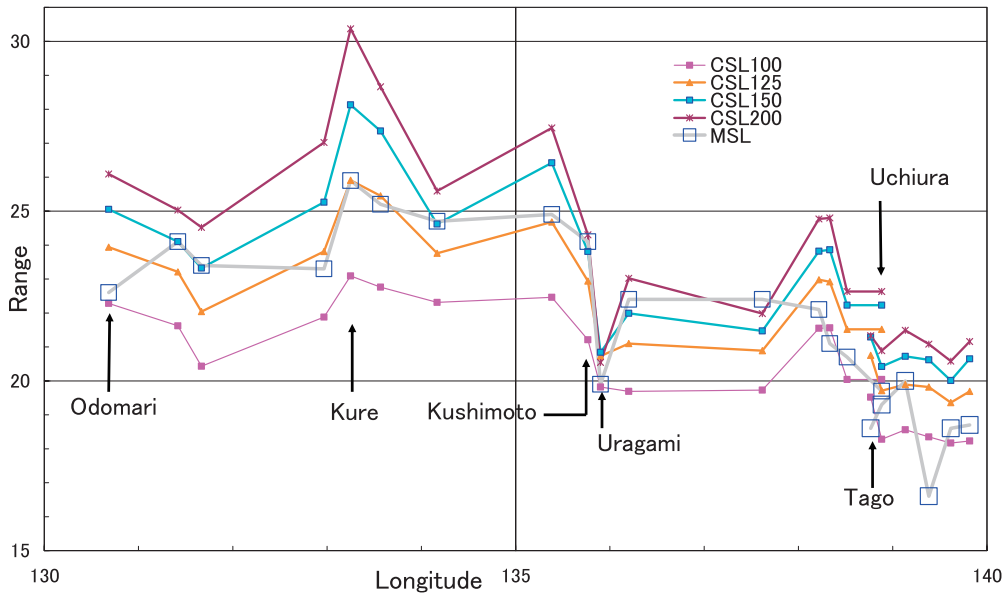


Figure 5. The Range of Calculated Sea Level and Mean SeaLevel

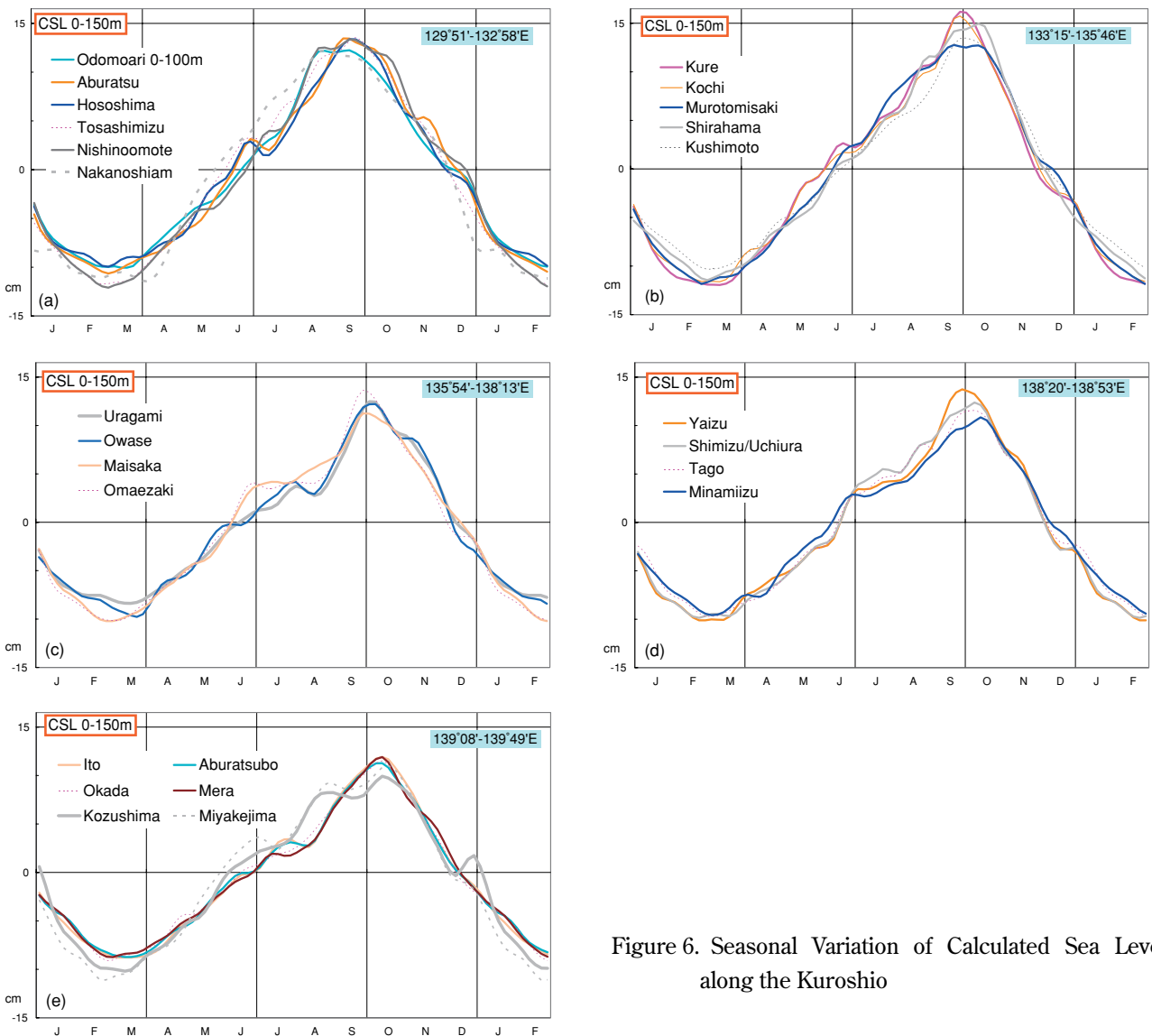


Figure 6. Seasonal Variation of Calculated Sea Level along the Kuroshio

Table 5. Crest and Convexity on the grafs of 15 days Mean Sea Level (KZ) 1971-2004

Tidal Station	Spring Convexity			Secondary Crest		
	Time	Height	Period	Time	Height	Period
	Long. Date	cm	degree	Long. Date	cm	degree
<Kushimoto and westward>						
Odomari	9 3/29	0.87	49	85 6/16	1.26	49
Aburatsu	7 3/27	0.94	45	82 6/13	1.01	51
Hososhima	3 3/23	0.54	35	86 6/17	1.07	49
Tosashimizu	5 3/25	0.77	39	82 6/13	0.99	49
Kure	4 3/24	0.49	37	88 6/19	0.53	43
Kochi	2 3/22	0.53	39	86 6/17	0.89	59
Murotomisaki	5 3/25	0.78	37	89 6/20	0.61	41
Shirahama	7 3/27	0.71	33	89 6/20	0.83	51
Kushimoto	4 3/24	0.63	37	95 6/26	0.96	51
<Uragami and eastward>						
Uragami	3 3/23	0.30	33	87 6/18	0.71	51
Owase	1 3/21	0.08	27	95 6/26	0.99	73
Maisaka	10 3/30	0.51	45	97 6/28	2.10	67
