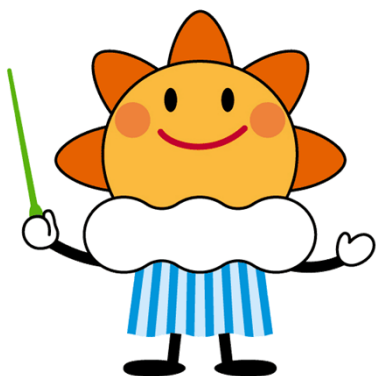


2015年1月23日  
石西礁湖自然再生協議会

## 石西礁湖周辺海域における水温の長期変動



沖縄気象台 海洋情報調整官  
永井 直樹

# はじめに

昨年9月、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)による第5次報告が公表

## 海洋に関する報告

海洋表層(水深700 m 以浅)が1971 年から2010 年にかけて温暖化したことはほぼ確実であり、1870 年代から1971 年にかけて温暖化した可能性は高い。

## 水温上昇に伴う影響

- ・ 海面水位の上昇
- ・ 亜熱帯系生物の生息域の北上
- ・ 台風の大型化？
- ・ 集中豪雨の増加？
- ・ **サンゴ礁の白化**

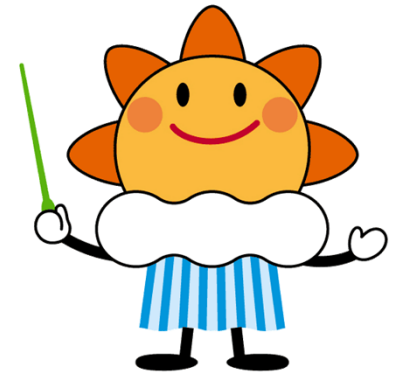
# お話の内容

- 石西礁湖周辺海域における水温の長期変動 -

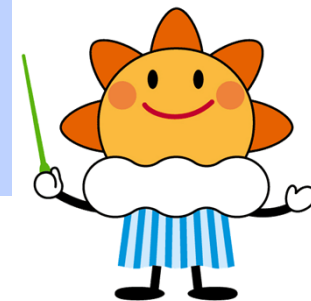
・海況(季節変動)

・水温の長期変動

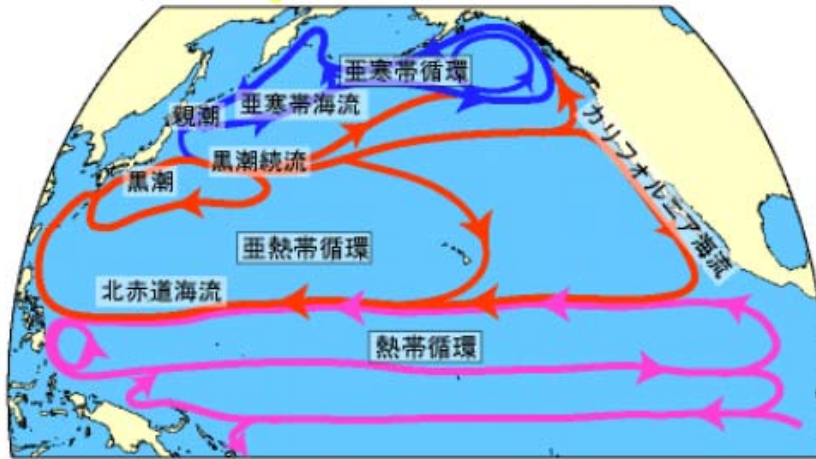
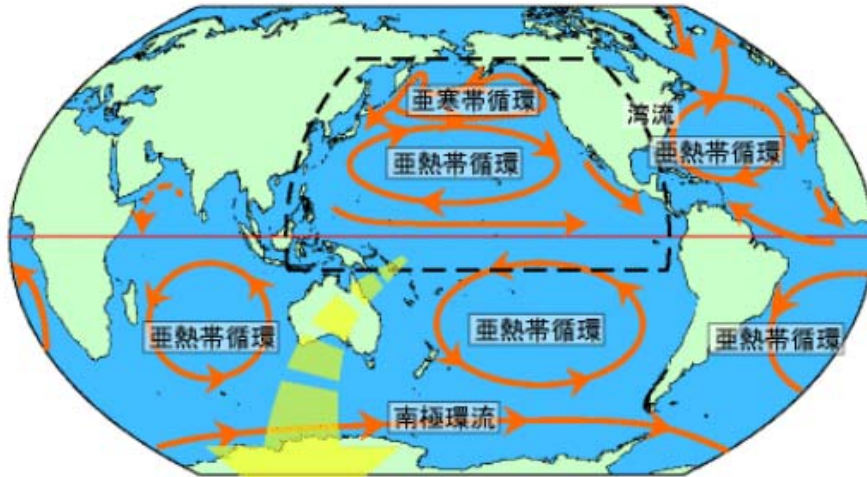
・1998年と2007年の海況



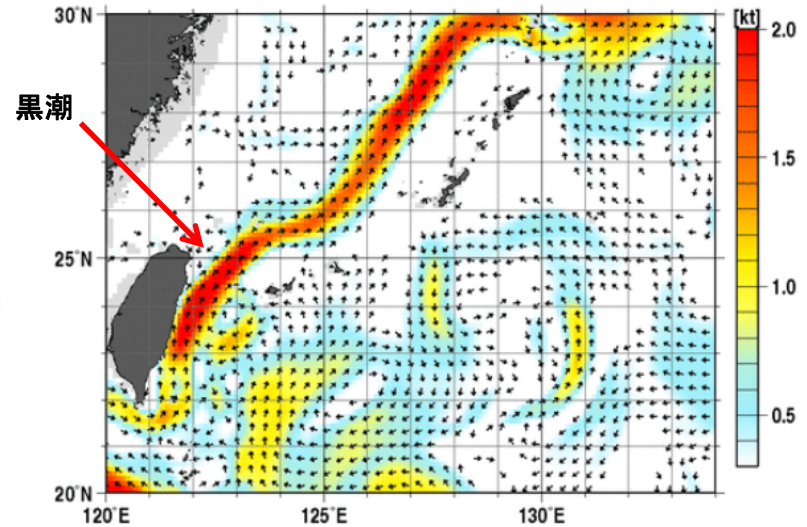
# 石西礁湖周辺海域における水温の季節変動



# 沖縄周辺海域の海流系

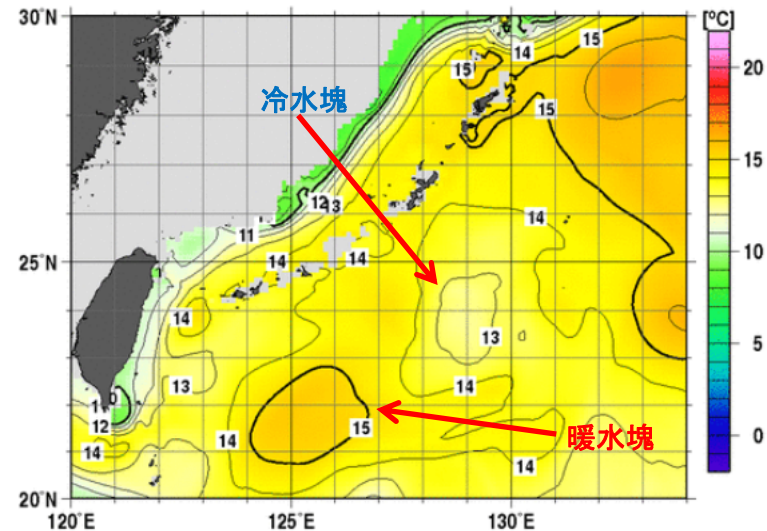


海洋表層の循環の模式図  
(北半球冬季における循環を模式化)



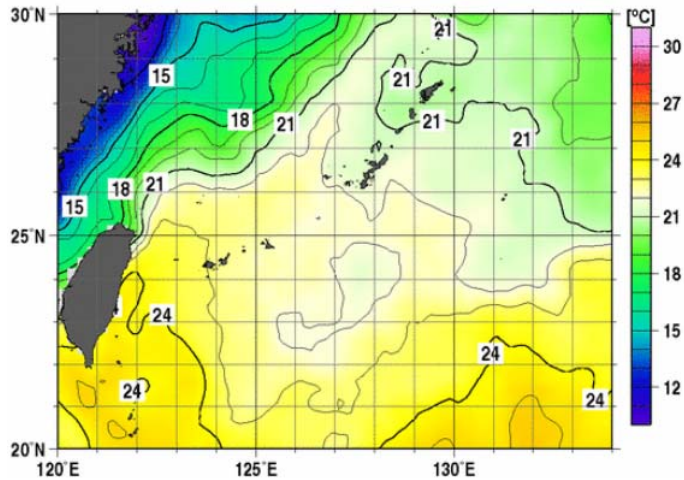
水深50mの海流図

(単位: 1ノット≒0.5m/s、図ではktと記載しています。)

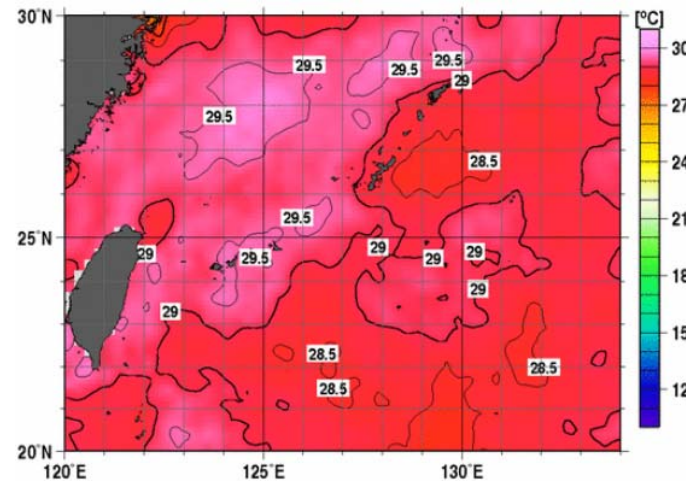


水深400mの水平水温図(°C)

