

第3章 各季節における海洋諸要素の鉛直断面分布

3.1 ポテンシャル水温 (θ °C) (図 3.1.1~図 3.1.112)

a. 南北断面分布

赤道域における表層の暖水は150°E と160°E の間で29°C以上の範囲が最も広く、発達しているが、夏季には経度で10°程西に寄っている。その暖水は夏季には北太平洋の亜熱帯域で北に広がる。亜熱帯の暖水を示す等温線の下方へのふくらみは、深さとともに高緯度側にずれ、北太平洋では700m深で消失するが、南太平洋の100°W以西では1400~1500m深でも見られる。

20°N 付近の600~700m以浅および20°S 付近の1500m以浅で見られる等温線の上方へのふくらみは10°N 付近の300m以浅で一つに融合している。

南極収束線は50°S~60°S にあり、その近辺では等温線は急勾配で下方に沈み、水温の水平傾度が大きい。南極収束線の南には、0~200m深に0°C以下の低温な水があり、200~1000m深を1~2°Cの相対的に暖かい水が占め、1000m以深には0~1°Cの水がある。この水温の三層構造は全ての季節で見られ、170°W~140°W で顕著である。また、表層の低温水は春季と夏季(南半球)に160°W~140°W の100m深付近で北に張り出す。

北太平洋の亜寒帯収束線においても等温線の鉛直勾配は大きい、その大きな勾配は1500m深には及んでいない。亜寒帯域の50m以浅は春季と夏季に強い成層状態になる。亜寒帯域の160°E 以東の800m以浅に等温線の上方へのふくらみがあるが、これは亜寒帯域における湧昇を示しているものと思われる。

b. 東西断面分布

50°N に沿った断面では、5°C以上の相対的に暖かい水が東部の400m以浅にあり、3°C以下の低温な水がオホーツク海の1000m以浅と全域の900m以深を占めている。中央部には2~4°Cの比較的一様な水温を持った水が全層にある。春季と夏季には50m以浅に水温躍層が形成される。40°N 断面はほぼ亜寒帯海流ないし北太平洋海流に沿っていて、等温線の深度分布に大きな変化はないが中央部でやや深くなっている。北太平洋の亜熱帯環流の中央部を東西に横切る20°N 断面では、水温躍層の深度と鉛直傾度は西部で深くて小さいが東部では浅くて大きいことがわかる。西部の陸岸の近くには西岸境界流の存在を示す等温線深度の急変が現われている。10°N および赤道断面では水温躍層が最も浅くて強く、西部では100~250m深に、東部では50m以浅にある。赤道での表層混合層は西部よりも180°付近でやや厚くなっている。20°S 断面の水温分布は20°N 断面と類似しているが、西岸境界流の存在を示すような等温線深度の急変は見られない。

40°S と50°S の断面ではニュージーランドおよびその東方の海底地形(キャンベル海台, チャ

タム海膨)の影響を受けて等温線深度が急変しているが、40°Sでは等温線が下方に張り出し、50°Sでは上方に張り出して逆になっている。

3.2 塩分 (S) (図 3.2.1~図 3.2.112)

a. 南北断面分布

塩分35.0以上の亜熱帯高塩分水は、北太平洋では20°N~30°Nの海面から200m深までに存在し、最高塩分は35.4程度である。南太平洋では35.0以上の高塩分水は赤道から40°Sの海面から400m深までに分布し、最高塩分は36.4程度である。北太平洋の亜寒帯中層水および南太平洋の南極中層水は塩分極小層を形成する。北太平洋亜寒帯域の表層底部からの塩分34.0以下の低塩分水の南方への張り出しは各季節とも160°W~150°Wで最も顕著である。34.1の等塩分線で見ると低塩分水の張り出しの先端は30°N付近の600~800m深にあり、そこからさらに南方上方へ伸びている。130°W付近には200m深を南に張り出す低塩分水があり、浅い塩分極小層を形成している。

