

El Niño

聖嬰現象對亞太地區氣候的影響

怡安風險管理團隊¹

圖片來源：Shutterstock

壹、前言

聖嬰和反聖嬰現象的發展引發了許多關於此類氣候現象影響的討論，在聖嬰和反聖嬰現象發生時，亞太地區很多地方的降雨和大氣狀況將會改變，產生乾旱、

洪水和熱帶氣旋等災害，並影響農業的發展。印度洋偶極現象是在印度洋發生的一種類似聖嬰和反聖嬰的現象，同樣影響了該地區的氣候發展。了解這些氣候現象如何影響天氣，對於預測未來狀況至關重

■ 註 1：怡安保險經紀人股份有限公司



要，這有助於農業風險管理和預測財務損失的潛在波動。

貳、聖嬰現象與反聖嬰現象

聖嬰現象簡單地說，是發生在赤道

東太平洋海水溫度異常升高並影響全球氣候狀況，由於此股暖洋流大約在聖誕節前後發生，因此，當地漁民取作「El Niño」，而此現象大約每隔數年（二年至七年）重複發生。相反的，赤道東太

平洋海溫若發生異常變冷，則取為「La Niño」，稱作反聖嬰現象。聖嬰現象與氣象學家研究熱帶東太平洋和西太平洋的氣壓異常變化有明顯的相關，在氣象學上通常稱為「聖嬰現象-南方震盪」（El Niño Southern Oscillation，簡稱ENSO）。通常，聖嬰現象-南方震盪事件持續九個月到兩年。聖嬰現象通常在6月至8月開始形成，在12月至次年4月達到高峰，並在5月至6月減弱。然而，這並不意味著聖嬰現象-南方震盪事件不能更短或更長，或在這些典型月份之外形成、發展並減弱。此外，由於並非所有聖嬰現象或反聖嬰現象事件在持續時間、強度及影響方面都相同，因此，與聖嬰現象或反聖嬰現象事件一起發生的一些影響可能不會像預期的那麼嚴重，或者可能會發生亦或者根本不被明顯觀察到。此外，聖嬰現象-南方震盪事件的嚴重程度與所造成的損失影響存在複雜的相互作用，特別是對於保險等行業。因此，只能藉由了解每次發生時累積經驗減少風險損失。

參、沃克環流和ENSO事件

沃克環流（Walker Circulation）描述了大氣向西穿過太平洋的運動，在印尼周圍升起，然後返回穿過太平洋並降落到中

美洲，完成循環，這是「中性」階段（圖1）。在聖嬰現象發生期間，沃克環流減弱或反轉（負相位），因此，空氣在太平洋西側下降，阻止升力並導致西太平洋溫暖乾燥（圖1）。相較之下，在反聖嬰現象期間，典型沃克環流加劇（正相位），導致西太平洋「暖池」，上空的對流增加（圖1）。太平洋上的空氣被更強烈地向東吸引，因此，太平洋西側的上升空氣更加潮濕，導致東南亞和澳洲東部的降雨量比正常情況更加多雨。與聖嬰現象事件一樣，反聖嬰現象不僅可能導致降雨過多，但還是可能引發某些地區的降雨不足。聖嬰現象和反聖嬰現象事件都會造成全球天氣模式明顯的影響。熱帶地區出現的大規模大氣運動是這些現象造成的可預期變化，並導致一系列全球氣候影響。然而，對於距離熱帶太平洋較遠的地區，聖嬰現象和反聖嬰現象事件的影響可能不太一致，因為它們可能會被其他氣候環境與條件影響而造成改變。

