

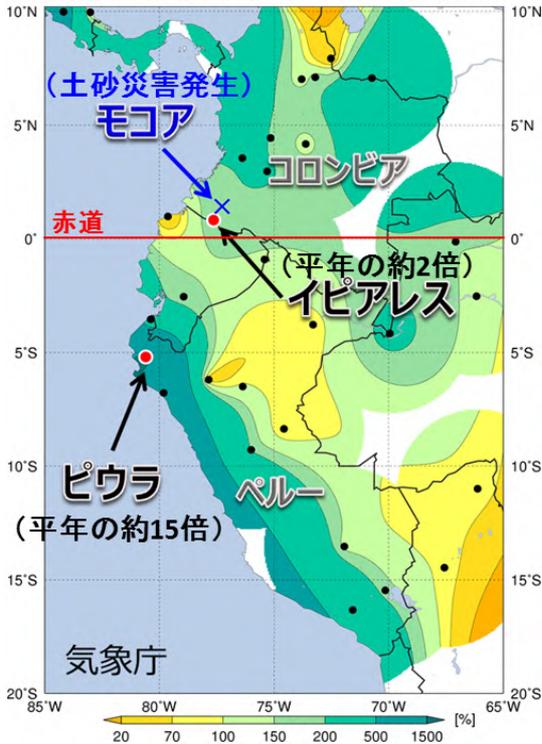
2017 年はじめに発生した「沿岸エルニーニョ」と南米北西部の大雨

足立 典之*、竹村 和人、佐藤 大卓、上口 賢治（気象庁気候情報課）

1. はじめに

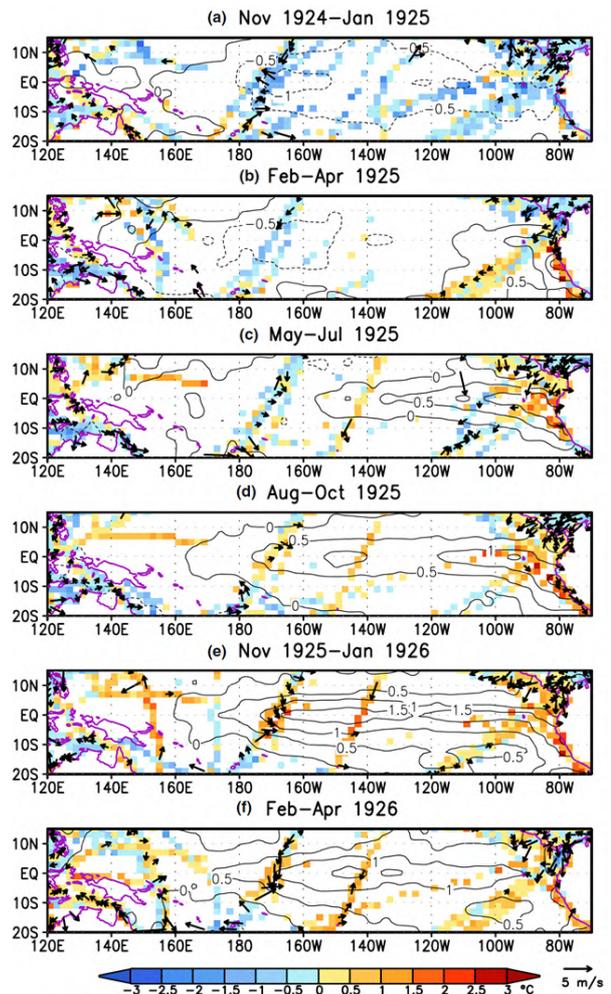
気象庁では、世界各地の異常気象の監視を行っており、異常高温・低温・多雨・少雨について、定期的（週・月・季節・年ごと）に情報を発表している。また、顕著な現象や気象災害が発生した場合、その状況を速報的にとりまとめた「世界の異常気象速報(臨時)」を発表している。2017 年は、1 月半ば～4 月はじめ頃にかけて、南米北西部で大雨が持続した。3 月には各地で大雨による災害が発生し、コロンビアで 320 人以上、ペルーで 100 人以上の犠牲者が発生した（各国政府の発表による）。このため、気象庁は 2017 年 4 月 4 日に「世界の異常気象速報(臨時)」を発表した（気象庁 2017、第 1 図）。