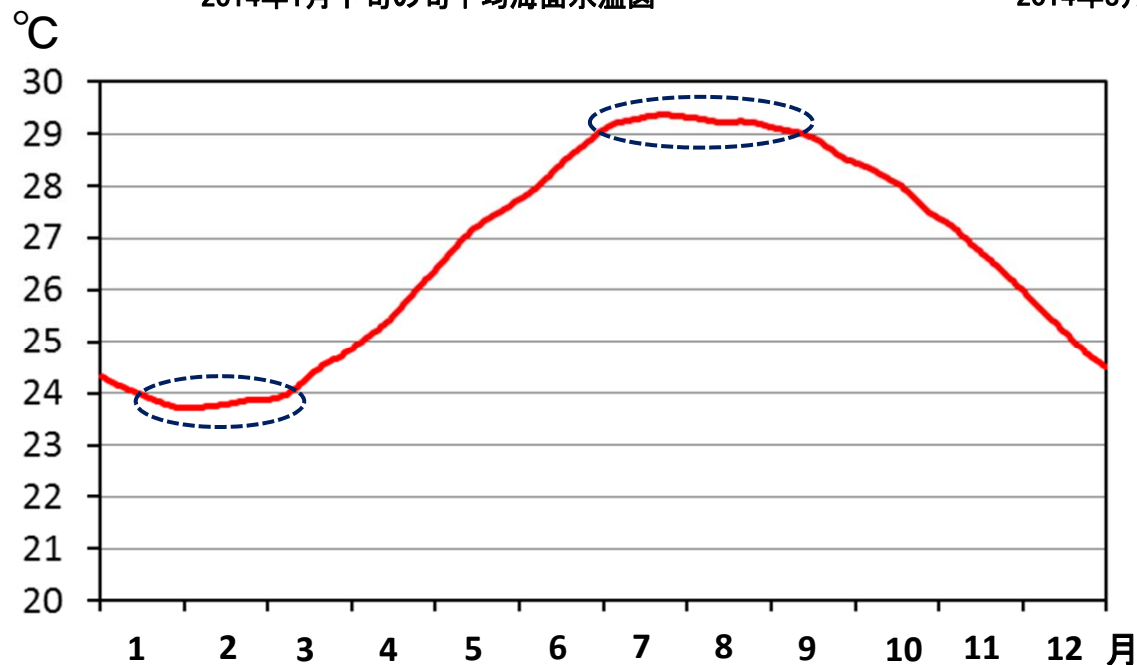
# 沖縄海域における海面水温の季節変動



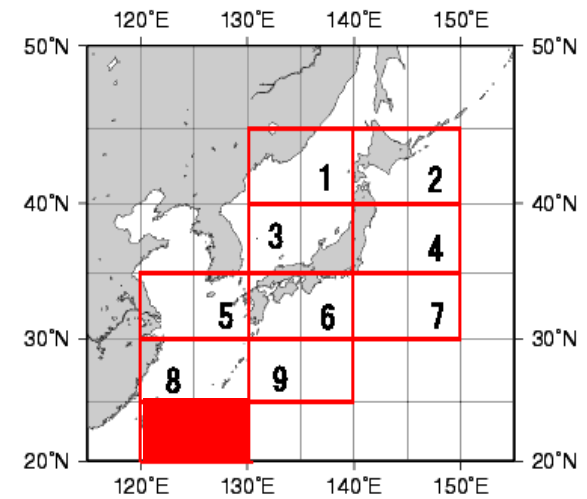
2014年1月下旬の旬平均海面水温図



2014年8月上旬の旬平均海面水温図



海域10の月平均海面水温図(1985年~2013年の平均)



日本近海の海域分け

# 石西礁湖周辺における海面および表層水温の季節変動

海面水温:

7月下旬頃に最高

2月上旬頃に最低

50m水温:

8月中旬頃に最高

2月上旬頃に最低

100m水温

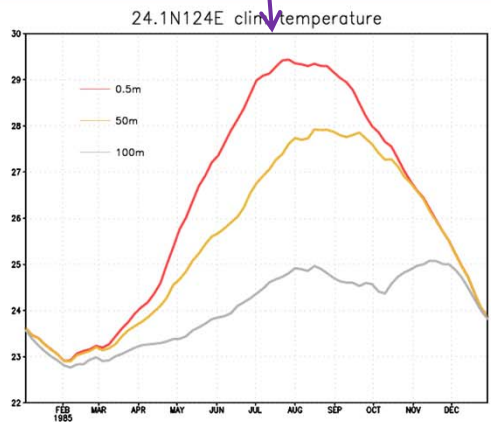
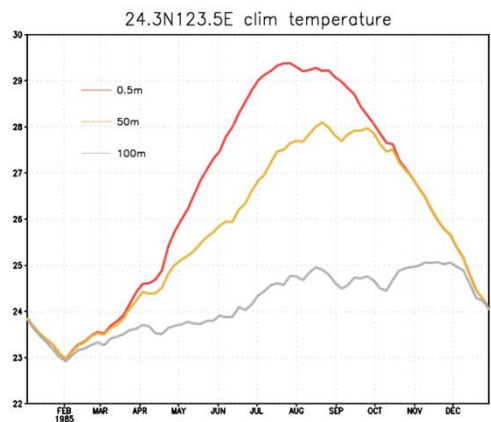
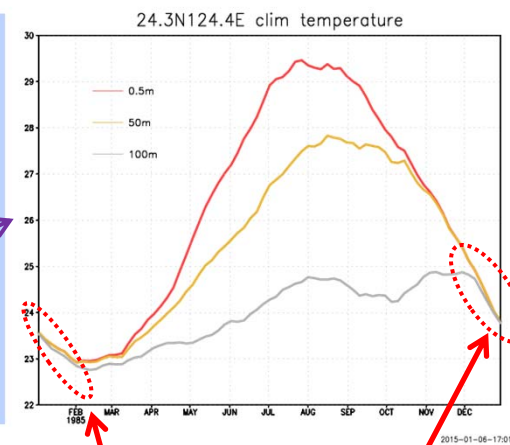
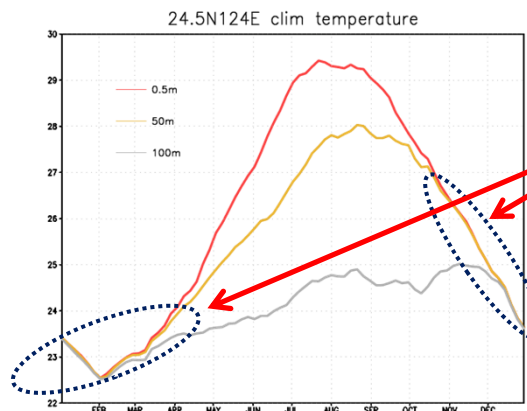
8月中旬頃、11月頃に最高