肆、印度洋偶極

印度洋偶極（Indian Ocean Dipole，簡稱IOD）與聖嬰現象-南方震盪事件類似，它也是一種海洋和大氣耦合現象，只不過它主要影響的是印度洋。雖然它

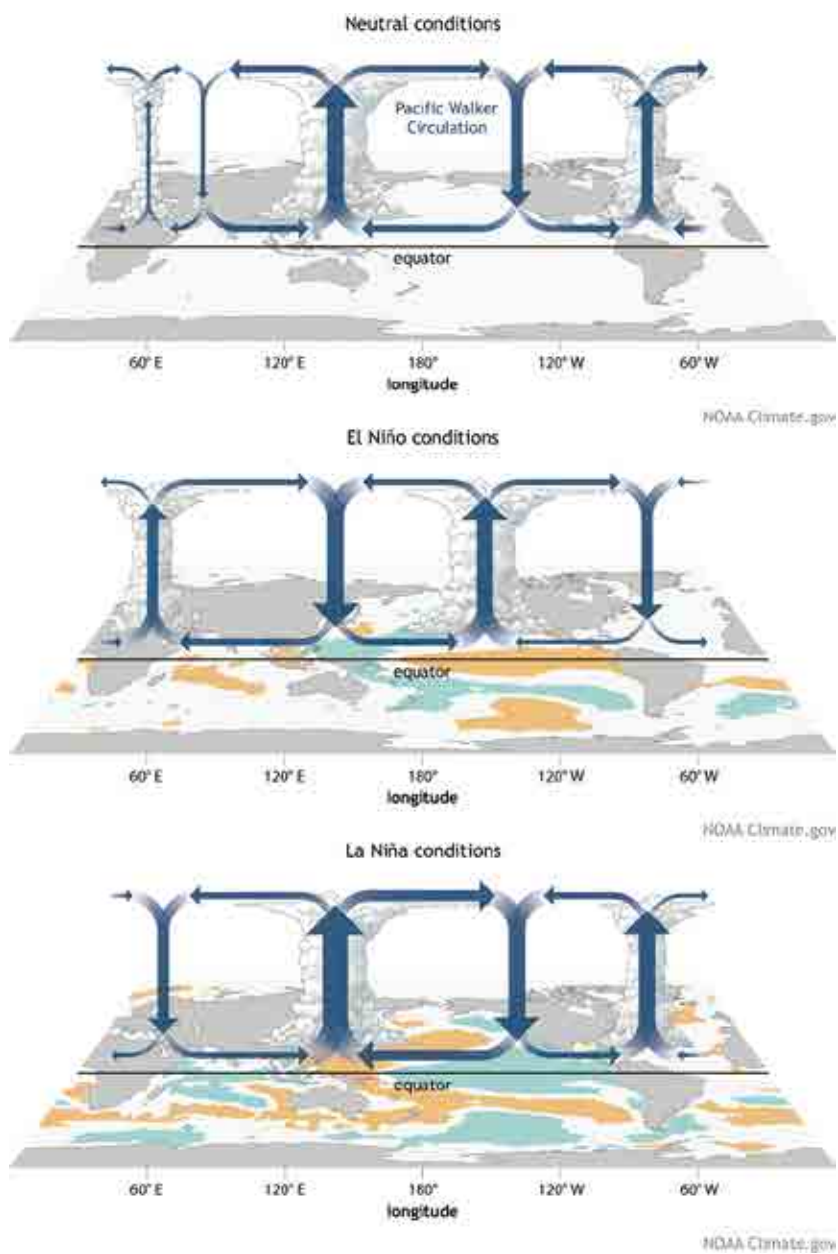


圖 1、沃克環流與聖嬰現象 - 南方震盪測

註：上為「正常年」、中為「聖嬰現象」、下為「反聖嬰現象」。

資料來源：National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

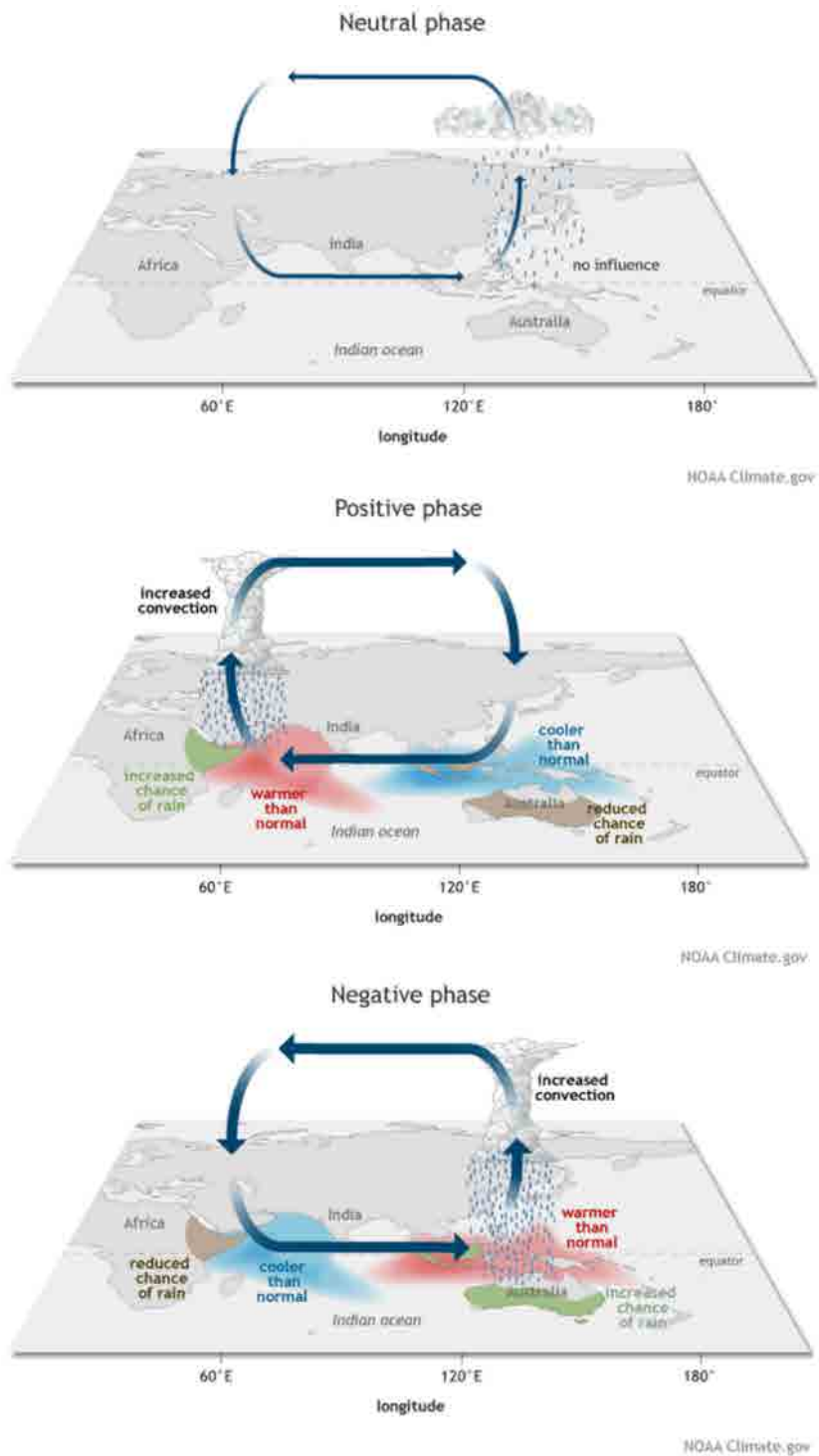


圖 2、印度洋偶極示意圖

註：上為「中性」、中為「正偶極」、下為「負偶極」。

資料來源：National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)



圖片來源：Shutterstock

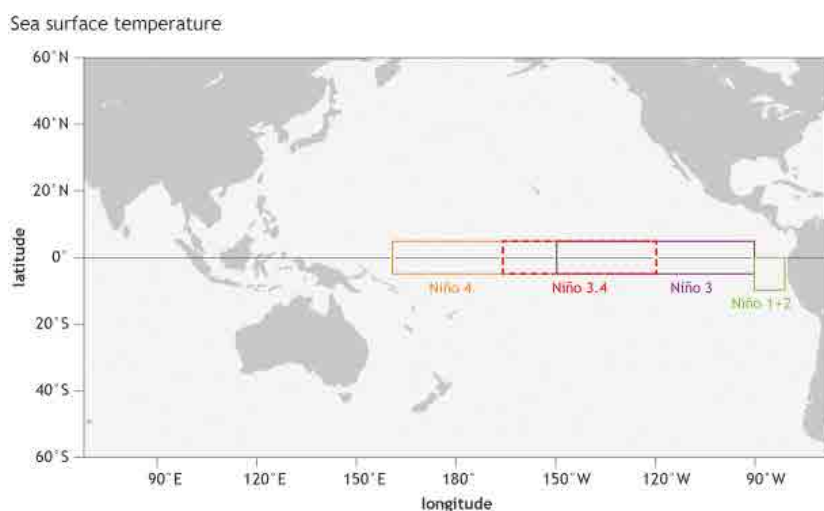
會影響印度洋盆地週邊國家，但有研究表示它甚至會影響印度洋以外地區的降水事件，包括中國大陸和日本（Guan & Yamagata，2003）。印度洋偶極也分為三個階段：中性、正偶極和負偶極（圖2）。在印度洋正偶極階段，溫暖的海水被推向印度洋西部，而冰冷的深水則被帶到印度洋東部的海面。東西兩極（又稱「偶極」）海洋狀況的這種對比改變了該地區的風、溫度和降雨模式，包括東亞和澳洲的乾旱與野火，以及東非的洪水（圖2）。這種模式在印度洋負偶極階段發生