Omaezaki	9 3/29	0.47	45	96 6/27	0.83	75
Yaizu	6 3/26	0.46	45	95 6/26	1.48	67
Shimizu-ko	8 3/28	0.40	45	97 6/28	1.08	73
Uchiura	8 3/28	0.29	35	97 6/28	1.16	71
<Sagami Wan Bay and around>						
Tago	12 4/1	0.20	25	102 7/3	1.53	59
Minamiizu	3 3/23	0.65	49	93 6/24	0.80	71
Ito	1 3/21	0.10	35	93 6/24	0.81	69
Aburatsubo	-5 3/15	0.13	29	93 6/24	0.26	37
Mera	1 3/21	0.23	43	94 6/25	0.79	75
Okada	2 3/22	0.35	41	97 6/28	0.62	37
<Islands located in the Kuroshio Current>						
Nakanoshima	0 3/20	1.34	31	54 5/15	3.43	61
ditto				85 6/16	-3.49	65
Nishinoomote	10 3/30	0.39	31	83 6/14	-0.80	57
Kozushima	10 3/30	1.44	29	82 6/13	-1.30	45
ditto				109 7/11	1.81	55
Miyakejima	7 3/27	1.72	29	92 6/23	-1.62	37
ditto				110 7/12	1.38	31
Hachijojima	2 3/22	1.93	43	94 6/25	-0.54	35
<Inland seas and bays>						
Uwajima	8 3/28	0.40	37	83 6/14	1.27	57
Komatsujima	6 3/26	0.30	29	96 6/27	0.77	57
Wakayama	6 3/26	0.24	27	94 6/25	1.16	61
Kainan	5 3/25	0.33	33	94 6/25	0.94	51
Toba	12 4/1	0.41	37	97 6/28	1.41	77