降水量平年比:2017年3月1日～4月3日



第 1 図 南米北西部及びその周辺における 2017 年 3 月 1 日～4 月 3 日の積算降水量平年比 (%)（気象庁 2017 より）

この大雨の背景には、強い「沿岸エルニーニョ」が発生し、数か月にわたって持続したことが考えられている。「沿岸エルニーニョ」とは、南米北西部沿岸の海面水温 (SST) が平年に比べて顕著に高くなる一方、通常のエルニーニョ現象とは異なり、中部・東部太平洋赤道域ではそれほど SST が高くない現象である(例えば Takahashi et al. 2017、第 2 図(b)や第 3 図(a))。強い「沿岸エルニーニョ」については、まれにしか発生しないと



第 2 図 1925 年前後の、ICOADS による 3 か月平均 SST (陰影) 偏差と地表風偏差 (矢印)。コンターは HadISST1.1 による SST 偏差。平年値は、1920 年～1939 年の平均。(Takahashi et al. 2017 より)

見られ、過去の事例については 1925 年まで遡る必要がある (Takahashi et al. 2017)。本調査では、東部太平洋熱帯域の 2017 年 1 月～3 月における事例解析を行い、南米北西部での大雨を持続させるような大気及び海洋の循環場の形成・維持のメカニズムについて、理解を試みた。

2. 使用したデータ

大気循環場の解析には気象庁 55 年長期再解析 (JRA-55, Kobayashi et al. 2015)、SST の解析には COBE-SST (Ishii et al. 2005)、海洋循環場の解析には MOVE/MRI.COM-G2 (Toyoda et al. 2013) の解析データを用いた。熱帯の対流活動の推定には、NOAA より提供された外向き長波放射量 (OLR) データを用いた。ここで、特に断りのない限り平年値は 1981～2010 年の 30 年平均値、偏差は平年値からのずれで定義した。

