

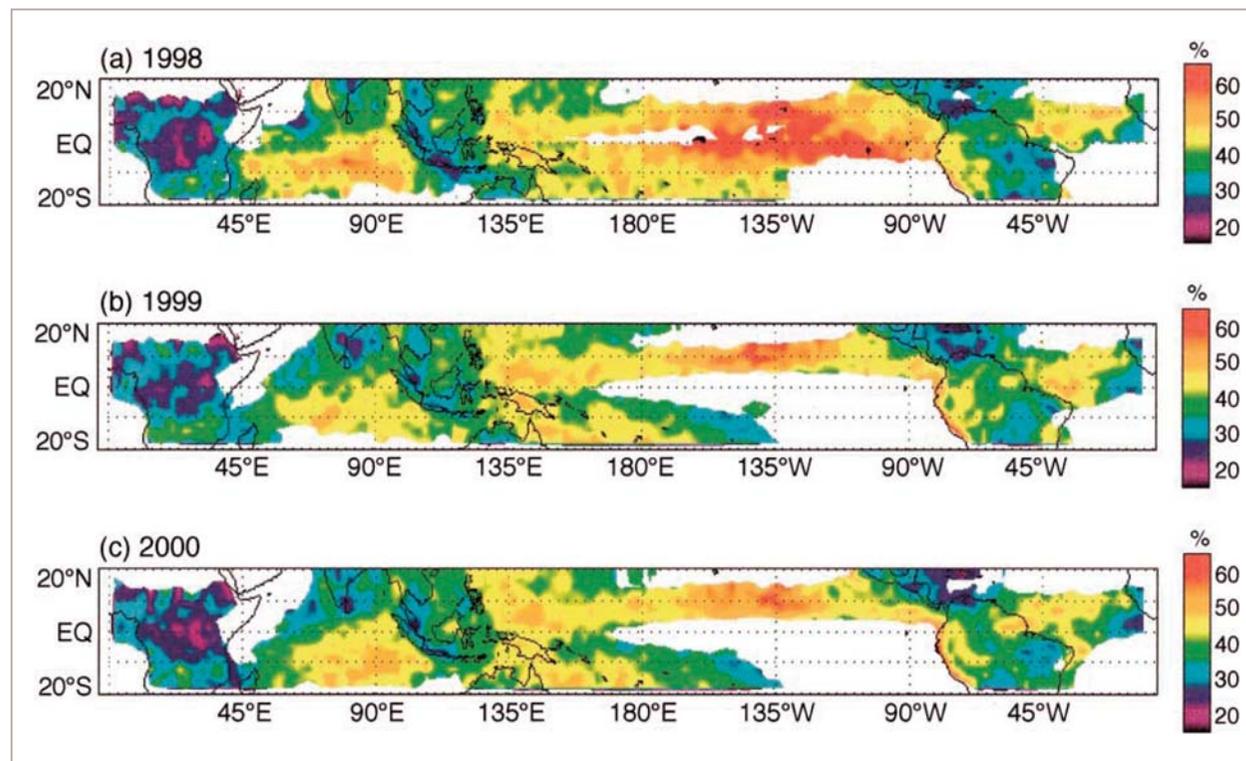
雨と潜熱

熱帯域における層状性降雨の重要性認識は、GATE域（東大西洋）における総降雨量の約40%を層状性降雨が占めるという観測(Cheng and Houze, 1979)によってもたらされた。Houze (1982) は、GATEの観測に基づく概念モデルによって、層状性降雨に伴う潜熱加熱プロファイルが上層の加熱と下層と冷却で特徴づけられることを示し、下層に加熱をもつ対流性潜熱加熱プロファイルと足し合わせると全体では上層で加熱が大きいtop-heavyなプロファイルとなることを示した(第1-1節参照)。概念モデルによって示された層状性潜熱加熱プロファイルの特徴は、WMONEX（東シナ海）のゾンデ観測によって確認された(Johnson and Young, 1983)。Hartman *et al.* (1984) は、対流性潜熱加熱プロファイルと層状性潜熱加熱プロファイルを足しあわせたtop-heavyな潜熱加熱プロファイルが、対流性潜熱加熱プロファイルに比べて、現実的なウォーカー循環を生み出すことを単純化したグローバルモデルによって示し、熱帯の大気大循環が潜熱加熱プロファイルに敏感であることを示した。