Long.: ecliptic longitude in degrees Date.: date in 2000
Negative value of height indicates concave unit.

島の平均水面の推移は、統計データが示す単純な季節変化と極端に違っている。平年値が示す小さな凹凸は起伏が発生しやすい時期を示しているものである。今後、各年の季節変化を海況と照合させて分析することが課題となると考え、その解析のヒントとするため、平年値に特徴的に見られる峰及び凸部を計測することとした (Table 5 参照)。Table 5 には、6 月下旬から7 月初旬 (夏至前後) に存在する顕著な 2 番目の峰 (Secondary Crest) 及び 3 月下旬~4 月 (春分の後) に存在する春季凸部 (Spring Convexity) を掲げた。Table 5 には島に位置する一部の観測地点において

ほぼ同時期に存在する凹部を併せて示した。

(2) 海水密度から算出した海面高さ

海水密度は、外洋に面した本土に位置する観測地点では深度 0-200 m までの周年データを、黒潮流域及び周辺に位置する島 (西之表を除く) の観測地点は 500 m までの周年データを、内海及び湾に位置する観測地点は深度 100 m までの周年データを作成することができた。Figure 5 に深度 0-100, 0-125, 0-150 及び 0-200 m の海水密度から算出した計算海面高度の変動幅と 15 日間平均海面の変動幅を示した。平均水面の変動幅はおおむね、0-125 m 及び 0-150 m の計算海面高の間に位置する。この深度は大陸棚外縁水深と整合的である。大泊は大陸棚の幅が広いいためか、0-100 m の計算海面高と平均水面の変動幅が一致する。

Figure 4 に示した観測地点の周辺海域の深度 0-150 m の海水密度から算出した計算海面高を Figure 6 に示した。大泊の計算海面高は深度 0-100 m の海水密度から算出したものである。Figure 6 の計算海面高のカーブ及び Figure 4 の 15 日間平均水面 (KZ) 平年値のカーブは同一地点を同じ色及び線種で示した。7 月~9 月にかけて計算海面高の方が平均水面平年値より低い傾向があるが、全体としてよく似ており、起伏に対応が見られるものがある

(3) 計算海面高と平均水面の差

平均水面と計算海面高の差は平均水面の値から計算海面高の値を引いた値を Table 6 に示した。差の地域的特性を示すために Figure 7 に区域ごと各地点の変化と平均を示した。計算海面高は大泊が 0-100 m の計算海面高であり、他は 0-150 m のものである。

平均水面及び計算海面高の差の変動幅は白浜及び串本付近で小さく (Figure 7 (b)), 御前崎付近で最も大きくなる (Figure 7 (c))。Figure 7 の各海域とも共通して平均水面は計算海面高に対して 7 月頃に低下する。

