

- Hamada, T. (1977) : Distribution and some ecological barriers of modern *Nautilus* species. Scientific Papers of College of General Education, University of Tokyo, v. 27, 89-102.
- Heptonstall, W.B. (1970) : Buoyancy control in ammonoids. *Lethaia*, v. 3, 317-328.
- House, M.R. (1988) : Major features of cephalopod evolution. In: J. Wiedmann and J. Kullmann (Editors), *Cephalopods-Present and Past*. Schweizerbat'sche Verlag, Stuttgart, 1-16.
- Huber, B.T., Hodell, D.A. and Hamilton, C.P. (1995) : Middle-Late Cretaceous climate of the southern high latitudes: Stable isotopic evidence for minimal equator-to-pole thermal gradients. *Geological Society of America Bulletin*, v. 107, 1164-1191.
- Kodama, K., Maeda, H., Shigeta, Y., Kase, T. and Takeuchi, T. (2000) : Magnetostratigraphy of Upper Cretaceous strata in South Sakhalin, Russian Far East. *Cretaceous Research*, v. 21, 469-478.
- Landman, N.H. and Cochran, J.K. (1987) : Growth and longevity of *Nautilus*. In: W.B. Saunders and N.H. Landman (Editors), *Nautilus: the biology and paleobiology of a living fossil*. Plenum Press, New York, 401-420.
- Moriya, K., Nishi, H., Kawahata, H., Tanabe, K. and Takayanagi, Y. (投稿中) : Demersal habitat of Cretaceous ammonoids: Evidence from oxygen isotopic compositions.
- Okamoto, T. (1988) : Changes in life orientation during the ontogeny of some heteromorph ammonoids. *Palaeontology*, v. 31, 281-294.
- Pearson, P.N., Ditchfield, P.W., Singano, J., Harcourt-Brown, K.G., Nicholas, C.J., Olsson, R.K., Shackleton, N.J. and Hall, M.A. (2001) : Warm tropical sea surface temperatures in the Late Cretaceous and Eocene epochs. *Nature*, v. 413, 481-487.
- Pirrie, D. and Marshall, J.D. (1990) : High-paleolatitude Late Cretaceous paleotemperatures: New data from James Ross Island, Antarctica. *Geology*, v. 18, 31-34.
- Roux, M. (1990) : Underwater observations of *Nautilus macromphalus* off New Caledonia. *Chambered Nautilus Newsletter*, v. 60, 1-6
- Saunders, W.B. and Shapiro, E.A. (1986) : Calculation and simulation of ammonoid hydrostatics. *Paleobiology*, v. 12, 64-79.
- 棚部一成 (1998) : 軟体動物門-頭足綱. 速水・森編, 古生物の総説・分類. 朝倉書店. 東京. 114-130.
- Trueman, A.E. (1941) : The ammonite body-chamber, with special reference to the buoyancy and mode of life of the living ammonite. *Quarterly Journal, Geological Society of London*, v. 96, 339-383.

MORIYA Kazuyoshi (2002) : Investigation of ancient paleo-environment recorded on ammonoid shells.

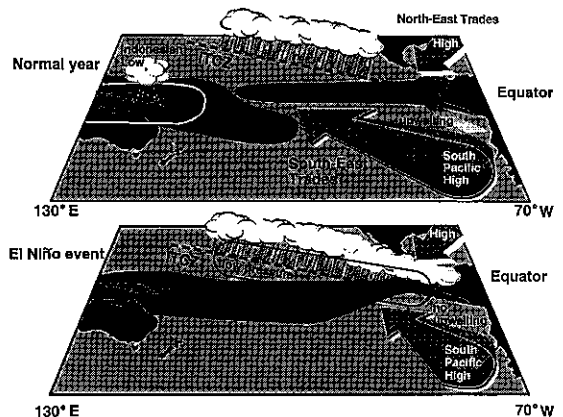
<受付: 2002年6月11日>

## 用語解説

**ENSO変動**: 熱帯域での海洋と大気循環の年変動でエルニーニョ・南方振動 (El Niño and Southern Oscillation; ENSO) の略。エルニーニョ現象は、東部赤道太平洋域一帯の海面水温が数年周期で異常に高くなる現象である。一方、南方振動は、東部インド洋からインドネシアにかけての地域と、東部南太平洋域との間で、地上気圧が逆位相で変動する大規模な東西方向の振動であり、対流圏全体の現象としてみると、インドネシア付近の対流活動による上昇流と、冷たい東部南太平洋上での下降流をつなぐ東西循環の強弱の変動としてとらえることができる(第1図)。

通常の赤道太平洋の表層水温は、東部で25℃以下と低温で、西部で28℃以上と高温で、この高温水は西太平洋暖水塊 (Western Pacific Warm Pool; WPWP) と呼ばれている。この暖水塊の層厚は厚く、温度躍層の深さは最大200mに達する。一方、東部赤道太平洋では、東風(貿易風)により躍層の下の低温の水塊が湧昇してくるために表層水は低温となっている。この準安定な状態が崩れ、特に中部や東部赤道太平洋の表層水温が上昇する現象が一般にエルニーニョと呼ばれる ENSO の「温暖期」 (Warm Episode) である。西太平洋暖水塊は東方に移動し、多雨域も暖水塊に伴って中部太平洋域に移動する。