GATEの観測以降、熱帯域における層状性降雨量が調べられてきたが、期間・領域が限られていた。高精度で対流性・層状性降雨の分類することができるPRの出現によって、層状性降雨量をグローバルに調べることが可能となった。Schumacher and Houze (2003) は、熱帯中央太平洋上のPR層状性降雨量が、1998年エルニーニョ期に非常に大きいことを示

した(図①)。Schumacher *et al.* (2004) は、PR層状性降雨比からConvective Stratiform Heating (CSH) アルゴリズム(Tao *et al.*, 1993; 第1-1節参照)と同様の手法を用いて算出した潜熱加熱プロファイルを単純化した大循環モデルに入力し、エルニーニョ期とラニーニャ期の大気応答の違いを調べた。ラニーニャ期の東南アジア上空で見られる高気圧性の渦が、エル

ニーニョ期には弱まって太平洋全体を覆うように広がり、中央太平洋上空の低気圧性の渦は見られなくなる(図②)。図③は、エルニーニョ期のPR降雨量に対し、層状性降雨比を変化させて算出した潜熱加熱に対する大気応答の赤道上鉛直断面図である。層状性降雨量比を水平一様に40%から70%と増加させると、循環の中心は上方に移って強くなるが、上昇流と



図① 年平均のPR層状性降雨量比(%)

(a)1998年、(b)1999年、(c)2000年(Schumacher *et al.*, 2003)

下降流が高度方向に並んで存在している。一方、PRによる層状性降雨量比の観測値を用いると、循環が傾くなど複雑な構造を持つようになり、熱帯の大気大循環にとって層状性降雨量比の水平変化が重要であることがわかる。

CSHアルゴリズム (Tao *et al.*, 1993; 第1-1節参照)と同様の手法を用いている Schumacher *et al.* (2004)

は、層状性降雨量比の水平変化を考慮に入れているが、対流性潜熱加熱プロファイルの水平変化 (Houze 1989) を考慮に入れていない。Spectral Latent Heating (SLH) アルゴリズムは、PRによって観測される降水頂を指標の一つとして用いることで、対流性潜熱加熱プロファイルの違いを陽に推定するアルゴリズムである (Shige *et al.*, 2004; 第1-1節参照)。Shige

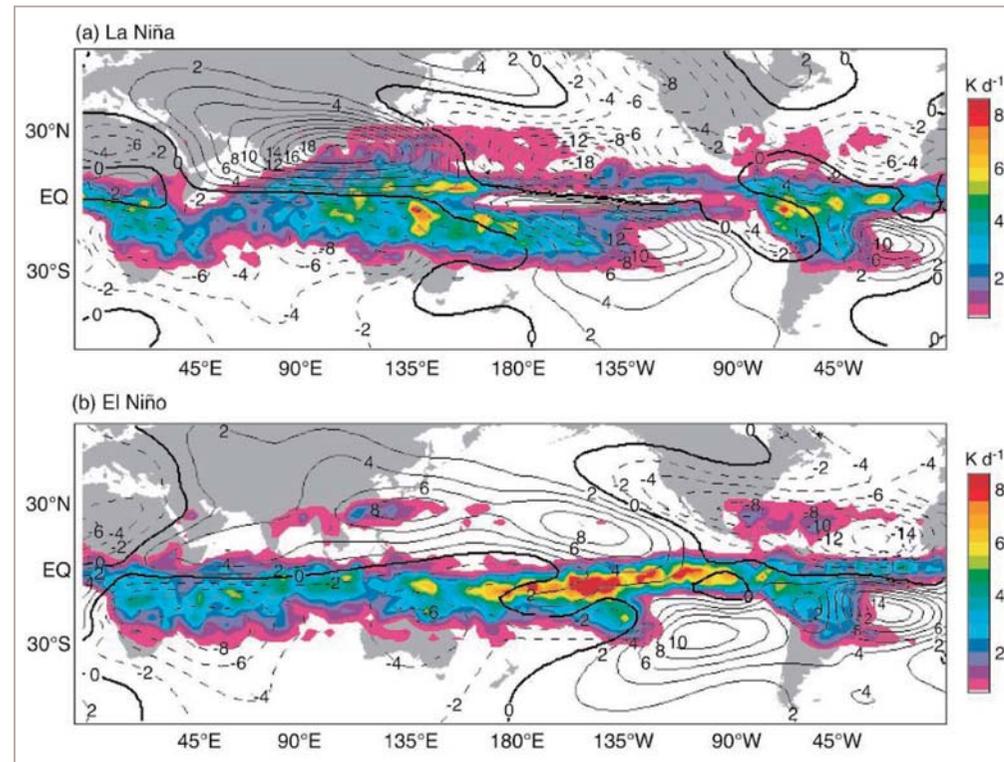


図2 400hPaにおける潜熱加熱(カラー)と250hPaにおける流線関数の擾乱成分(コンター)
(a) ラニーニャ期(1999年1-4月)、(b) エルニーニョ期(1998年1-4月) (Schumacher *et al.*, 2004)