2月上旬頃に最低

**1985年～2013年の平均値**

10月中旬頃から表層の鉛直混合が水深50mまで達する(3月頃まで)。

12月中旬頃から表層の鉛直混合が水深100mまで達する(1月頃まで)。



©ADS: COLA/GES

2015-01-06-17:01

©ADS: COLA/GES

2015-01-06-17:01

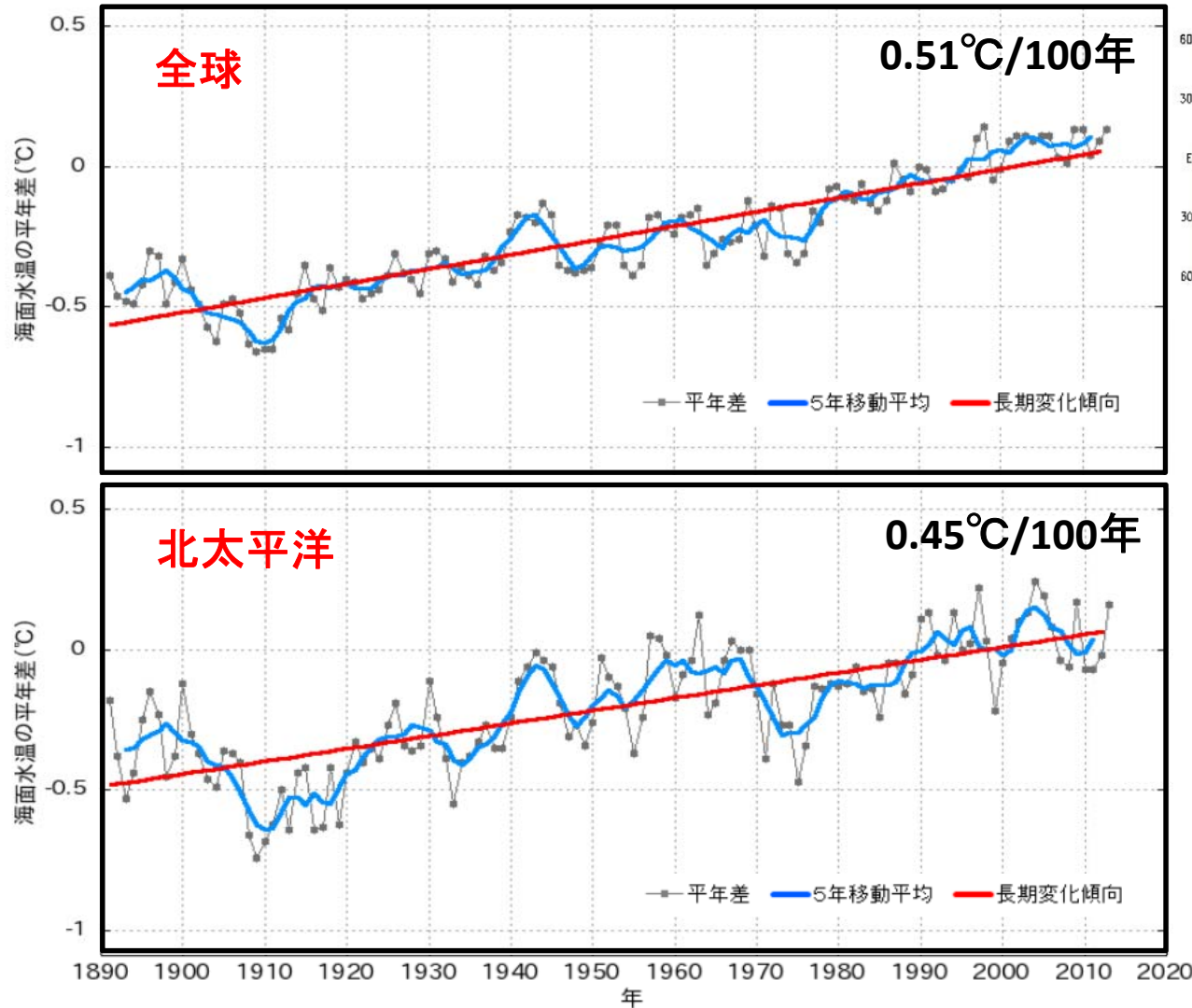
国土地理院ホームページ

# 石西礁湖周辺海域における水温の長期変動



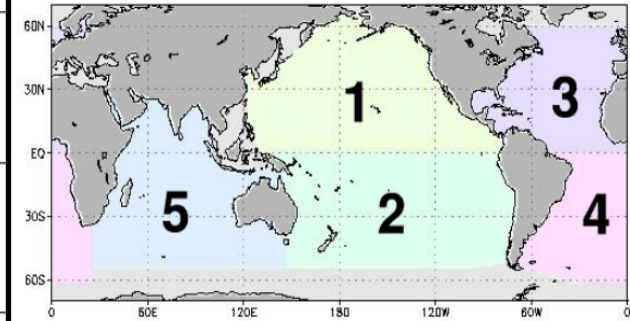


# 全球と北太平洋における海面水温の長期変化傾向



年平均海面水温(全球平均)の年平均差の推移

各年の値を黒い実線、5年移動平均値を青い実線、長期変化傾向を赤い実線で示します。  
 平年値は1981～2010年の30年平均値です。



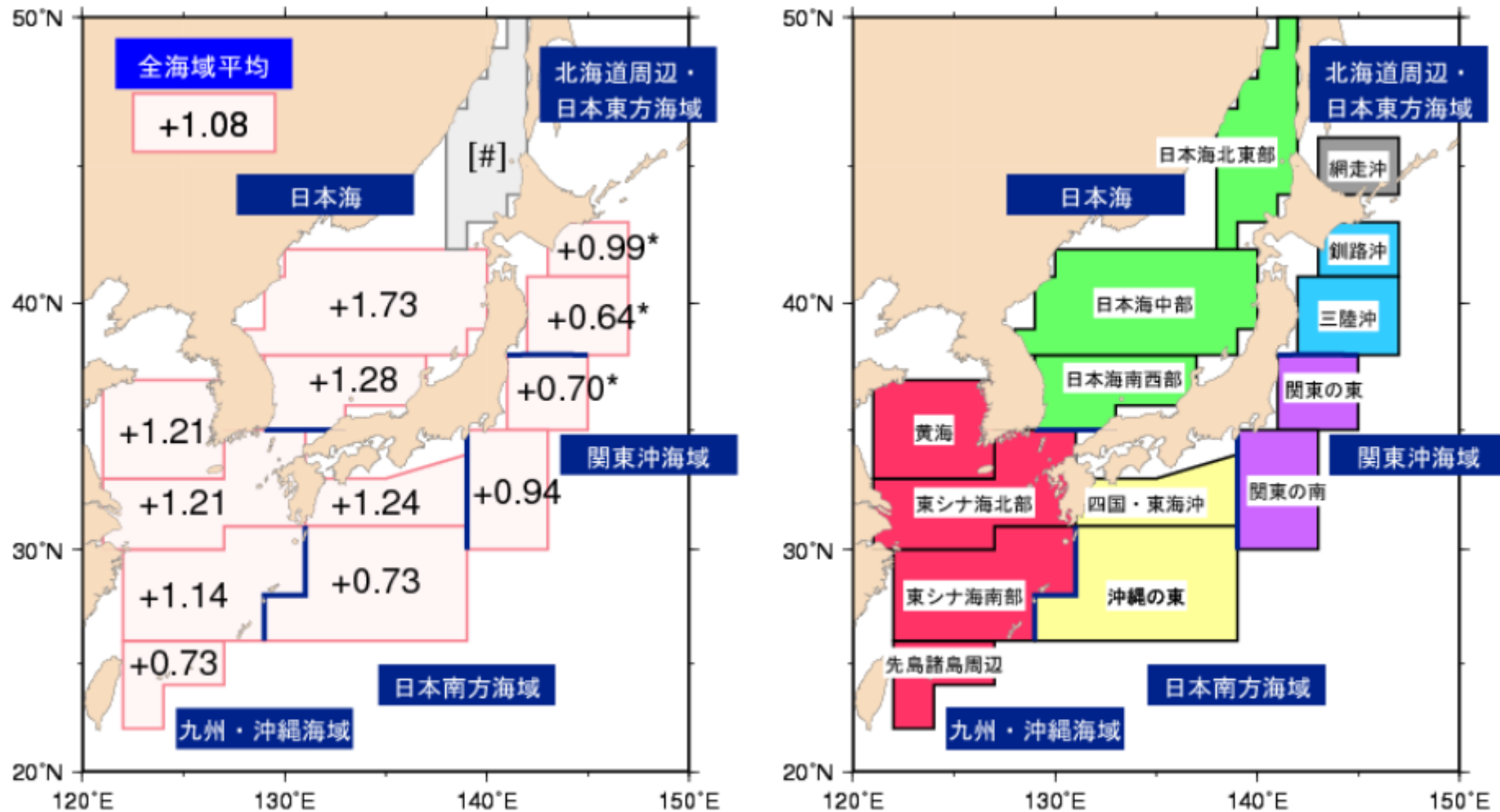
海域の海域分け

海域	長期変化傾向
1: 北太平洋	0.45°C/100年
2: 南太平洋	0.43°C/100年
3: 北大西洋	0.61°C/100年
4: 南大西洋	0.71°C/100年
5: インド洋	0.57°C/100年

海域別年平均海面水温の長期変化傾向

# 日本近海における海面水温の長期変化傾向

全球の海面水温:  $0.51^{\circ}\text{C}/100\text{年}$ 、北半球の海面水温:  $0.45^{\circ}\text{C}/100\text{年}$

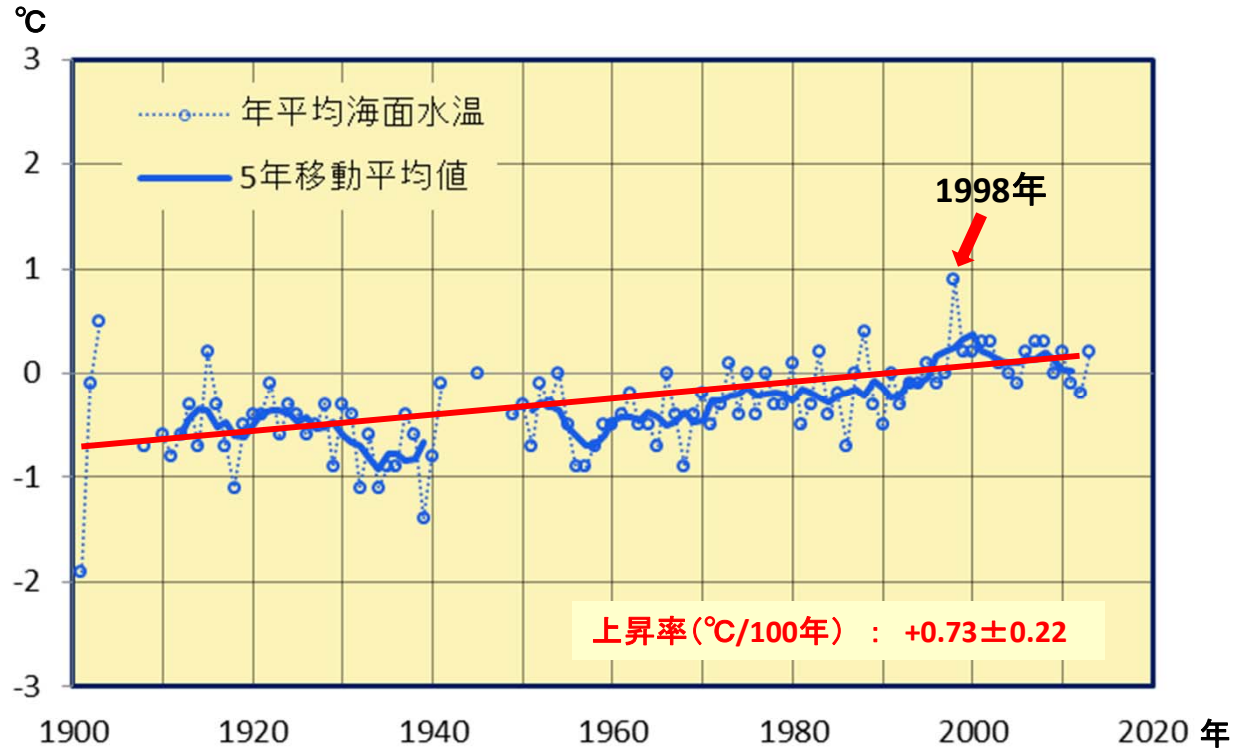


日本近海の海域平均海面水温(年平均)の長期変化傾向( $^{\circ}\text{C}/100\text{年}$ ) (左図)と海域区分(右図)

左図中の無印の値は統計的に99%有意な値を、「\*」および「\*\*」を付加した値はそれぞれ95%、90%有意な値を示しています。上昇率が[#]とあるものは、統計的に有意な長期変化傾向が見出せないことを示しています。

# 先島諸島周辺における海面水温の長期変化傾向

全球の海面水温:  $0.51^{\circ}\text{C}/100\text{年}$ 、北半球の海面水温:  $0.45^{\circ}\text{C}/100\text{年}$