Table 6. Difference between Mean Sea Level and Calculated Sea Level

	Jan.			Feb.			Mar.			Apr.			May			Jun.		
	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late
<Kushimoto and westward>																		
Odomari	0.0	1.2	1.4	1.5	1.8	1.7	1.6	2.5	2.8	1.6	0.3	-0.7	-1.7	-2.2	-1.4	-0.7	-0.8	-1.6
Aburatsu	0.9	1.8	1.5	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	1.3	0.7	-0.2	-1.0	-1.5	-1.2	-1.4	-1.5	-2.2	-3.8
Hososhima	0.0	1.6	1.4	0.5	0.3	0.7	0.6	0.4	0.8	0.3	-0.4	-0.2	-0.3	-1.8	-2.7	-1.9	-2.2	-3.2
Tosashimizu	1.7	2.3	2.3	2.2	2.7	2.7	2.4	2.9	2.8	1.4	0.3	-0.3	-0.7	-1.6	-2.3	-2.4	-3.1	-4.0
Kure	-1.1	0.8	2.0	1.9	1.5	1.3	1.6	2.3	2.2	1.1	0.3	-0.1	-0.8	-2.7	-3.1	-2.4	-3.1	-2.7
Kochi	0.5	2.4	2.2	1.5	1.3	1.1	1.4	2.0	1.2	-0.5	-0.5	-0.5	-1.1	-2.7	-2.9	-2.0	-1.9	-1.4
Murotomisaki	0.8	1.9	2.0	1.7	1.7	1.9	1.7	2.0	2.4	1.3	0.5	0.2	-0.2	-0.8	-1.2	-1.3	-1.7	-2.4
Shirahama	0.1	-0.2	-0.6	-0.7	-0.2	0.6	0.8	0.8	1.3	0.8	-0.3	-0.9	-0.6	-0.5	0.1	0.3	-0.3	0.3
Kushimoto	0.0	0.2	-0.2	-0.5	-0.2	-0.1	0.2	0.6	0.7	-0.1	-0.7	-1.3	-1.5	-1.4	-1.3	-1.1	-0.6	0.3
<Uragami and eastward>																		
Uragami	1.1	2.0	1.9	1.4	0.9	0.6	1.0	1.5	1.5	0.6	0.0	-0.3	-0.5	-0.7	-1.1	-1.3	-1.3	-1.4
Owase	0.5	0.7	0.5	0.3	-0.2	-0.4	0.3	1.1	1.7	0.4	-0.8	-0.5	-0.5	-1.6	-2.6	-2.1	-1.0	-0.5
Maisaka	-0.7	0.5	0.5	0.1	0.9	1.4	1.5	1.7	1.9	1.4	0.4	-0.1	-0.7	-0.7	-0.8	-1.1	-1.6	-2.2
Omaezaki	1.5	3.3	2.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	1.6	0.9	-0.3	-0.8	-1.4	-2.1	-2.6	-2.7	-3.9	-4.9
Yaizu	2.5	3.9	3.5	2.2	2.2	2.5	2.6	2.8	1.6	0.5	-0.4	-0.9	-1.1	-1.7	-2.1	-1.3	-1.5	-3.5
Shimizu-ko	1.9	3.6	3.5	2.5	2.5	2.0	1.5	2.1	1.9	0.8	0.0	-0.4	-1.1	-1.8	-2.0	-1.5	-1.5	-3.3
Uchiura	1.9	3.6	3.6	2.7	2.5	2.1	1.8	2.2	1.8	0.6	-0.2	-0.4	-1.0	-1.6	-1.8	-1.2	-1.2	-2.8
<Sagami Wan Bay and around>																		
Tago	3.4	4.1	4.7	3.5	2.8	3.1	3.1	2.5	1.7	1.1	0.4	-0.3	-1.3	-2.5	-3.0	-2.4	-3.1	-4.1
Minamiizu	3.4	3.9	3.6	2.7	2.5	3.0	3.3	3.0	1.8	1.0	0.5	-1.1	-2.5	-3.1	-3.1	-2.9	-3.8	-4.6
Ito	2.5	3.0	3.5	3.2	2.7	2.3	2.3	2.0	1.5	0.6	-0.5	-1.5	-1.8	-2.0	-2.3	-2.6	-2.7	-2.0
Aburatsubo	2.7	2.9	2.4	2.2	2.3	2.0	2.0	1.8	1.2	0.1	-1.0	-1.2	-1.3	-2.0	-2.6	-2.8	-2.7	-1.8
Mera	3.3	3.5	3.3	3.1	3.0	2.8	2.5	2.0	1.3	0.1	-1.1	-1.9	-2.2	-2.4	-2.6	-2.4	-2.2	-1.8
Okada	2.9	3.5	3.2	2.8	3.3	3.8	3.5	3.1	2.5	1.6	0.4	-1.0	-1.4	-1.3	-1.5	-1.7	-2.4	-2.2
<Islands located in the Kuroshio Current>																		
Nakanoshima	1.3	1.1	0.9	-0.1	0.1	1.6	1.4	1.7	1.7	0.8	0.5	0.4	0.7	0.3	-1.1	-2.7	-3.1	-1.8
Nishinomote	-1.9	0.1	1.0	0.7	0.6	1.2	1.3	1.0	0.9	-0.2	-1.7	-2.4	-2.6	-2.2	-0.8	0.1	0.1	0.5
Kozushima	-0.7	1.6	1.5	1.0	1.9	2.9	3.8	4.6	4.9	3.9	2.5	1.5	0.2	-0.6	-1.5	-3.0	-3.4	-2.3
Miyakejima	2.3	3.5	3.3	1.7	1.0	1.5	1.9	3.0	3.0	0.9	-0.8	-1.4	-2.7	-3.6	-2.7	-2.7	-4.3	-5.0
Hachijojima	-5.5	-6.2	-7.3	-8.8	-9.8	-10.0	-10.5	-11.1	-11.5	-9.5	-7.0	-5.5	-3.3	-1.3	-1.6	-1.2	0.9	