南極中層水を形成する南極収束線付近からの低塩分水の北方下方への張り出しは、160°E付近で最も顕著で、34.4の等塩分線で見るとその張り出しの先端は50°S付近の1200m深に達している。20°S~40°Sの600~1200m深にも塩分極小層を形成する低塩分水があつて、170°W以西では南極収束線付近から北方下方へ張り出す低塩分水と分離しているが、160°W以东では一緒になっている。

b. 東西断面分布

50°N断面では、各季節とも100~200m深に塩分躍層がある。40°N断面では塩分極小層は200~600m深に見られ、冬季には34.0以下の水が4つの部分に分かれている。30°Nでは東部の表層から西部の700~800m層に張り出す中層水が顕著である。20°Nでは冬季と秋季に亜熱帯の最高塩分水が170°E~180°で海面に露出しており、蒸発によって高塩分水が形成されていることを示している。その高い塩分水は海面下を東西に張り出して塩分極大層を形成している。20°S断面では140°W~100°Wの海面から200m深に36.0以上の高塩分水があり、この海域で蒸発によって高塩分水が形成されていることを示している。この高塩分水は夏季(南半球)に最も発達して、西方には150°Wまで達し下方には250m深まで及んでいる。この高塩分水は100~300m深を北と西に伸びている。30°S、40°S断面では塩分極小層が東部の表層から西部の800~1200m層に伸びているが、北太平洋の場合ほど鮮明ではない。

3.3 ポテンシャル密度 (σ_θ kg/m³) (図 3.3.1~図 3.3.112)

a. 南北断面分布

ポテンシャル水温と非常に良く似た分布をしている。170°W~150°Wの断面では、30°N付近の等温線の下方へのふくらみがせいぜい700m深までであるが、ポテンシャル密度の等値線の下方へのふくらみは1200m深まで見られる。これは低塩分の中層水の下層への張り出しの影響である。南太平洋の140°W以東でもこれと同様な現象が見られる。南太平洋熱帯域から亜熱帯域にかけての表層では160°W~140°Wで等密度線が空間スケールの小さい変化を示すが、これは亜熱帯高塩分水の影響である。

ポテンシャル密度の範囲は西部赤道域の海面の21.4から冬季(南半球)のロス海における亜表層の28.0までである。

b. 東西断面分布

50°N断面で、中央部でのポテンシャル密度の成層は塩分の成層の影響を強く受けている。40°Nには東部に $\sigma_\theta = 25.0$ の軽い水があるが、これにも低塩分水が寄与している。また、東部の沿岸域500m以深で σ_θ の等値線の傾きはSに類似し θ とは逆のセンスになっている。このように亜寒帯域では σ_θ の分布にはSの影響が大きい。これは水温変化が小さいからである。他の断面では σ_θ の分布は θ の分布に類似しているが、30°S断面で150°W~140°Wの200~500m深には θ の分布に見られないような σ_θ の複雑な分布がある。

3.4 地衡流速 (cm/s) (図 3.4.1~図 3.4.160)

a. 地衡流速東西成分の南北断面分布と東西断面分布

150°E, 160°E断面では東向きの黒潮続流の中心は35°N付近にあり、1000m深まで及んでいる。180°以東では亜寒帯海流、北太平洋海流の東向流は南北に広がり、中心は40°N~50°Nにある。流れの及ぶ深さも東に行くにつれて浅くなり、140°Wでは500m深となっている。

40°N東西断面では170°E付近で東向きの流れが最も深くなっている。30°N断面では150°E以東で表層は東向き、中・深層は西向きの流れになっている。

西向きの北赤道海流の中心は12°N~15°Nの100m以浅で海面下にある。10°N断面でこの状況は良く示されており、西向きの流れの中心は西部では亜表層にあって流速が大きく、東部では海面付近にあって流速が小さい。ただし、夏季、秋季には160°W~110°Wで東向流が現われる。5°N断面では東流の流速の鉛直傾度が大きい層が200m深付近にあり、それは東の方ほど浅くなっている。西向きの南赤道海流の中心は160°E, 170°Eでは13°S付近の100~200m深にあるが、180°以東では10°Sと赤道の間の0~200m深にある。南太平洋の亜熱帯環流の東向きの流れは25°S~