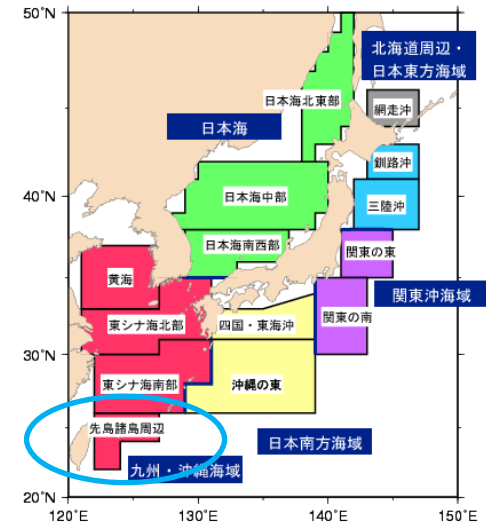


先島諸島周辺における平均水温偏差(年平均)  
統計期間(1901年~2013年)

上昇率は一次回帰分析によって求め、確からしさの範囲(95%の信頼限界)を±を付記した数字で示しています。図の青丸は各年の年平均差を、青の太い実線は5年移動平均値を表します。平均値は1981年~2010年の30年間の平均値です。

順位	平年差(°C)	起年
1位	+ 0.9	1998年
2位	+ 0.5	1903年
3位	+ 0.4	1988年
4位	+ 0.3	2008年
4位	+ 0.3	2007年
4位	+ 0.3	2002年
4位	+ 0.3	2001年

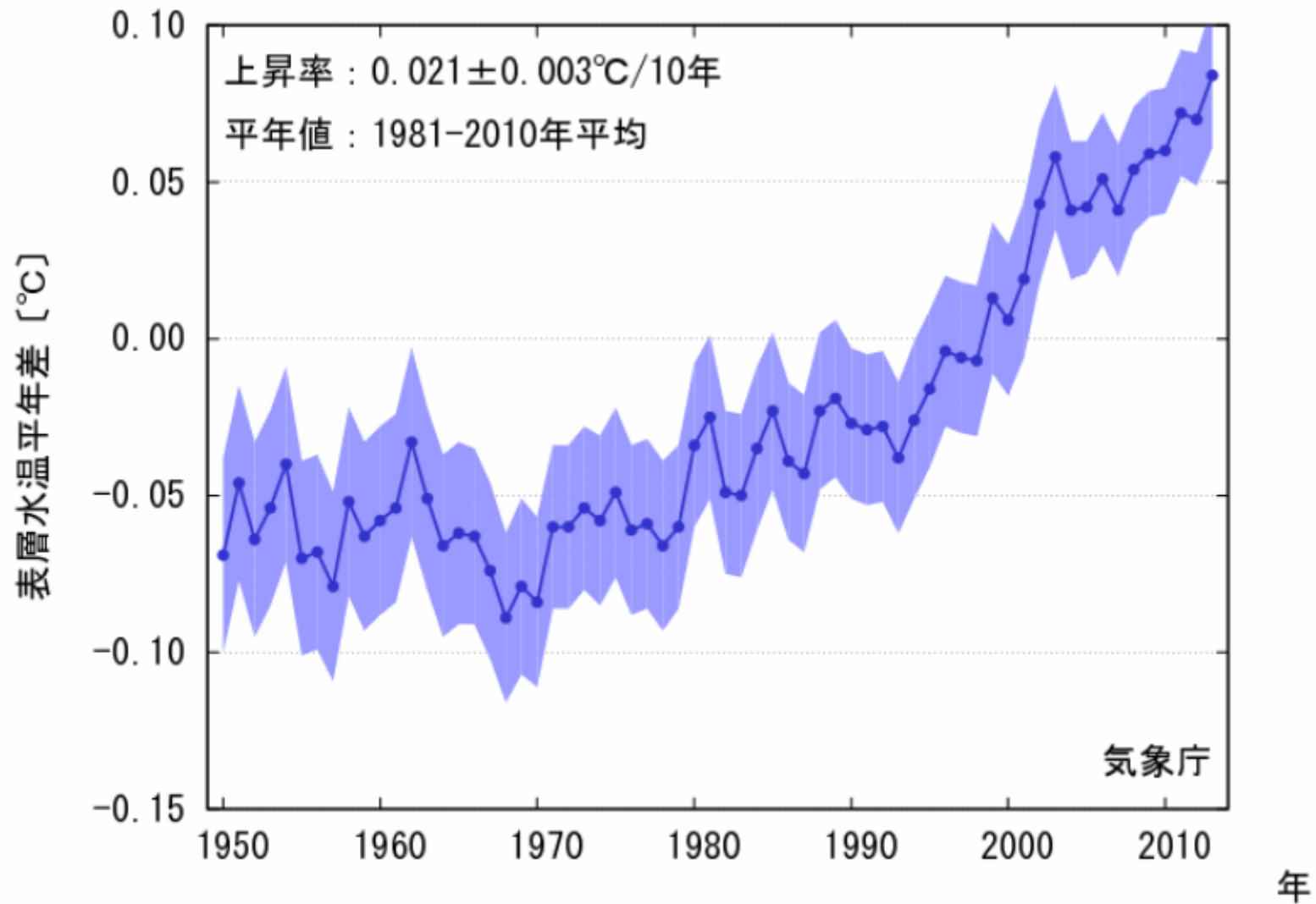
海域平均海面水温(年平均)の平年差の極値・順位値(高いほうから)  
統計期間(1901年~2013年)



海域区分

# 全球における表層水温の長期変化傾向

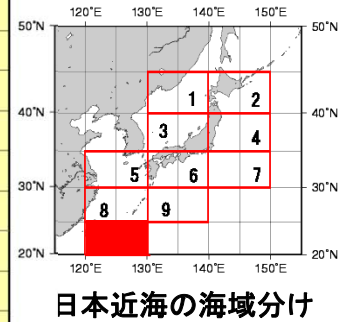
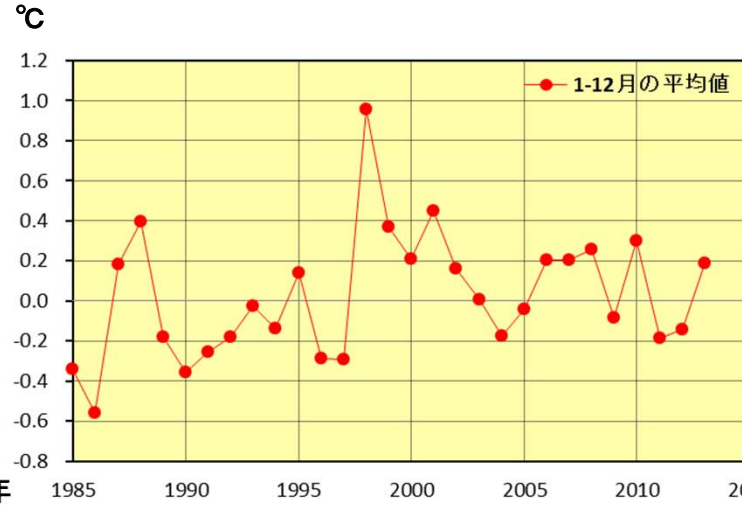
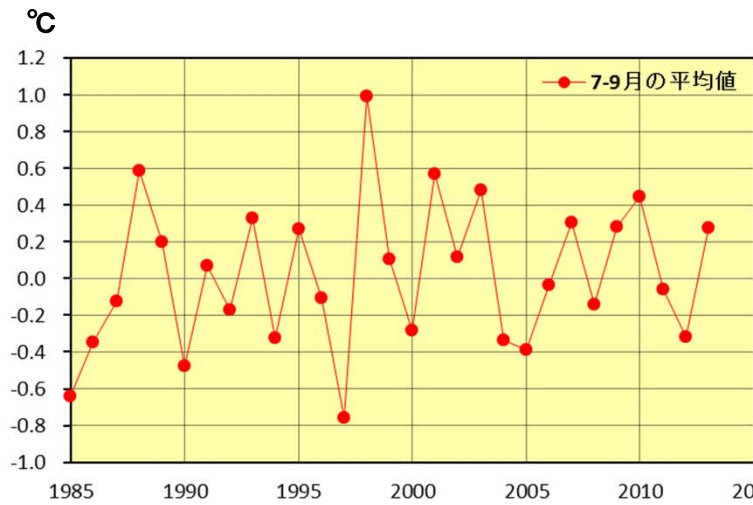
全球の海面水温の長期変化傾向:  $0.51^{\circ}\text{C}/100\text{年}$



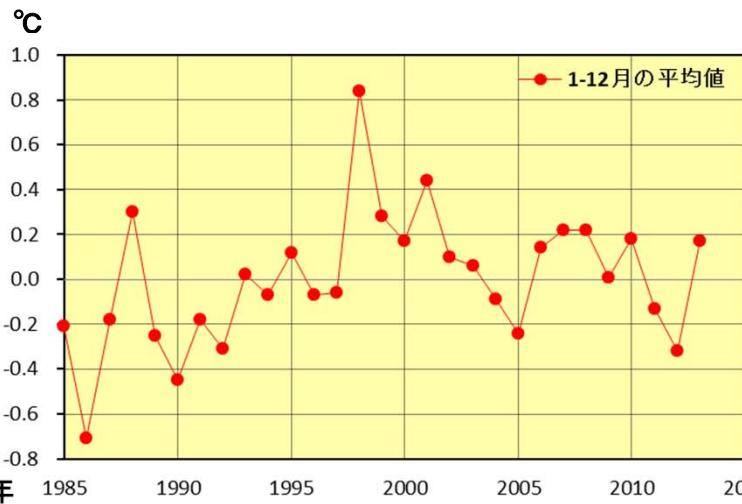
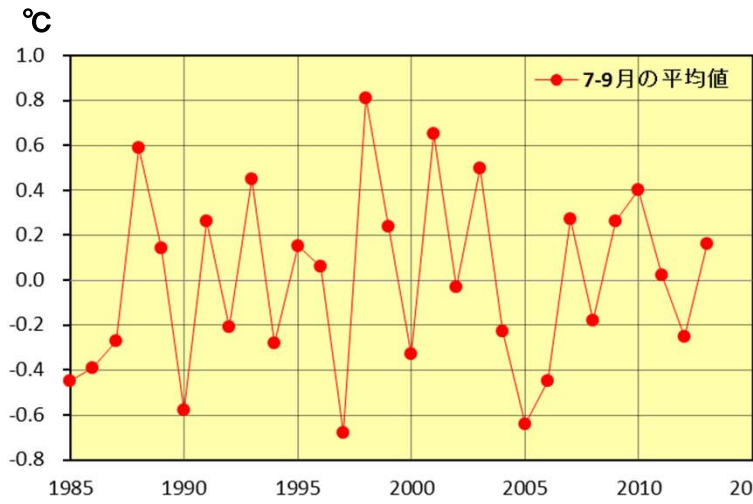
表層水温平年差の推移