Difference is results of subtracting CSL (0-150m) from 15 days MSL (KZ).

Otherwise, the CSL of Odomari is calculated from data of the depth 0 - 100 meters.

	Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.			Dec.		
	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late	early	mid	late
<Kushimoto and westward>																		
Odomari	-2.8	-2.7	-1.7	-1.9	-3.1	-3.5	-2.4	-0.2	2.0	3.4	3.7	2.3	1.3	0.6	-0.2	-0.6	-1.3	-1.5
Aburatsu	-3.0	-1.2	-0.5	0.2	1.1	0.7	-1.1	-0.7	1.3	2.3	2.6	2.4	1.9	-0.3	-2.2	-1.5	-1.5	-1.2
Hososhima	-1.8	-0.5	0.3	0.4	0.1	0.0	-0.6	-0.4	0.8	1.8	2.5	2.7	1.6	0.3	0.0	-0.1	-1.1	-1.5
Tosashimizu	-3.3	-3.2	-2.9	-1.6	-1.7	-2.0	-1.1	-0.4	0.3	2.0	2.4	1.3	0.3	-0.5	-0.8	-0.3	0.1	0.6
Kure	-1.6	-2.0	-1.5	-0.2	0.1	-0.3	0.5	-0.3	-1.4	-0.5	1.4	1.2	0.4	0.8	1.6	1.7	0.3	-1.3
Kochi	-0.8	-1.3	-1.2	0.2	0.7	-0.3	-0.3	-1.4	-2.3	-0.4	1.0	0.7	0.7	0.8	0.9	1.3	0.6	-0.5
Murotomisaki	-2.1	-2.4	-3.6	-3.7	-3.1	-2.3	-1.0	-0.4	0.9	2.1	1.5	0.4	-0.4	0.3	1.4	1.0	-0.3	-0.3
Shirahama	0.7	0.4	0.2	1.0	1.2	-0.8	-0.4	0.1	-0.5	-0.4	-1.3	-1.6	-0.9	-0.5	-0.2	0.1	0.2	0.2
Kushimoto	0.4	0.2	0.6	1.3	2.0	2.6	2.5	1.3	0.0	0.4	0.2	-1.0	-1.3	-1.4	-1.5	-0.3	-0.2	-0.6
<Uragami and eastward>																		
Uragami	-1.5	-1.2	-1.6	-1.7	-0.2	0.4	-0.4	-0.3	-0.4	0.0	1.3	1.0	-0.2	-0.7	-1.2	-0.4	0.1	0.2
Owase	-1.2	-1.6	-1.9	-1.0	1.3	2.1	1.5	1.2	1.0	1.3	1.7	1.4	-0.3	-1.5	-1.6	-0.4	0.8	0.5
Maisaka	-2.1	-2.1	-1.7	-1.7	-0.9	0.4	1.6	2.1	1.8	2.4	2.2	0.8	0.2	-0.5	-1.0	-1.3	-2.0	-1.8