典型的な「温暖期」では、北半球の春先から東部太平洋の水温が上昇を始め、年末クリスマスの時期にピークを迎え、その後、水温がもとの状態に向かう。「温暖期」とは逆に東部太平洋域での顕著な水温低下もほぼ同じ頻度で発生し、ENSOの「寒冷期」(Cold Episode) (一般にラニーニャ) と呼ばれている。

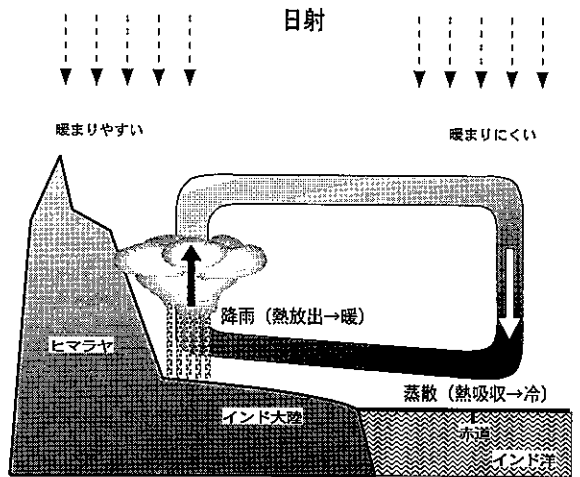


第1図 ENSOの模式図。

**モンスーン変動：**モンスーンは季節風の英語名で、その季節内で、その季節を代表するに足るほどの高い出現頻度を持ち、大気大循環の風系の風系にふさわしいほどの地理的空間を占め、冬から夏、夏から冬にかけて風向が反対になるような1組の卓越風系のことを意味している(地学辞典；平凡社、1996)。特に、アジアモンスーンと指す場合には、アラビア半島、南アジア(インド)、東南部から東部にかけてのアジア大陸、インドネシア、熱帯西太平洋、オーストラリア北部の地域に至る地域で季節的に卓越する風向と雨域が、冬と夏とで交替する現象を指している。

この地域にモンスーンが卓越する大きな原因は、ユーラシア大陸が低緯度にまで広い面積を占めていて、周囲の海洋との間で、季節的な加熱・冷却の差が大きいうことが挙げられる。しかも、このような熱的な対照性はヒマラヤ・チベット山塊の存在によって強められている(第2図)。しかも、水循環がモンスーンの形成と維持に重要な役割を果たしている。モンスーン循環では、海洋上で蒸散が活発におこり、海から陸に向かう風によって水蒸気が大陸に輸送され、大陸での上昇気流によって凝結(雲の生成)・降水、そして地表面からの流出という水循環過程は、潜熱の吸収・放出によって、海洋上の大気と大陸域付近の大気の加熱を強める。この海洋域と大陸域のあいだに生じた大気の加熱・冷却の差によって、モンスーン循環は強い状態で維持される。強いモンスーン循環はこの水循環をさらに強めるということで、正のフィードバックとして働くことになる。すなわち、モンスーンは水循環を伴うことで強力な大気循環系として存在している。

さて、アジアモンスーンに伴う大気循環系では、南アジア付近で上昇し、南インド洋で下降するという緯度方向での循環とともに、アジアモンスーン域で上昇し、赤道東部太平洋上で下降するという経度方向での東西循環も重要である(第2図)(安成、1984)。この熱帯東西循環は、上に述べた水循環による正のフィードバック機構によって、モンスーン域の対流活動を強め、東太平洋での下降気流を強めている。そして、この東西循環の大気下層部をしめている赤道沿いの東風(貿易風)は、エクマン効果によって東部から中部太平洋に赤道湧昇をもたらしている。通常、温度躍層以深の水温は低いいため、湧昇によりこれらの海域の表層水温は下がり、その上の大気は冷やされて気圧が高まることで、東西の気圧勾配はさらにきつくなり、貿易風もさらに強くなるという、もう一つの正のフィードバック効果が存在している。一方、モンスーンの対流活動域に向かって、西よりの強い風が吹いている東部インド洋や西部太平洋では、逆のエクマン効果により、表層に温かい海



第2図 インドモンスーンの模式図。

水がたまり、海面水温も高くなって、大気の対流はさらに強化される。すなわち、モンスーン地域の対流活動に励起された赤道沿いの大気の東西循環は、近接する太平洋とインド洋の海洋表層と相互作用していることになる。

**フラックス：**流量あるいは粒子束と訳される。例えば、沈降粒子の場合には、単位時間・面積あたり通過する粒子の量となる。

**プロキソ：**間接指標と訳される。例えば、有孔虫の酸素同位体比は、海水の同位体組成が同じ場合には、水温によって変化する。この場合、有孔虫殻には水温自体の記録は残されていないが、酸素同位体比から水温を知ることができる。このようなパラメーターを間接指標と呼ぶ。

**バイオロジカルポンプ：**「生物ポンプ」とも呼ばれ、海洋のプランクトンによって表層から深層へ鉛直下方に物質が運搬されるプロセス。一次生産によって固定された有機炭素などが深層へ運搬されると、表層水の炭素含有量が減少する。

**ポリプ：**生きているサンゴの基本単位で個虫ともいう。サンゴはイソギンチャクに近縁の動物で、その個体は上向きに口が一つあり、口の周りには多数の触手が放射状についている。ちょうどタコをひっくり返したような形である。このような個体をポリプと呼ぶ。ポリプとは、ギリシャ語のpolypos(多くの足-タコ)に由来する語である。