海面から700m深まで平均した表層水温平年差。年平均平年差を実線、解析値の95%信頼区間を陰影で示します。平年値は1981年から2010年の30年平均値です。上昇率の±は95%の信頼区間を表します。

# 石西礁湖周辺における海面水温の経年変動



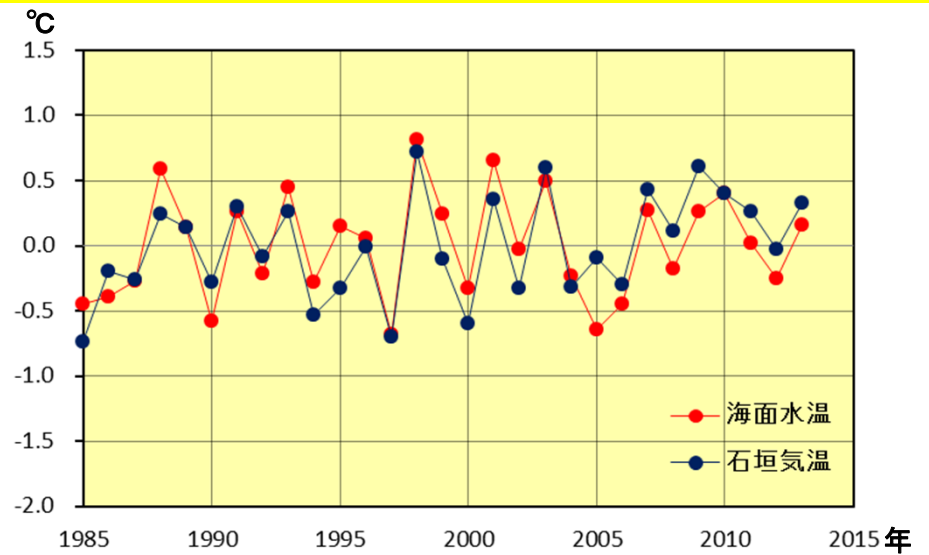
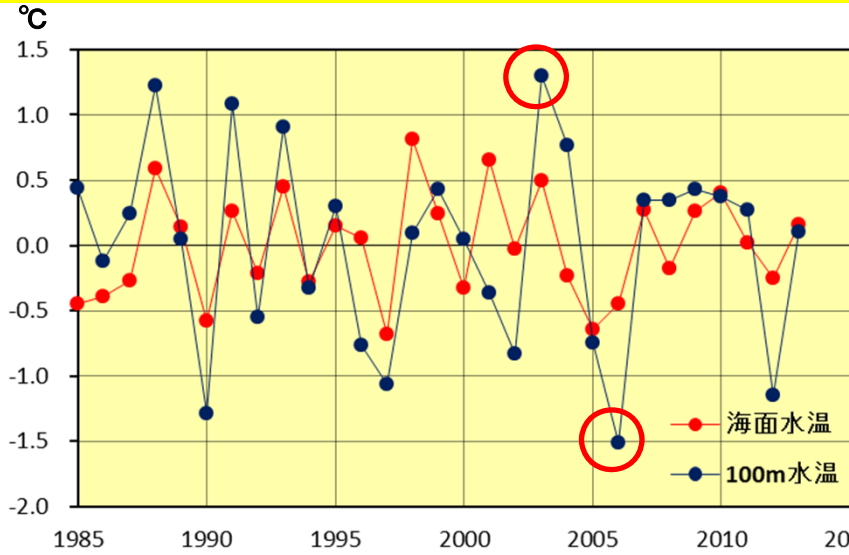
海域10における海面水温偏差の経年変動(1985年～2013年)  
左図:7月～9月の平均値、右図:年平均値



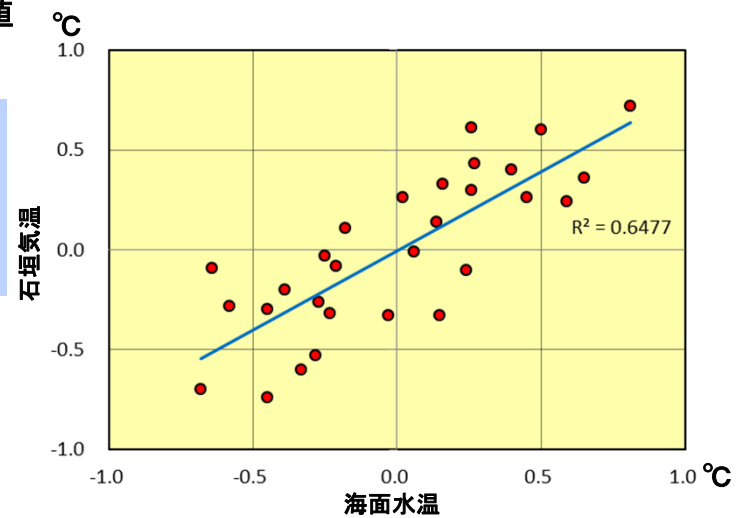
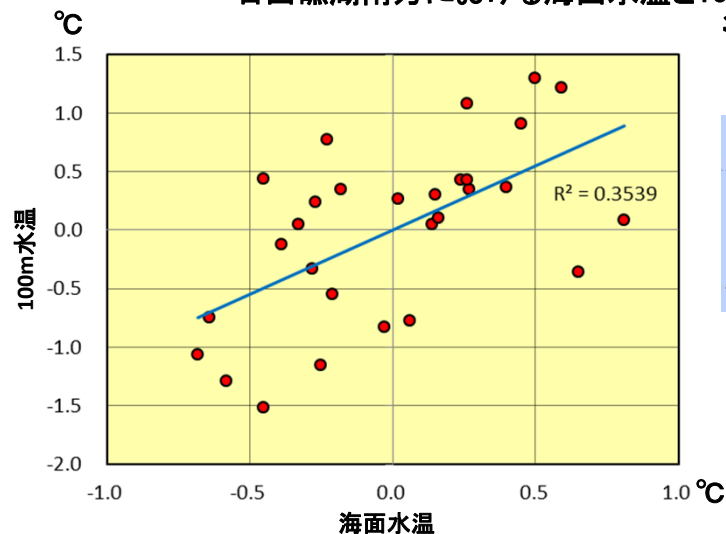
石西礁湖南方における海面水温偏差の経年変動(1985年～2013年)  
左図:7月～9月の平均値、右図:年平均値

# 海面水温に影響を与える要因

## - 海洋内部と気象の要因 -



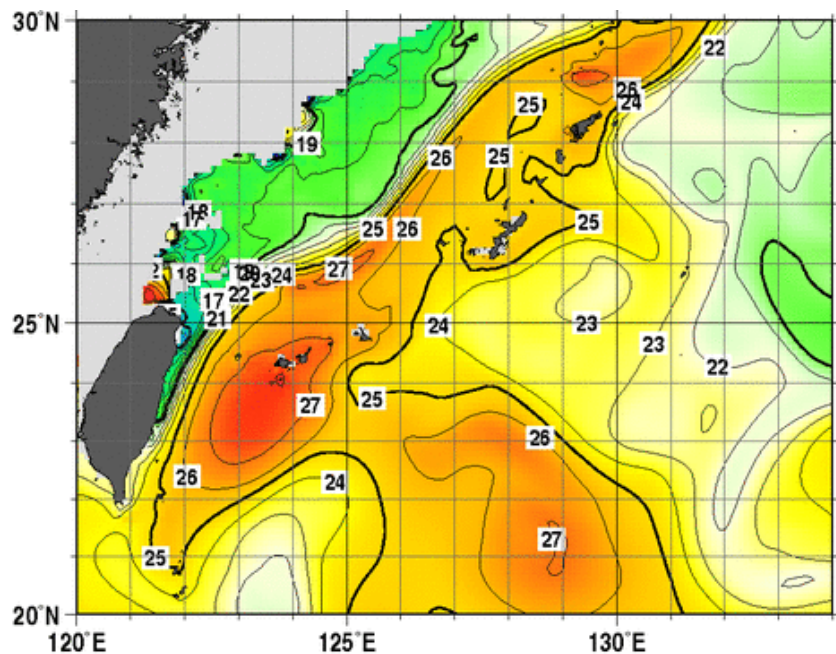
石西礁湖南方における海面水温と100m水温および石垣の気温の経年変動(1985年～2013年)  
 ※7月～9月の平均値