Omaezaki	-4.0	-3.2	-2.7	-2.0	-0.6	0.5	0.8	0.1	-0.5	0.7	1.7	1.8	1.3	0.0	0.2	1.5	1.4	0.3
Yaizu	-3.8	-3.7	-4.1	-3.4	-2.7	-2.8	-3.0	-3.2	-2.2	-0.2	0.7	1.5	1.7	0.6	1.8	3.5	3.8	2.8
Shimizu-ko	-4.1	-4.2	-4.2	-3.1	-3.0	-2.7	-1.3	-0.7	0.3	0.5	0.3	1.1	1.2	0.1	0.7	2.2	3.0	2.0
Uchiura	-3.5	-3.7	-3.7	-2.4	-2.4	-2.3	-1.3	-1.2	-0.5	-0.3	-0.6	0.4	0.6	-0.2	0.6	2.1	2.9	1.9
<Sagami Wan Bay and around>																		
Tago	-3.8	-4.2	-4.8	-4.4	-4.5	-4.7	-2.7	-1.6	-1.4	-0.3	-0.2	1.0	1.6	0.9	2.1	4.0	4.5	4.0
Minamiizu	-4.0	-3.7	-3.7	-3.2	-2.5	-2.3	-1.2	-0.1	1.2	1.9	0.8	0.6	0.6	0.0	0.4	2.0	2.2	2.3
Ito	-2.1	-3.5	-3.7	-2.1	-0.4	-1.0	-1.1	0.2	1.1	0.4	-1.2	-1.4	-1.3	-0.8	0.7	2.2	2.8	2.4
Aburatsubo	-1.8	-2.2	-1.8	-0.7	-0.1	-0.9	-1.1	-0.4	-0.1	-0.4	-0.9	-0.6	-0.6	-0.6	0.6	2.1	2.3	2.2
Mera	-2.5	-2.7	-1.6	-1.4	-1.3	-1.8	-1.7	-0.5	0.1	-0.6	-1.4	-0.4	0.3	-0.3	-0.1	1.4	2.5	2.9
Okada	-2.2	-2.6	-2.2	-2.0	-2.2	-2.7	-2.5	-1.5	-0.7	-0.8	-1.8	-1.4	-1.0	-1.0	-0.3	0.9	1.8	2.2
<Islands located in the Kuroshio Current>																		
Nakanoshima	-0.4	0.2	1.0	0.9	-0.1	-0.2	0.9	1.2	0.8	0.3	-0.3	-1.7	-1.8	-1.0	-1.6	-2.7	-1.8	0.6
Nishinomote	0.3	1.2	2.1	1.3	-0.3	-0.7	0.2	0.3	1.2	2.2	1.7	0.2	0.4	1.2	0.2	-1.7	-3.6	-4.0
Kozushima	-1.2	-0.7	-0.9	-2.3	-3.8	-4.6	-4.3	-3.3	-2.3	-0.5	0.8	0.4	-0.2	1.3	1.7	1.6	0.3	-1.9
Miyakejima	-3.6	-1.4	-2.2	-2.3	-1.3	0.1	1.7	2.7	2.1	1.0	0.2	-0.1	0.5	0.8	0.3	0.1	0.1	0.8
Hachijojima	2.4	4.1	5.1	6.7	10.8	12.4	12.8	14.3	14.3	13.2	11.1	8.5	6.1	3.5	0.4	-0.9	-1.6	-4.0