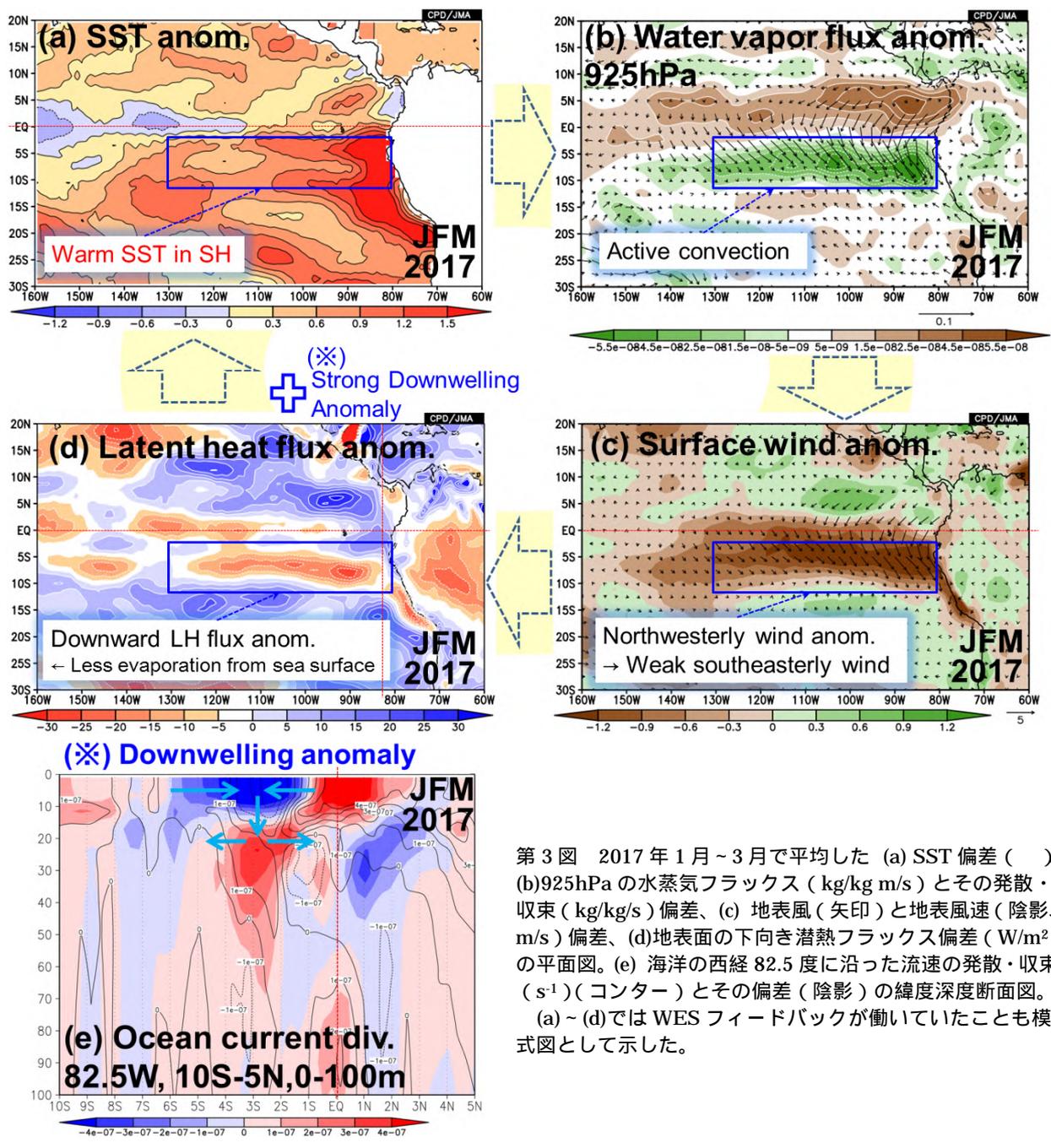
降水量については、地上実況気象通報式 (SYNOP) の通報値を利用した。

3. 解析結果

3.1 東部太平洋熱帯域における 2017 年 1 月～3 月の循環場と SST

第 3 図に、(a)2017 年 1 月～3 月で平均した SST 偏差、(b)対流圏下層 (925hPa) の水蒸気フラックスとその発散・収束偏差、(c) 地表風偏差、(d) 地表面の下向き潜熱フラックスを示す。また、第 4 図に、南緯 5 度～10 度で平均した (a)SST と OLR 偏差、(b)SST 平年値の経度時間断面図を示す。

第 3 図(a)を見ると、ペルー沖及びその周辺 (東部太平洋熱帯域の南半球側) では、平均的に SST が平年に比べ顕著に高かったことがわかるが、熱帯域の対流活動は、SST がある閾値を越えると急に活発となる (例えば Xie and Philander 1994, Xie 1996)。ペルー沖の SST は、1 月～3 月においては SST が上昇する時期であり、平年は、2 月半ば頃に SST が 27 を超える (第 4 図(b))。しかし、2017 年は 1 月半ば頃に既に SST が 27 近くに達し (第 4 図(a))、その後、ペルー沖付近では対流活発となり 4 月はじめ頃まで持続した。