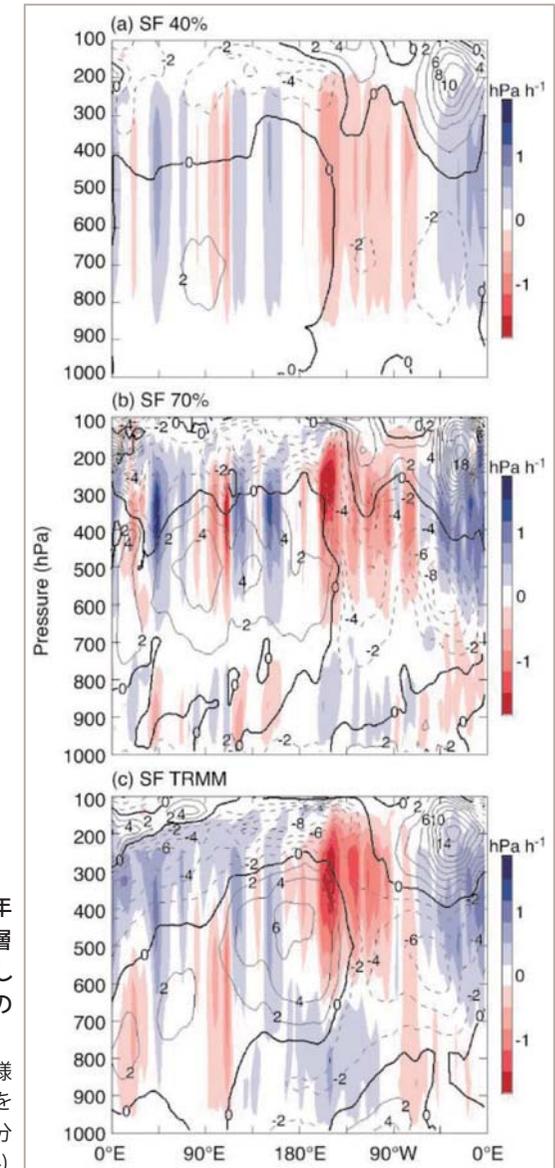


図3 エルニーニョ期(1998年1-4月)のPR降雨量に対して、層状性降雨比を変化させて算出した潜熱加熱に対する大気応答の赤道上鉛直断面図

(a) 水平一様40%、(b) 水平一様70%、(c) PR観測値。カラーは ω を示し、コンターは帯状風擾乱成分を示す。(Schumacher *et al.*, 2004)

