

海洋物理学

(2013 年度春学期)

目次

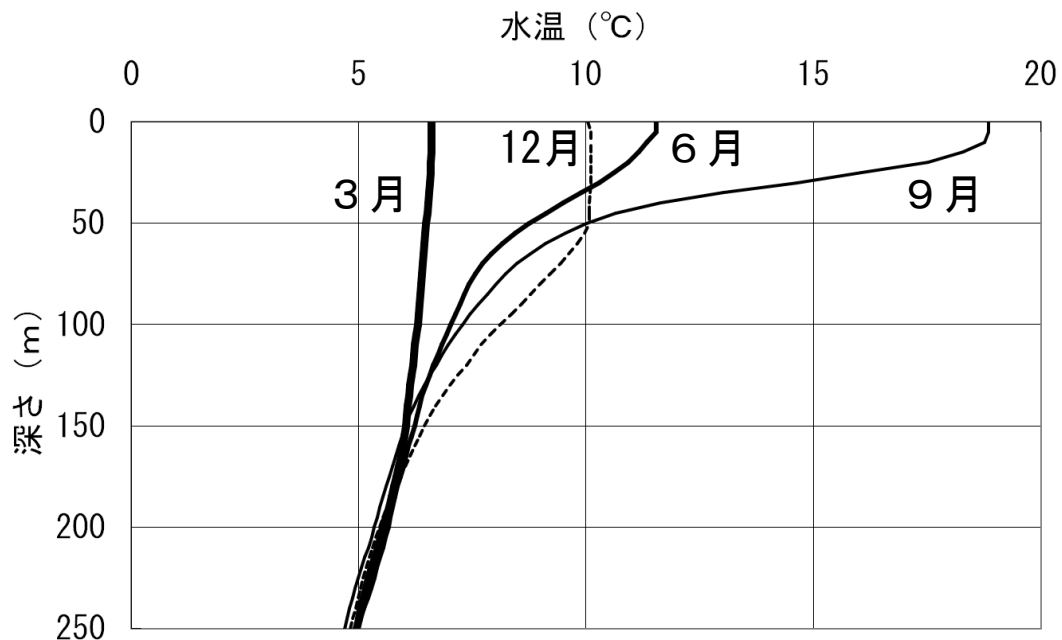
1	海洋とその運動	1
2	水温と塩分の鉛直構造	7
3	浅水波の理論	15
4	水面波の理論	22
5	西岸境界流	29

1 海洋とその運動

1. 1 海洋の鉛直構造と海流

地球の海洋の深さは、平均すると数千メートル程度である。海洋の水温分布の様子は深さによって異なる。海面の近くでは、海水が太陽放射によって暖められ、また、風や波によってよく混合されている。このため、水温が高く、上下の温度差が小さい。この層を**混合層(mixed layer)**という。混合層の厚さは、場所や季節によって大きく異なるが、典型的には数十メートル程度である。混合層の下では深さとともに急激に水温が低下する。この層を**水温躍層(thermocline)**という。水温躍層より下は深層とよばれ、水温は低く、その変化は小さい。

中緯度では、混合層に明瞭な季節変化が見られる。冬季には海面が冷却され、低温で高密度な海水が沈みこむため、混合層がよく発達している。春になると海面が加熱され、海面水温が上昇する。暖かい海水は密度が低いので、混合層は発達しなくなる。夏季には海面付近は高温で、混合層は浅くなっている。秋になると海面が冷却され、海面水温が低下する。冷たい海水は密度が高く沈みこむので、混合層が発達するようになる。