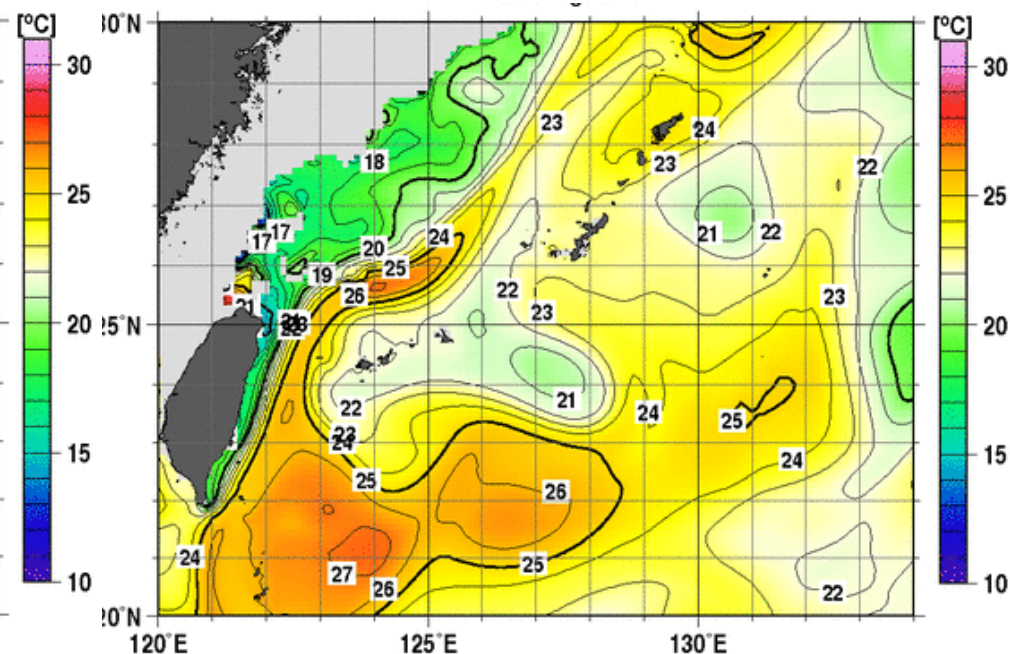
石西礁湖南方における海面水温と100m水温の関係

石西礁湖南方における海面水温と石垣の気温の関係

# 2003年夏季と2006年夏季の100m水温の水平分布



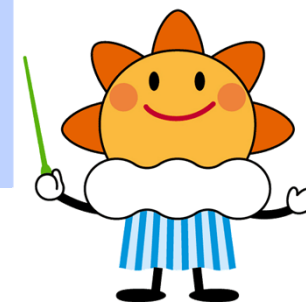
2003年9月上旬の100m水温



2006年8月中旬の100m水温

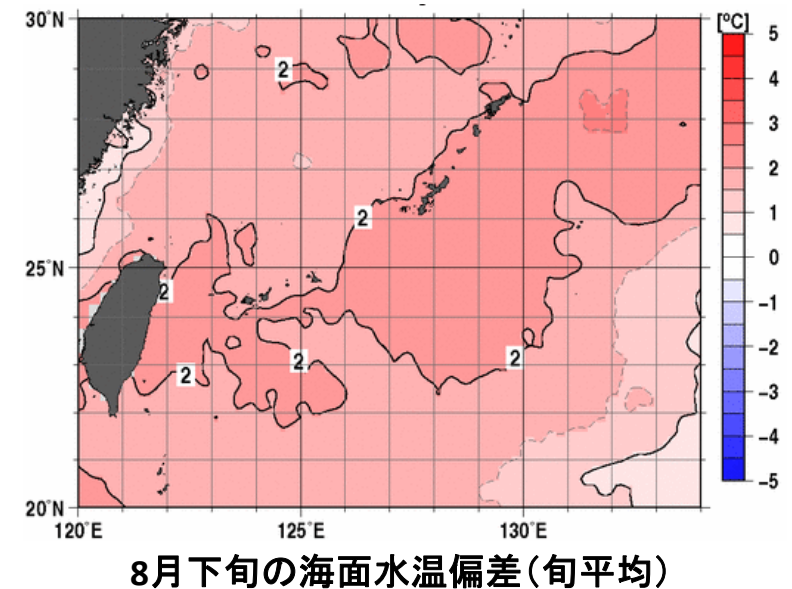
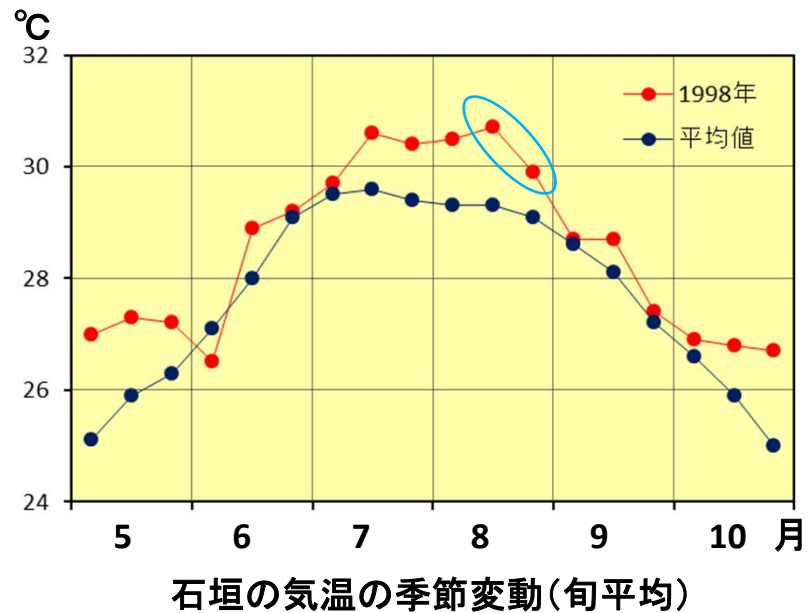
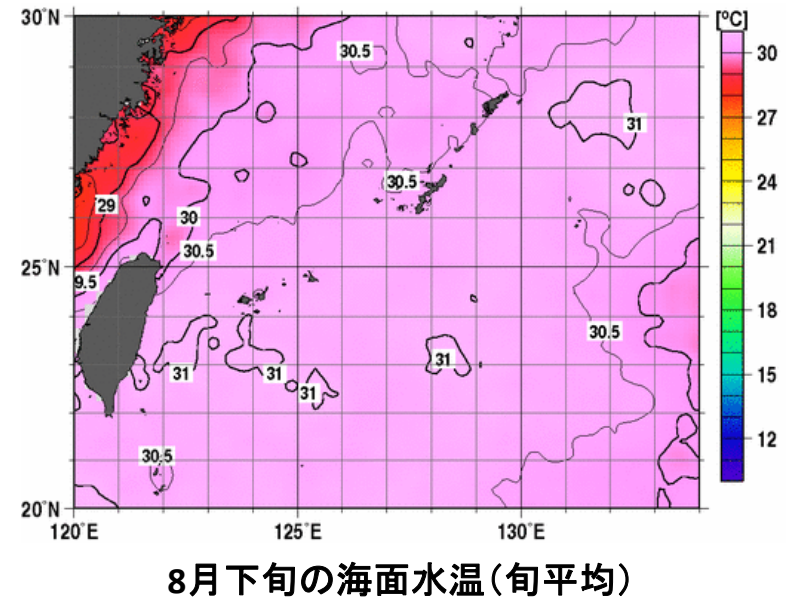
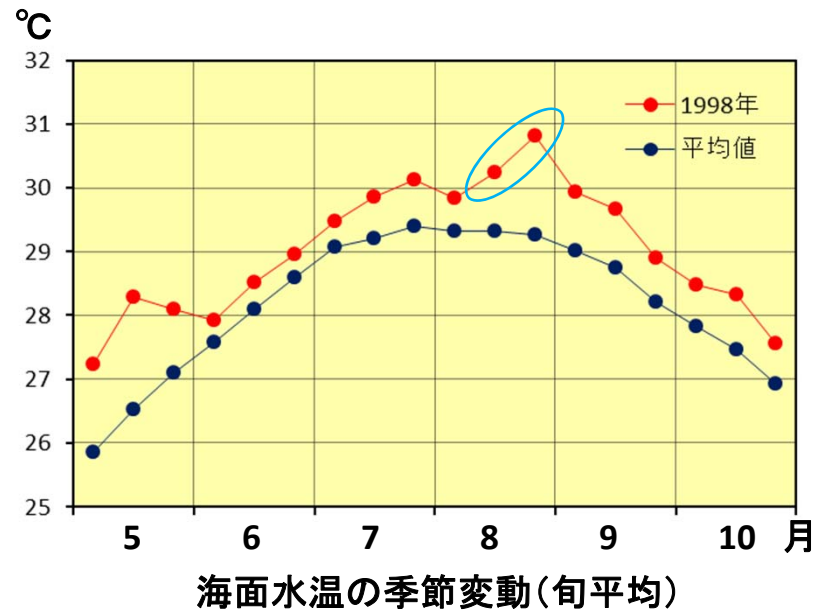
2003年8月下旬から9月中旬にかけて、先島諸島周辺に暖水域が接近したため、石垣島では潮位が上昇し、高潮被害が発生した。