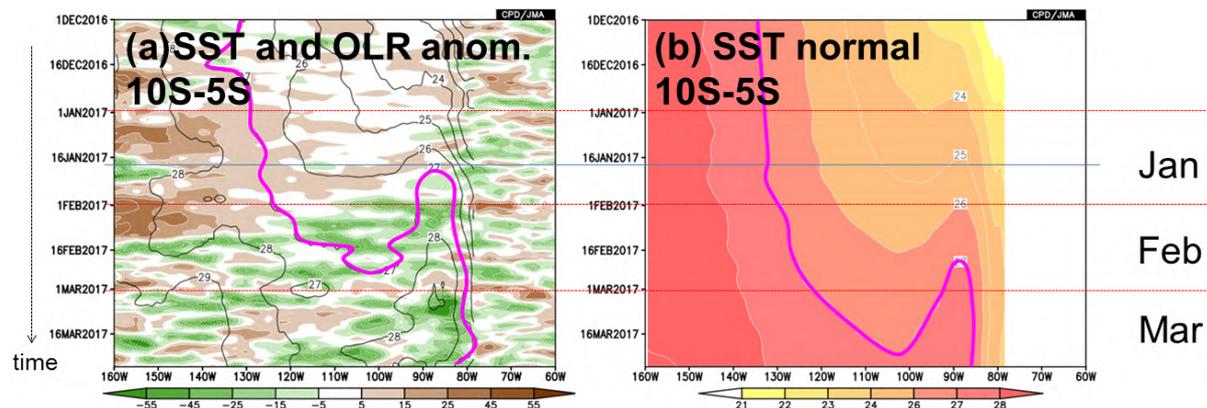
第3図 2017年1月~3月で平均した (a) SST 偏差 ()、(b)925hPaの水蒸気フラックス (kg/kg m/s) とその発散・収束 (kg/kg/s) 偏差、(c) 地表風 (矢印) と地表風速 (陰影、m/s) 偏差、(d)地表面の下向き潜熱フラックス偏差 (W/m²) の平面図。(e) 海洋の西経 82.5 度に沿った流速の発散・収束 (s⁻¹) (コンター) とその偏差 (陰影) の緯度深度断面図。(a) ~ (d)では WES フィードバックが働いていたことも模式図として示した。

対流活発が続いた要因については、2017年1月~3月の平均場から、以下の通りに考えられる。ペルー沖及びその周辺では、SSTが平年に比べ顕著に高く(第3図(a)) SSTが27 近くに達した後に対流活動が平年に比べ活発となった(第3図(b))ことにより、北西風偏差が明瞭となった(第3図(c)矢印)。この領域では平年は南東より風が吹くこと

から、風速は平年より弱くなった(第3図(c)陰影)ため、海面からの蒸発が抑えられた(下向きの潜熱フラックス偏差となった)(第3図(d))。これは、SSTの正偏差(第3図(a))を更に大きくする要因となる。このような東部太平洋熱帯域の南半球側で SST を高くするような正のフィードバック(wind-evaporation-SST (WES)フィードバ

ック、Xie and Philander 1994、Xie 1996) が働いたことにより、1月～3月頃の対流活発が維持されたと見られる。また、特にペルー付近の沿岸部においては、海上における明瞭な北西風偏差に対応して、湧昇が平年に比べ弱かった(一部では沈み込みが見られた)(第3図(e))ことも、高いSSTの維持に寄与したと考えられる。

これらのことから、2017年は平年より1か月程度早い1年半ば頃にSSTが約27に達したことがきっかけで、ペルー沖及びその周辺において対流活発となり、主にWESフィードバックが働いたことにより対流活発が続いたため、沿岸エルニーニョの発達、また、南米北西部での持続的な大雨がもたらされたことが示唆される。

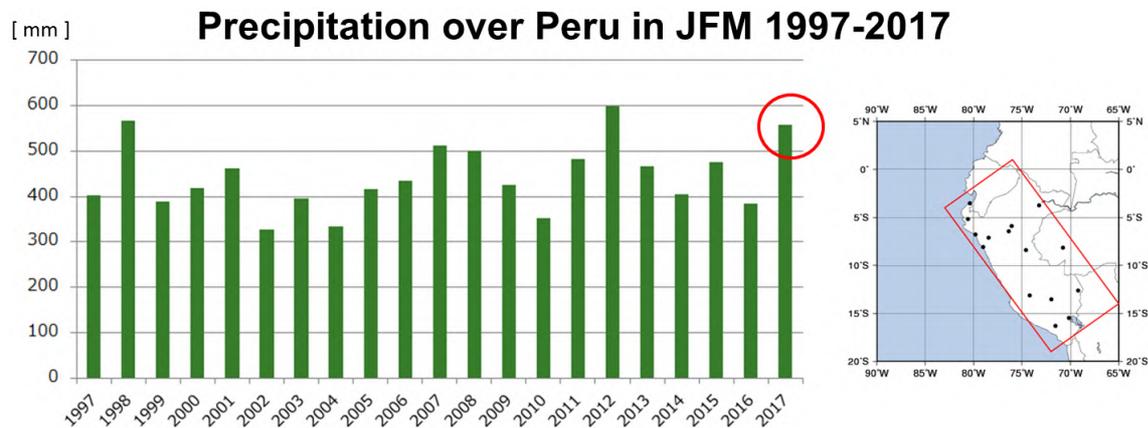


第4図 2017年1月～3月の南緯5度～10度で平均した、(a) SST () (コンター) と OLR 偏差 (W/m²) (陰影)、(b) SST 平年値 () (コンターと陰影) の経度時間断面図。SST27 線を桃線で示す。