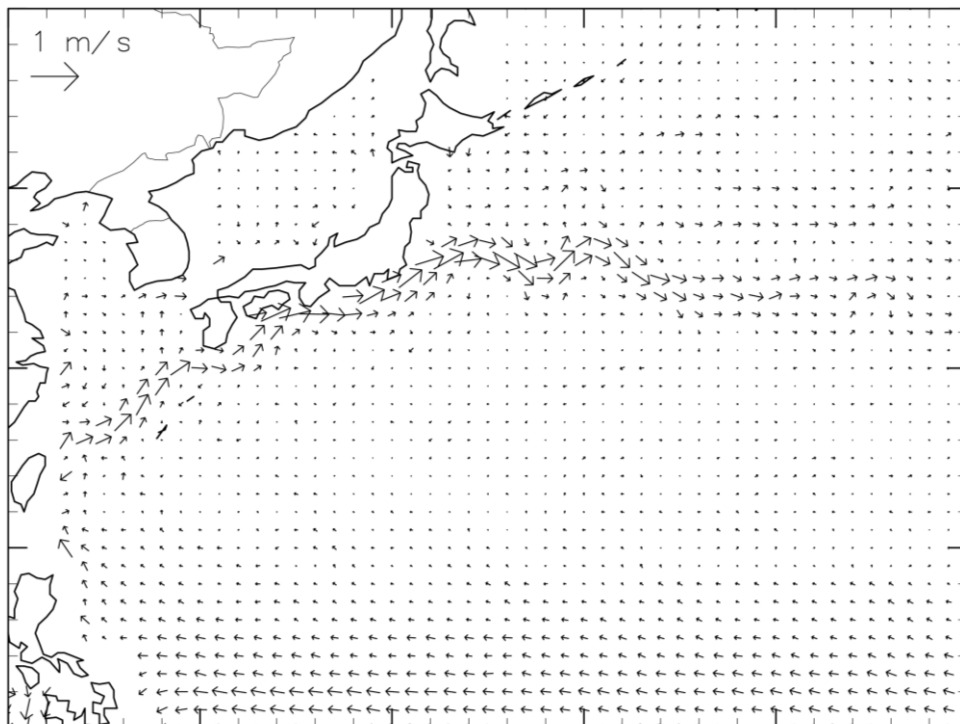
(アルゴフロートによる観測データを用いて作成)

水温の季節変化 (北緯 40~45°、東経 150~160°)

海水には、塩化ナトリウムや塩化マグネシウムなどの塩が溶けている。海洋学では、海水 1 キログラムに溶けている塩の質量[グラム]を**塩分(salinity)**として定義する。単位としてはパーミル‰（千分率）を用いる。実際の海水の塩分はおよそ 35‰である。

1. 2 海流

ほぼ一定の方向に流れている海水の流れを海流という。海洋の表層の海流は海上の風の影響を強く受けていて、平均的な海上風とよく対応している。たとえば、北太平洋の低緯度域では、北赤道海流が東から西に向かって流れている。北赤道海流の一部は黒潮として北上し、北太平洋海流として東に流れていき、北アメリカ大陸を南下する。このように大規模な時計まわりの流れが生じているが、これを**環流(gyration)**という。環流は、おもに貿易風と偏西風によって生じているが、それにコリオリの力の効果が加わって、環流を形成している。環流は海洋の西岸でとくに強くなっていて、黒潮やメキシコ湾流として観測される。これを**西岸強化(western intensification)**という。西岸強化も地球の自転の効果によって生じている。



(NOAA による衛星観測データを用いて作成)