# 石西礁湖でサンゴ白化が顕著であった 1998年と2007年の海況

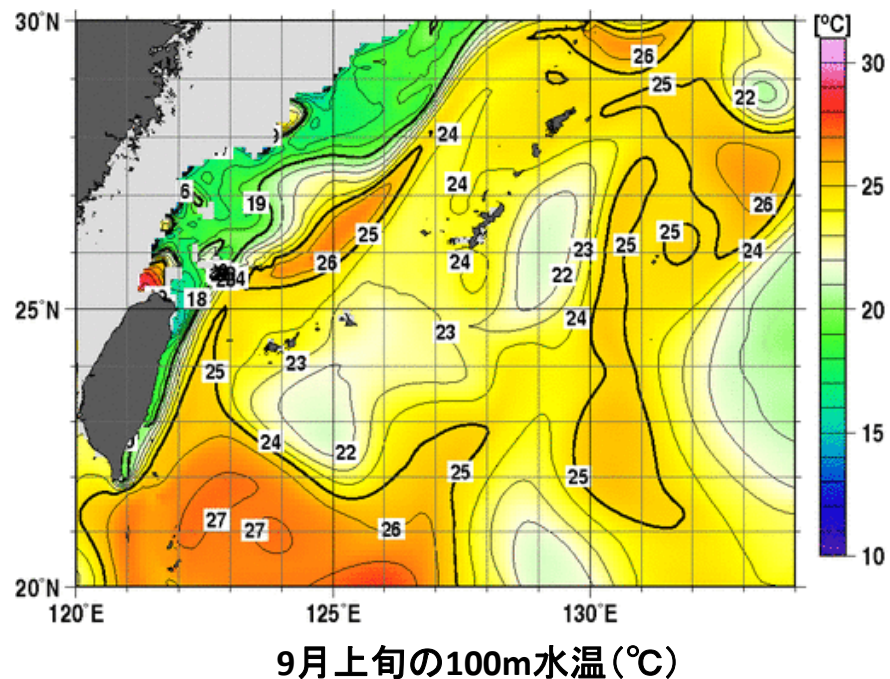
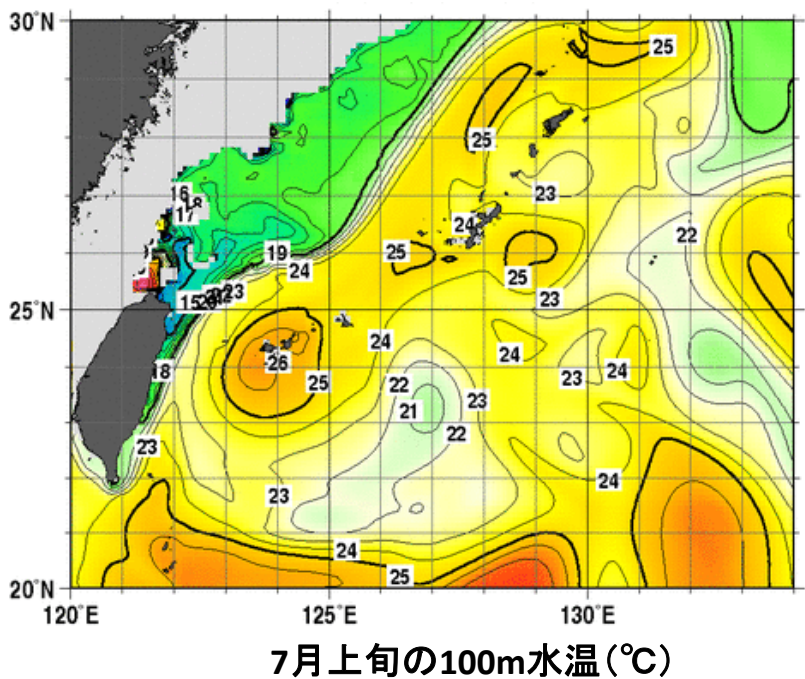
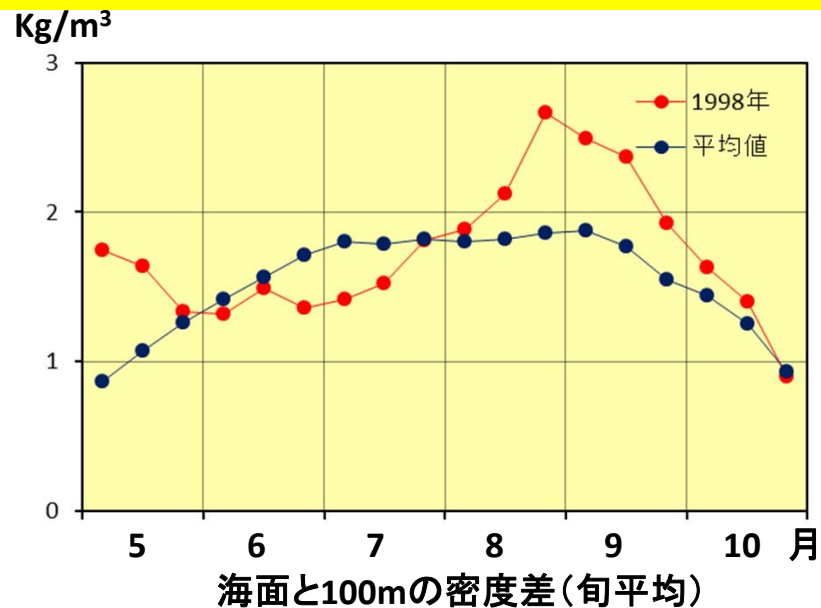
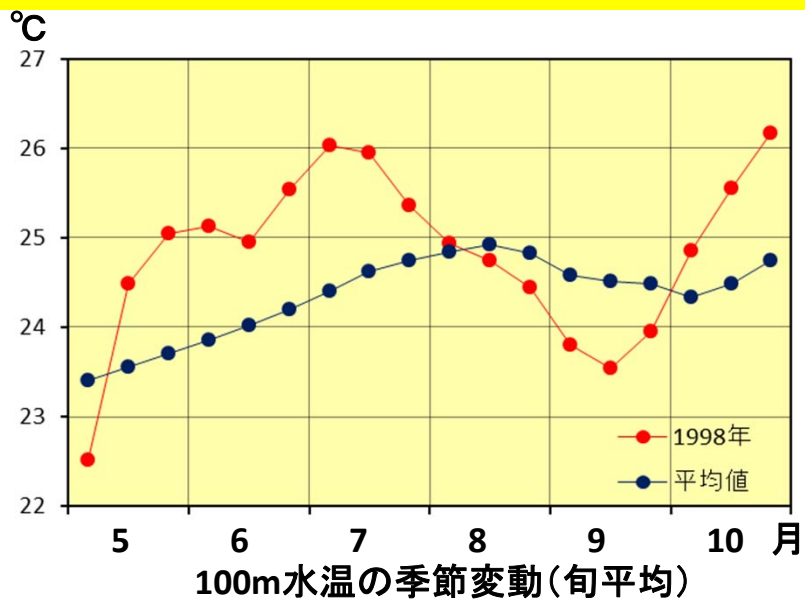




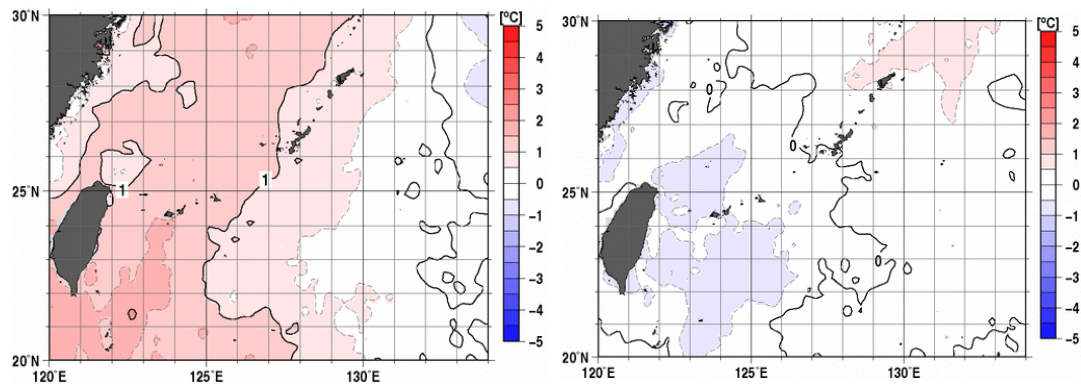
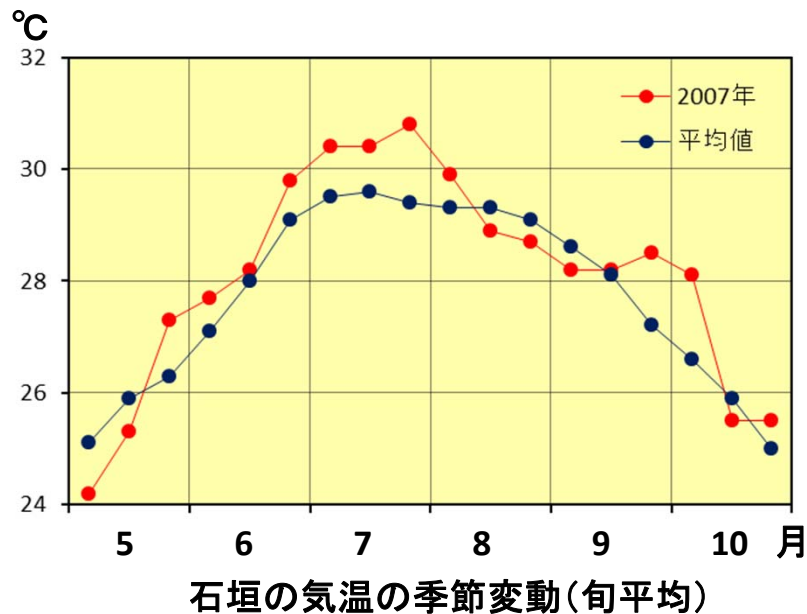
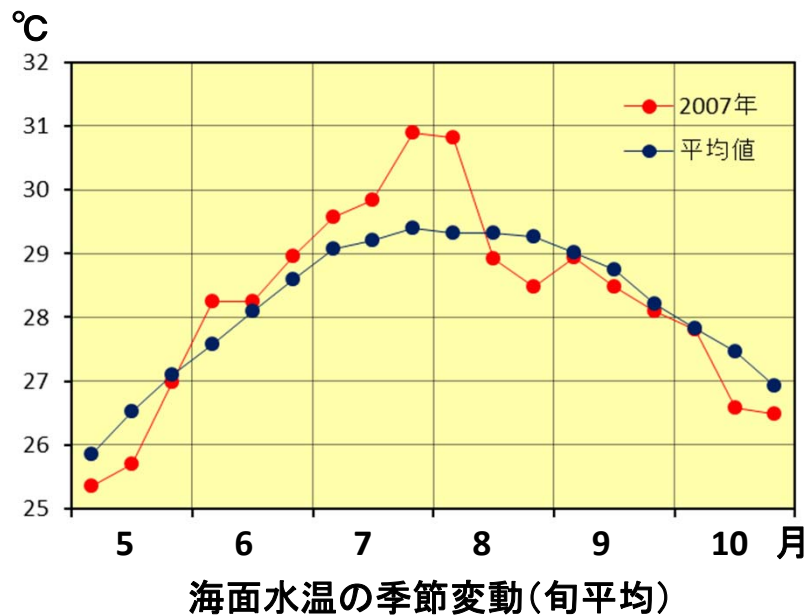
# 石西礁湖における1998年夏季の気温と海面水温