3.2 統計的解析

第5図に、1997年～2017年の各年におけるペルー付近の1月～3月の積算降水量を示す。2017年1月～3月の積算降水量は、2012年、強い(通常の)エルニーニョ現象が発生していた1998年に続いて、3番目に多かった。本調査では、ペルー付近の積算降水量と大気循環場やSSTとの相関解析を行った。

ここでは、2017年1月～3月のSST偏差(第6図(a))及びOLR(第6図(b))とともに、1997年～2017年の各年におけるペルー付近の1月～3月の積算降水量に対するSST偏差(第6図(c))及びOLR(第6図(d))の回帰係数を示す。ペルー付近における各年1月～3月の積算降水量が多い年には、熱帯域では、太平洋東部での高いSSTや活発な対



第5図 1997年～2017年の各年における1月～3月の積算降水量(mm)。(右図赤い四角内の地点のSYNOP報を利用)

流活動がみられ、一方、日付変更線付近では SST が低く対流が不活発になる傾向があり、2017 年の海況や大気循環場と整合していた。

4. まとめと今後の課題

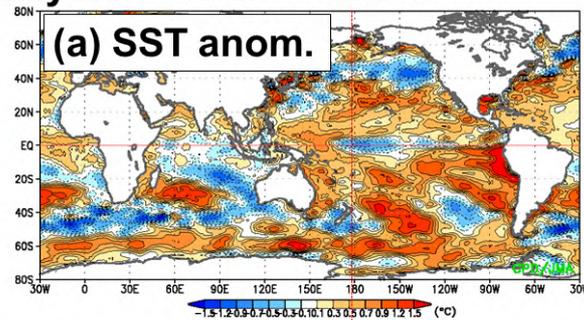
2017 年 1 月～3 月を中心に南米北西部で発生した大雨に関して、沿岸エルニーニョとの関連に着目した事例解析を行った。この期間では、ペルー沖での貿易風が平年と比べて弱いことが、周辺海域での SST の上昇に寄与した。今回の事例では、ENSO を発達させる Bjerknes フィードバックではなく、WES フィードバックが働いたことにより沿岸エルニーニョが発達したと見られる。具体的には、SST が 26 ～27 以上の領域が対流圏下層における水蒸気収束や対流活動の活発化とよく対応しており、平年より 1 か月程度早い 1 月半ば頃に SST が約 27 近くに達したことがきっかけとなり対流活発が続

き、沿岸エルニーニョの発達、更には、南米北西部での持続的な大雨がもたらされたことが示唆される。また、相関解析により、ペルーにおける各年 1 月～3 月の積算降水量が多い年には、太平洋東部での高い SST や活発な対流活動がみられる傾向があり、2017 年の海況や大気循環場と整合することを示した。

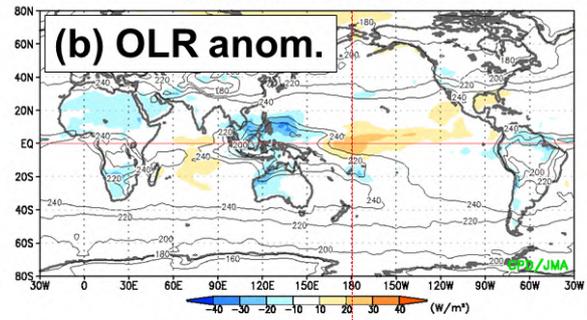
なお、2017 年はじめの強い沿岸エルニーニョは、5 月には解消した。沿岸エルニーニョ発達時には、その後通常のエルニーニョ現象の発達に繋がるかどうかについて注目していたが、2017 年は通常のエルニーニョ現象は発生せず、秋にラニーニャ現象が発生したと見られる(エルニーニョ監視速報、気象庁 2017)。一方、1925 年はじめ頃に強い沿岸エルニーニョが発生した後は、1925 年終わり～1926 年はじめ頃にかけて、通常のエルニーニョ現象が発達した(第 2 図)。沿