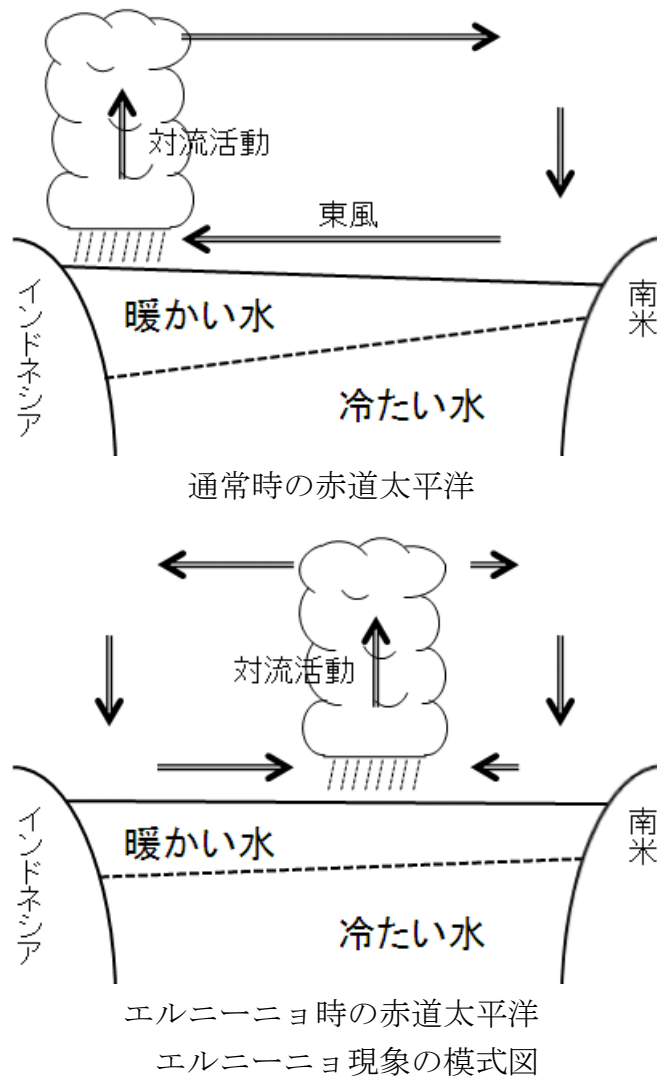
図 1-2: 日本付近の平均的な海流

1. 3 エルニーニョ現象

数年程度の時間スケールでの気候の変動として、**エルニーニョ現象**(El Niño)をあげることができる。エルニーニョ現象は、数年に一度程度の頻度で、赤道太平洋東部の海面水温が平年よりも高くなる現象である。また、逆の現象を**ラニーニャ現象**(La Niña)という。赤道太平洋ではエルニーニョ現象とラニーニャ現象が繰り返し発生しているが、これを**南方振動**(Southern Oscillation)とよぶことがある。

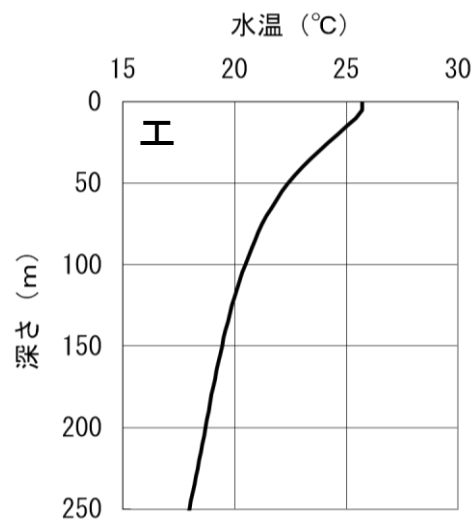
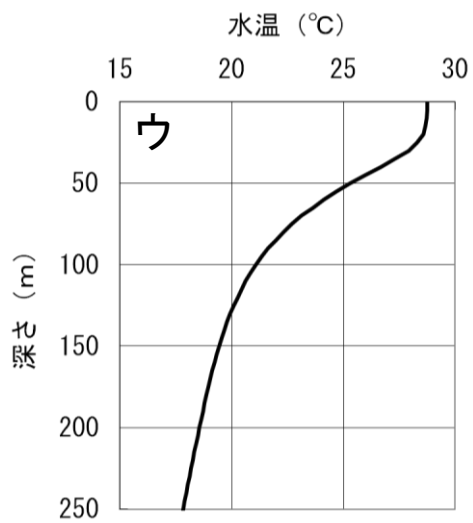
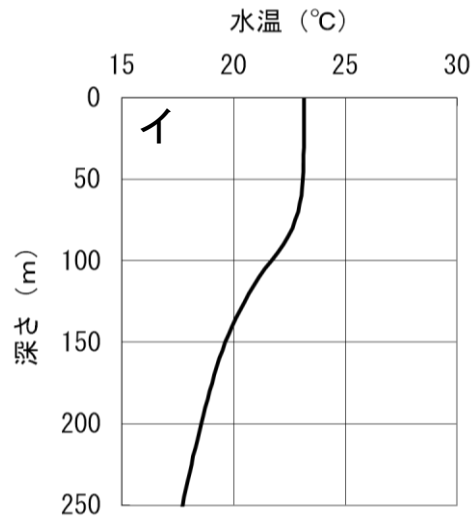
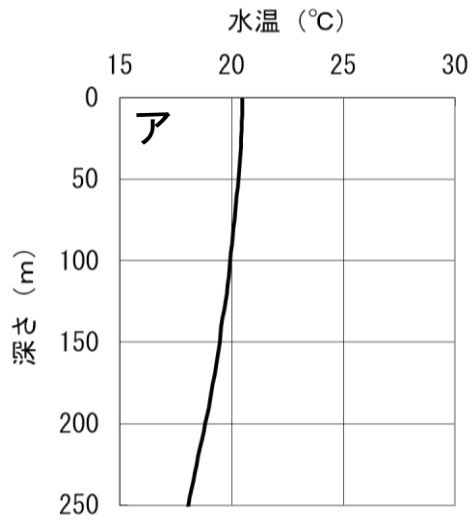
下の図を見ると、通常は、赤道太平洋の西部では海面水温が高く、東部で海面水温が低いことがわかる。これは、貿易風という東風によって温かい表面付近の海水が西に吹き寄せられ、東岸のペルー沖では冷たい水が湧き上がっているからである。赤道太平洋西部の大気は加熱されているので気圧が低くなっているが、東部では冷やされているので気圧が高くなっている。大気の大気対流活動に注目すると、海面水温の高い赤道太平洋西部では対流活動が活発であり、上昇気流が生じている。一方、赤道太平洋東部では下降気流となっている。