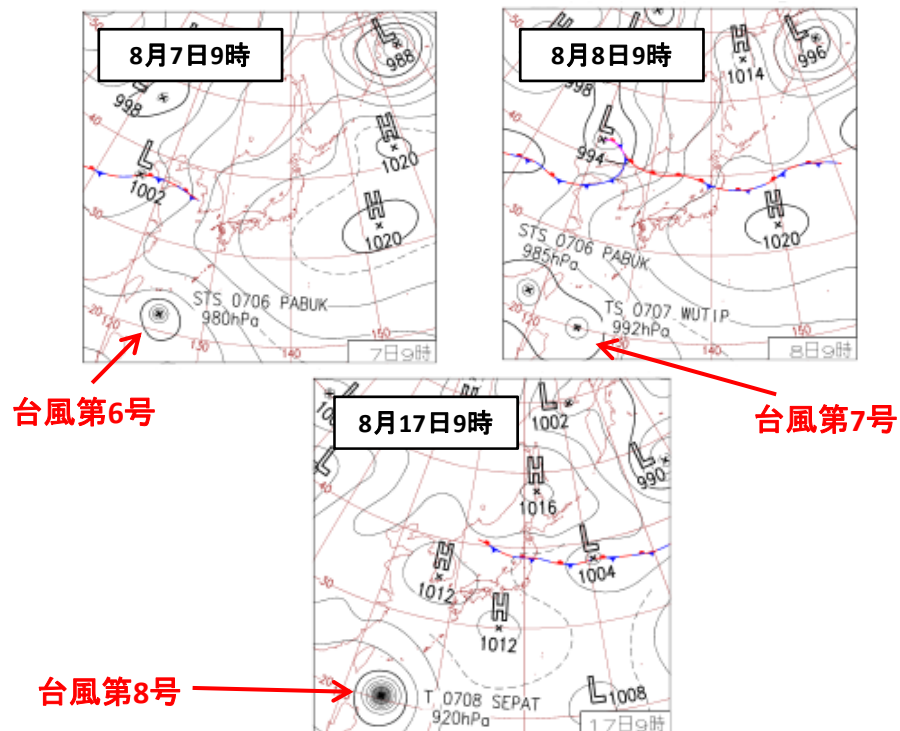
# 石西礁湖における1998年夏季の表層水温



# 石西礁湖における2007年夏季の気温と海面水温

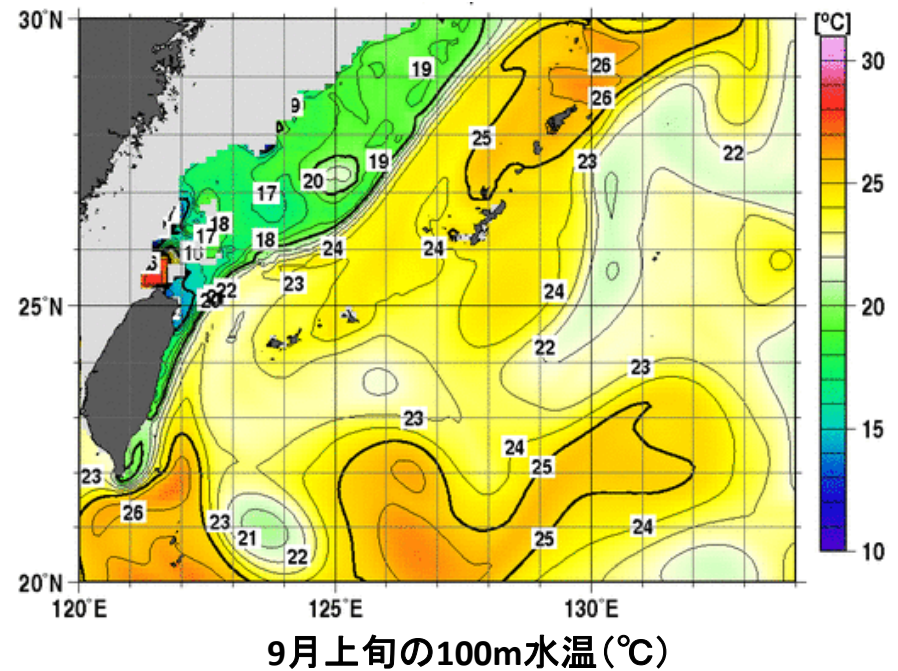
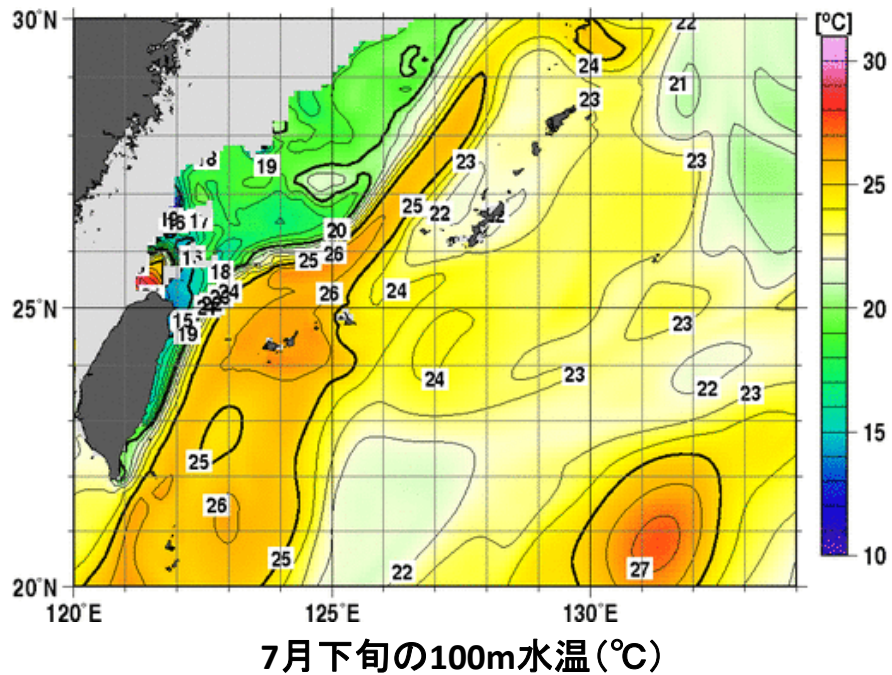
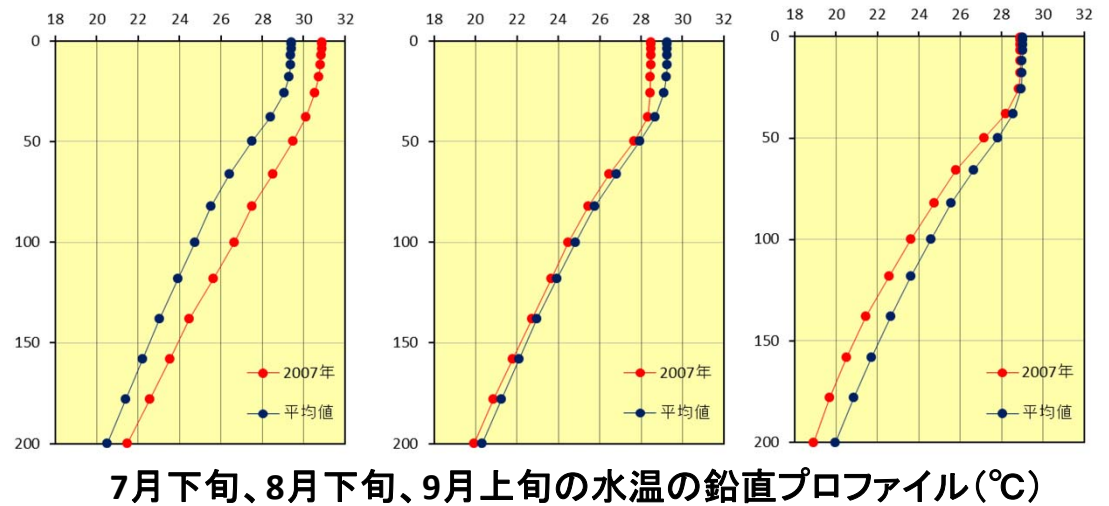
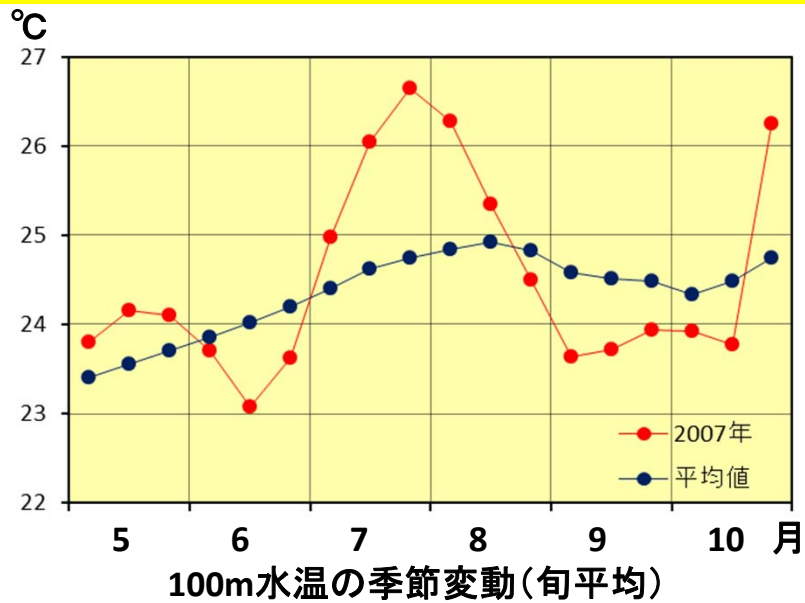


海面水温偏差(左図:8月上旬、右図:8月中旬)



8月7日、8月8日、17日の天気図

# 石西礁湖における2007年夏季の表層水温



# まとめ

- 1. 先島周辺海域の海面水温は、 $+0.73 \pm 0.22$ ( $^{\circ}\text{C} / 100$ 年)で有意な上昇傾向となっている。**
- 2. 1998年夏季における石西礁湖南方の海面水温は、7月は高気温や暖水域の接近に伴い高水温であった。一方、8月は高気温により、また9月は気温は平均値並みになったが、下層に冷水域が接近し密度勾配が大きくなったため鉛直混合が抑制されたことから8月の高水温が持続された可能性がある。**
- 3. 2007年夏季における石西礁湖南方の海面水温は、7月から8月上旬は高気温に伴い高水温となり、特に7月下旬から8月上旬にかけては暖水域も接近して $31^{\circ}\text{C}$ 近くまで上昇した。一方、8月中旬以降は8月上旬と中旬に接近した3つの台風の影響で、気温も低下し、海面水温は平均値並みとなった。**