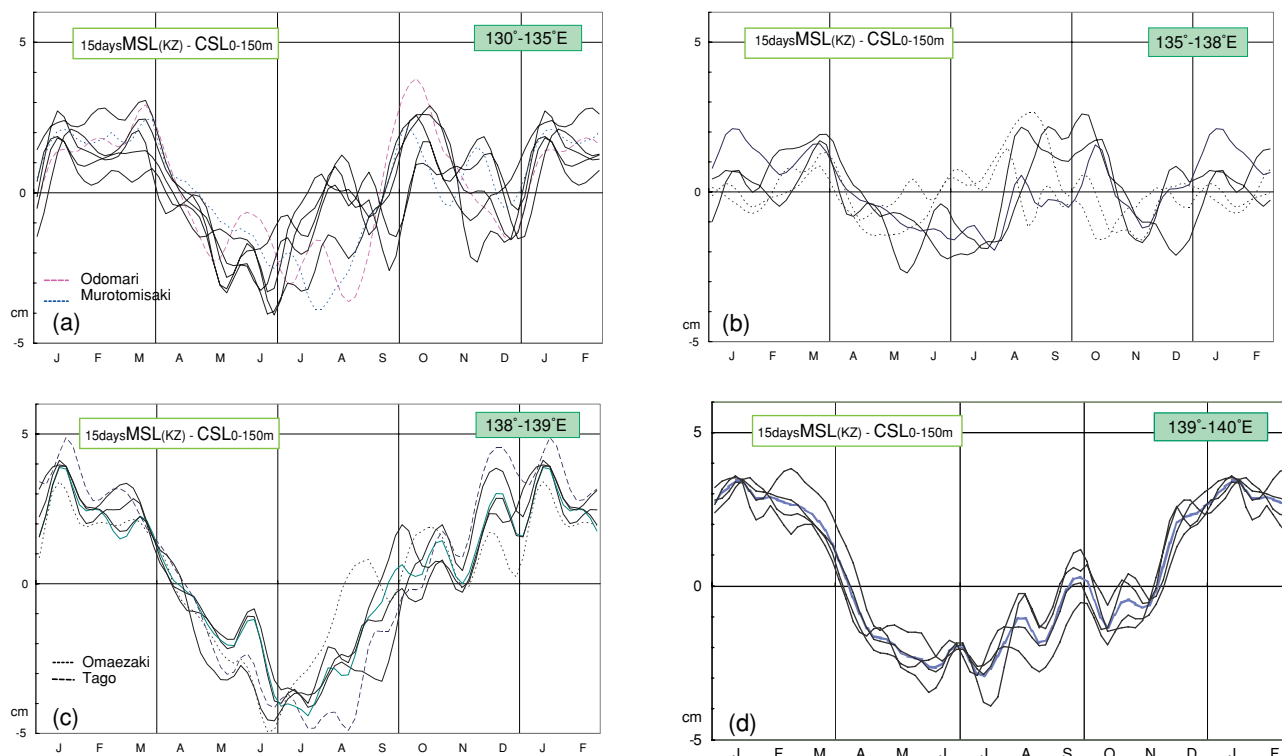


Figure 7. Regional Characteristics of the Difference between Mean Sea Level and Calculated Sea Level

The boundaries of region are indicated in longitude at upper right side of each graph. Blue thick line shows average differences in each region. In figure (b), light blue thick line shows the average of Shirahama and Kushimoto, and dark blue tick line shows the average of Uragami and eastwards. In the figure (a), CSL of Odomari Tidal Station, which locates on a broader continental shelf, is exceptionally estimated by specific volume of depth 0–100 m. The differences of each tidal station are shown in Table 6.

4 考察

(1) 30年を超える期間の統計値に基づいて、円滑に変化する1か月平均水面とわずかな起伏を持つ15日間平均水面の平年値を示した。各年の季節変化は平年値と大きく異なる。また、Sekine and Fujita (1999) 及び久野・藤田 (2003) は串本、浦神等の13か月又は365日移動平均が常時10~10数cmの変動幅で変動していることを示している。この変動幅は季節変化の変動幅より少し小さい規模である。本報告で示した平年値の表は各年の変動を解析する際に比較対象として使用できると考える。

(2) Nomitsu and Okamoto (1926) は当時十分でなかった流速データを使用して、黒潮沿岸域のコリオリの力による影響を夏季に−7.1 cmの低下、冬季に+5.0 cmの上昇を推定している。Figure 7に示した平均水面及び計算海面高の差の7