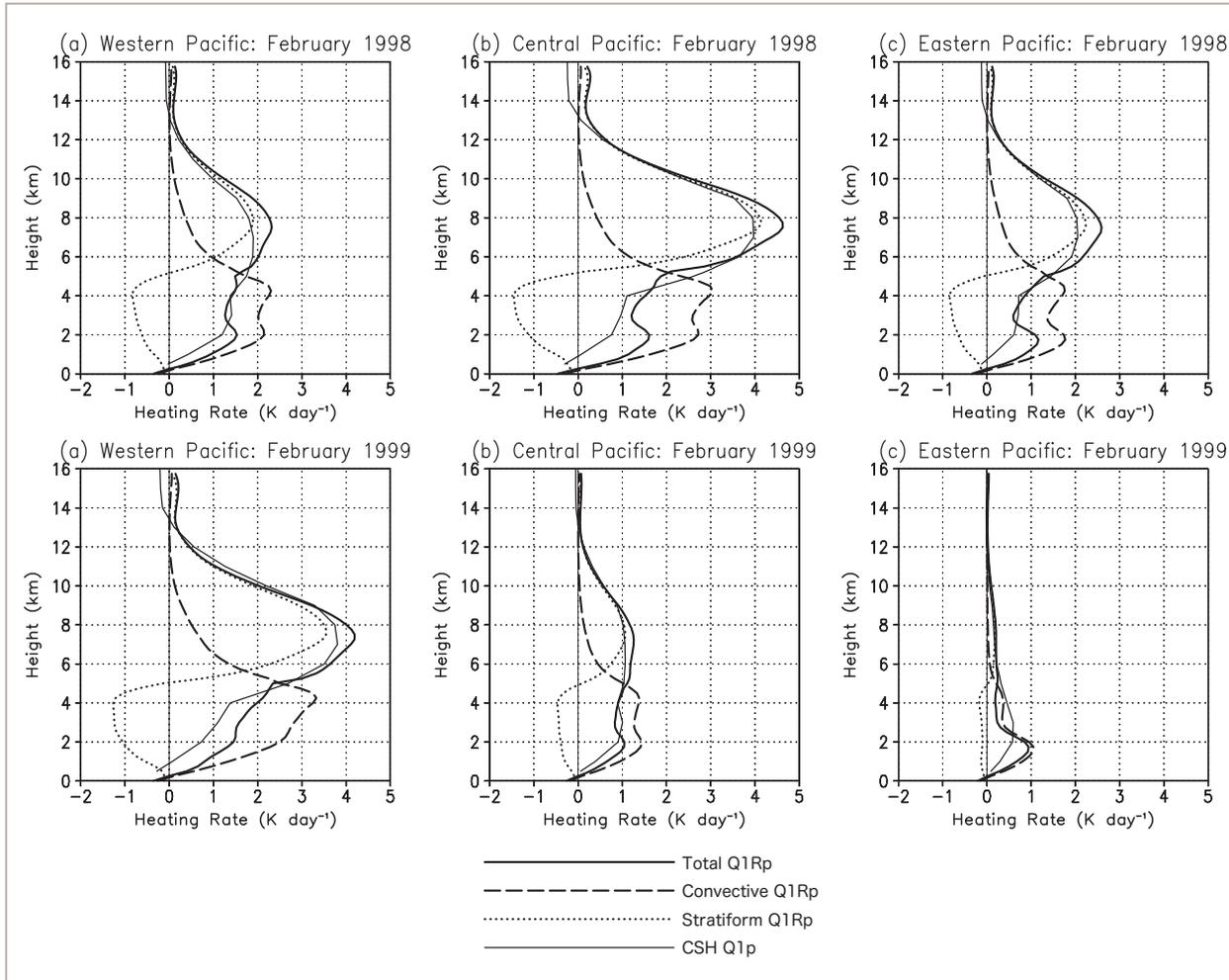


図4 SLHアルゴリズムによって推定された月平均の加熱プロファイル
 (上図) 1998年2月、(下図) 1999年2月、(a)西太平洋、(b)中央太平洋、(c)東太平洋。
 実線が全体、破線が対流性、点線が層状性を示す。
 比較のためCSHによる推定値(細実線)も示してある。(Shige *et al.*, 2007)

et al. (2007) は、SLH アルゴリズムによってPRデータからエルニーニョ期とラニーニャ期の熱帯太平洋上における潜熱加熱プロファイル推定し、潜熱加熱プロファイルが対流性・層状性降雨比だけでなく、対流性潜熱加熱プロファイルの変化に伴って変化していることを示した(図4)。1999年ラニーニャ期の西太平洋を除いて、高度2 km付近に対流性加熱のピークが見られる。このような下層の対流性加熱のピークは、Zhang *et al.* (2004)によって示された浅い子午面循環と何らかの関係があると思われる、今後、SLH推定値を用いた熱帯大気大循環の研究が期待される(図5)。

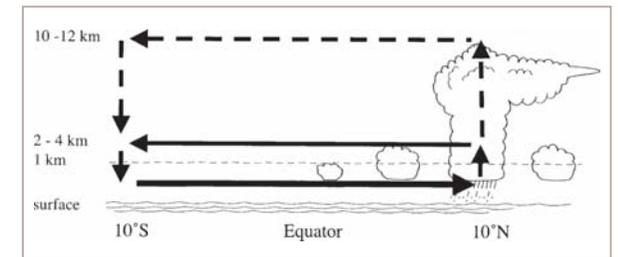


図5 東太平洋における深い子午面循環(破線)と浅い子午面循環(実線)の模式図
 (Zhang *et al.*, 2004)