エルニーニョ現象が発生すると、貿易風が弱くなり、暖水域は東に移動する。このため、西に吹き寄せられていた暖かい海水が東に移動し、赤道太平洋東部の海面水温は上昇する。



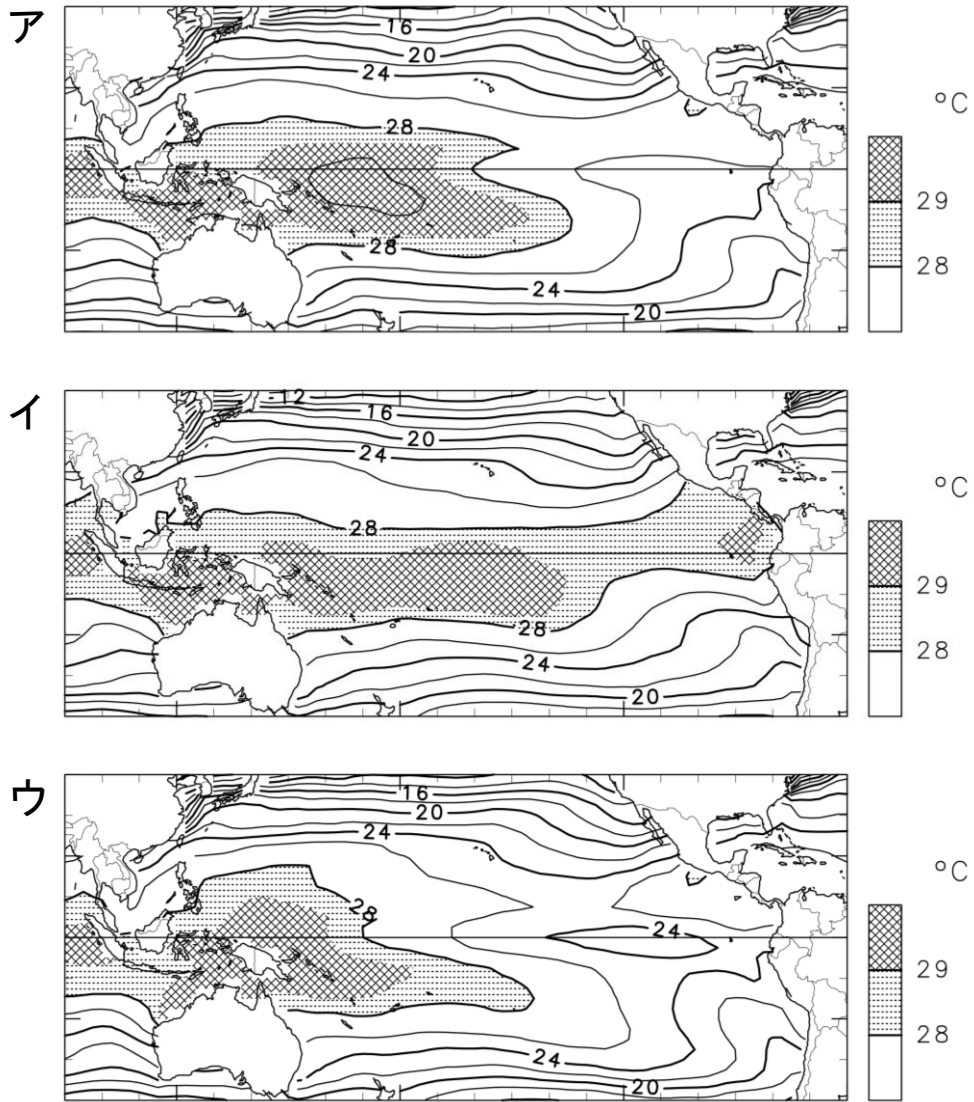
エルニーニョ現象は赤道太平洋での大気海洋結合系の変動であるが、熱帯域の積雲対流などの変動を通して、中緯度域の天候にも影響を与える。たとえば、エルニーニョ現象が発生すると、日本は暖冬や冷夏になりやすいと言われることがある。

問 1-1 次の4枚の図は、日本の南海上（北緯 25～30°、東経 130～140°）で観測された、3月、6月、9月、12月の水温の鉛直分布である。どの図がどの月に対応するか答えよ。



(アルゴフロートによる観測データを用いて作成)

問 1-2 次の3枚の図は、エルニーニョ現象が発生しているとき（1998年1月）、ラニーニャ現象が発生しているとき（2008年1月）、いずれも発生していないとき（2005年1月）の海面水温の分布図である。エルニーニョ現象が発生しているときの水温分布はどれか。



(NOAA のデータを用いて作成)