Analysis

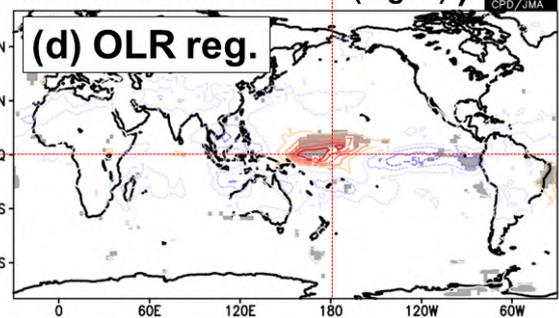
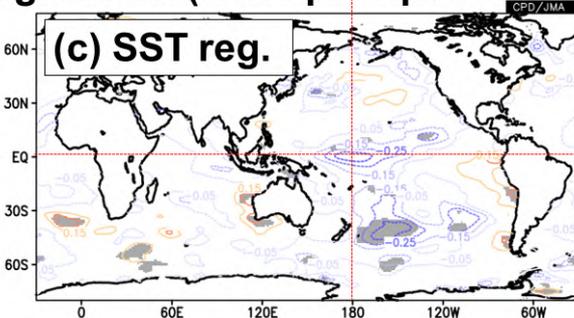
Jan.2017 - Mar.2017



Jan.2017 - Mar.2017



Regression (onto precip. over Peru in JFM 1997 - 2017 (Fig. 5))



第 6 図 2017 年 1 月～3 月で平均した(a)SST 偏差 ()、(b) OLR (W/m²) とその偏差、の解析値。1997 年～2017 年の各年におけるペルー付近の 1 月～3 月の積算降水量に対する、(c)SST 偏差、及び(d)OLR 偏差の回帰係数(コンター)。灰色の陰影は 95%信頼度水準で統計的に有意であることを示す。

岸エルニーニョと通常のエルニーニョとの関係の調査については、今後の課題であると考えらる。

また、第6図に示した通り、ペルー付近における1月～3月の積算降水量が多い年には、日付変更線付近ではSSTが低く対流が不活発になる傾向も示されている。Takahashi et al. (2017) においても、ピウラ川（ペルー）の河川流出量が多い年には、日付変更線付近（日付変更線よりやや西側が中心）においてSSTが低くなる傾向が示されているが、このことが南米北西部での持続的な大雨をもたらす詳細なメカニズムについては、今後の調査が必要である。

参考文献

Ishii, M., A. Shouji, S. Sugimoto, and T. Matsumoto, 2005: Objective Analyses of Sea-Surface Temperature and Marine Meteorological Variables for the 20th Century using ICOADS and the Kobe Collection. *Int. J. Climatol.*, 25, 865-879.

気象庁, 2017: 南米北西部の大雨について. 世界の異常気象速報(臨時). <http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/extra/extra20170404.html>

Kobayashi, S. et al., 2015: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Japan.*, 93, 5-48.

Takahashi, K., and A. G. Martinez, 2017: The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. *Climate Dynamics*. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3702-1>

Toyoda, T., Y. Fujii, T. Yasuda, N. Usui, T. Iwao, T. Kuragano, and M. Kamachi, 2013: Improved analysis of seasonal-interannual fields using a global ocean data assimilation system. *Theoretical and Applied Mechanics Japan*, 61, 31-48.

Xie, S. -P., 1996: Westward propagation of latitudinal asymmetry in a coupled ocean-atmosphere model. *Journal of Atmospheric Science* 53: 3236-3250.

Xie, S. -P., and S. G. H. Philander, 1994: A coupled ocean-atmosphere model of relevance to the ITCZ in the eastern Pacific. *Tellus* 46A: 340-350.