40°S の800m以浅を占め(その中心は30°S 付近にある), 東の方ほど南北に広がり, 夏季, 秋季(南半球)では東の方ほど浅くなっている。(U の160°E 以東の南北断面図および30°S 断面図参照)。南極周極流は50°S~60°S にあって少なくとも1300m深まで及んでいるが, 120°W~100°W でやや浅くなっている。南極周極流の最強流域は50°S 断面では140°E 付近と150°W 付近にあり, 60°S 断面では170°E 付近にある。

b. 地衡流南北成分の東西断面分布

40°N 断面では, おおよそ180°~170°W 以西で北向き, それ以东で南向きの成分を持っている。30°N 断面では150°W 以東の300m以浅で南向きの成分が多少強く, 亜熱帯環流の南下流を示している。20°N 断面では120°E 付近に西岸境界流を示す強い北上流が見られる。10°N~10°S 断面では東西流の小蛇行に伴う北流と南流の小さいスケールの構造がある。南極周極流の蛇行により, 60°S, 160°E~170°E に比較的強い南流成分が見られる。

第3章のまとめとして, 南北両太平洋の亜熱帯高塩分水, 中層水と密度場, 流速場との関係について述べる。

北太平洋の亜熱帯高塩分水 ($S \geq 35.0$) は $\sigma_\theta = 23.0 \sim 25.0$ の密度を持ち, 200m以浅に存在してその上層は東向き, 下層は西向きの流れの場の中にある。 $\sigma_\theta = 24.4 \sim 24.6$ 面に沿って高塩分水が東に伸びているが, その場の流れは西向きになっている(例えば, 冬季20°N 東西断面図参照)。

南太平洋の亜熱帯高塩分水は塩分35.0以上の部分は $\sigma_\theta = 26.4$ 以下, 塩分36.0以上の部分は $\sigma_\theta = 23.3 \sim 25.6$ に分布している ($S \geq 35.0$ の水の方が深くまで分布しているので, 最大密度が大きくなる。例えば, 冬季20°S 東西断面図参照)。10°S 断面では亜表層の $S \geq 36.0$ の高塩分水は $\sigma_\theta = 23.0 \sim 25.9$ の範囲にある。この高塩分水は10°S, 20°S 断面では140°W 以西の200m以浅を除いて西向きの流れの中にあり, 30°S 断面では東向きの流れの中にある。

北太平洋亜寒帯域から南方へ張り出す中層水はほぼ $\sigma_\theta = 26.8$ 面に沿っており, そこでは東向きの流れが卓越しているが弱い南向きの流速成分も持っている(例えば冬季160°W 南北断面図参照およびVの冬季40°N 東西断面図参照)。塩分の東西断面で西向きに伸びる極小層は32°N~38°N では東向きの流れの場の中であり, 30°N 以南では西向きの流れの場の中にある(例えば冬季30°N 東西断面図参照)。東部の表層の低塩分水の密度は $\sigma_\theta = 26.0$ 以下であり, 亜寒帯表層の低塩分水が南下してきたもので, 中層水とは別のものである。

南極収束線から沈降する低塩分水はほぼ $\sigma_\theta = 27.2 \sim 27.3$ 面に沿っており, 北太平洋の中層水よりも重く, 深くまで達している(例えば160°E 南北断面図参照)。30°S, 40°S における中層水は $\sigma_\theta = 27.0 \sim 27.2$ の密度を持ち, 北太平洋の中層水よりも厚い層をなしている。その中層水は30°S では西向きの流れの中に, 40°S では東向きの流れの中にある。

おわりに

Levitus の海洋データセットのうち季節平均データを用いて、太平洋における海洋諸要素の分布とそれらの要素の季節間差の分布を示し、その特徴を述べた。

この技術報告が海況解析や数値シミュレーション等において様々に利用されることを願っている。

謝辞

この技術報告を刊行するにあたり、原稿を閲読していただいた佐野海洋研究部長はじめ有益な助言を与えてくれた同僚諸氏に感謝します。

最後に、この海洋季節平均分布図の発行に対し快く許可して下さった Sydney Levitus 博士の好意に感謝します。

参考文献

- Fofonoff, N. P. and R. C. Millard Jr., 1983 : Algorithms for computation of fundamental properties of seawater, Unesco Technical Papers in Marine Science No. 44, UNESCO, Paris.
- Levitus, S., 1982 : Climatological Atlas of the World Ocean, NOAA Professional Paper 13, 173pp.
- 日本海洋学会, 1970 : 海洋観測指針 (気象庁編), 第 5 章, 海水の状態方程式及び力学計算, 91-102.
- UNESCO, 1981 : The practical salinity scale 1978 and the international equation of state of seawater 1980, Unesco Technical Papers in Marine Science No.36, UNESCO, Paris.