月頃の低下を地衡流バランスによるものと解釈するならば、日本南海区の黒潮流速の季節変化は「夏に極大を秋または春に極小を示す」(川合, 1972) ことと矛盾しない。また、Figure 7 (a), (b) 及び (d) に見られる9月~10月の上昇が「秋の極小」に対応する可能性がある。流況の季節変化との比較は今後の課題である。

5 結論

(1) 15日間平均水面 (KZ) の季節変化は、各年の変動が大きいため、34年間の統計値により初めて円滑な推移を示す比較的安定したパターンを描くことができた。15日間平均水面 (KZ) の最大の峰、2番目の峰及び春季凸部の平均的な発生時期あるいは発生しやすい時期を特定した。

(2) 黒潮沿岸域の15日間平均水面 (KZ) は距岸15~20海里内の海域の海水密度による計算海

面高と相関が高い季節変化を示す。平均水面の変動幅は海面から深度 125~150 m までの比容から推定される計算海面高の変動幅と整合的である。この深度は大陸棚外縁の水深にほぼ一致する。

6 おわりに

1 か月平均水面及び 15 日間平均水面の季節変化の変動幅は潮汐の変化幅より遙かに小さく、各年平均水面の変動も季節変化の変動幅に匹敵する大きさを持つ。潮汐についてはある程度長い期間の平均により除去可能であるが、後者は、黒潮流況の影響が含まれると見られて複雑である。今後は、処理期間が短いタイドキラーフィルターの採用や流況データとの比較を行い、平均水面の季節変化モデルを研究することが必要と考える。

謝 辞

本研究において小田卷実氏及び吉田昭三氏から文献紹介及び貴重な助言をいただいたので、謝意を表します。本研究では潮汐、水温・塩分及び気圧の観測データを使用した。観測及びデータ保管を行った方々に敬意を表し、感謝します。

要 旨

平均水面は水路測量及び海図作成に使用される主な基準面のひとつである。1971 年~2004 年の潮汐観測データを使用して大泊（鹿児島県）から布良（千葉県）にかけての黒潮沿岸域における 1 か月及び 15 日間の平均水面平年値を作成し、その特性を記述した。併せて潮汐観測地点周辺の水溫・塩分データから比容（密度の逆数）を算出し、比容から推測した海面高と平均水面を比較した。外洋に面する本土に位置する潮汐観測点の 15 日間平均水面は周辺海域の海面から 125 m 又は 150 m までの平均密度から推定される海面高と整合的である。

参考文献

花輪公雄・三寺史夫（1985），海洋資料における日平均値の作成について - 日平均潮位を扱う

際の留意点 - ，沿岸海洋研究ノート，23，1，79-87.

日比野忠史（2001），北~西太平洋での水位変動と日本沿岸域での水位変化特性，海岸工学論文集，48，446-450.

川合英夫（1972），黒潮と黒潮の海況学，海洋科学基礎講座 2 地球物理 II，東海大学出版会，129-320

菊池眞一（2005），瀬戸内海における平均水面の季節変化（1971~2000 年），海洋情報部技報，23，119-125.

久野正博・藤田弘一（2003），熊野灘および伊勢湾における潮位変動と海況変動，海と空，79-1，31-37.

日本海洋データセンター（1984），実用塩分と国際海水状態方程式（改訂版），p 103.

Nomitsu, T., and M. Okamoto : (1926), The Causes of Annual Variation of the Mean Sea Level along the Japanese Coast, *Mem. of Col. Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser A.*, 10, 125-161.

暦計算研究会編（1991），新こよみ便利帳，恒星社厚生閣。

Sekine, Y. and K. Fujita (1999), Why does the Sea Level Difference between Kushimoto and Uragami show Periods of Large Meander and Non - Large Meander Paths of the Kuroshio South of Japan ?, *J. of Oceanography*, 55, 43-51.

庄司大太郎（1954），日平均水位と海況の変動について（第 1 報），水路要報，増刊 14，17-25.

津村健四朗（1963），日本沿岸の平均水面およびその変動の研究（I） - 潮位変化の地域分布 - ，測地学会誌，9，49-79.

吉田昭三（1961），黒潮短期変動調査報告，水路要報，New Ser., 6，1-18.