逆轉，東部非洲降雨量減少，東亞和澳洲降雨量增加（圖2）。通常，印度洋偶極事件持續二到七個月。正、負印度洋偶極事件一般發生在5月或6月，在8月至10月達到高峰，然後在11月左右（北秋末或南方春季）迅速減弱。雖然這並不意味著印度洋偶極事件絕對不能在這些典型月份之外更短、更長或形成、發展及減弱，但澳洲氣象局指出，由於澳洲季風，印度洋偶極事件無法在北半球冬季（南半球夏季）形成。

伍、監測聖嬰現象-南方震盪和印度洋偶極

全球有多個氣象機構監測大氣和海

洋狀況，追蹤研究和長期平均值的偏離異常情況（圖3）。因此，各個單位在海洋區域、監測指數以及用於確定事件的標準



指標	區域	坐標	研究單位
Niño 1+2	Pacific Ocean	0°N - 10°S, 90°W - 80°W	-
Niño 3	Pacific Ocean	5°N - 5°S, 150°W - 90°W	BOM, JMA
Niño 3.4 ¹	Pacific Ocean	5°N - 5°S, 170°W - 120°W	CPC/NOAA, BOM
Niño 4	Pacific Ocean	5°N - 5°S, 160°E - 150°W	-
Niño West	Pacific Ocean	0°N - 15°N, 130°E - 150°E	JMA
Western ²	Indian Ocean	10°S - 10°N, 50°E - 70°E	BOM, JMA
Eastern ²	Indian Ocean	10°S - 0°N, 90°E - 110°E	BOM, JMA
IOBW	Indian Ocean	20°S - 20°N, 40°E - 100°E	JMA

註1：When averaged over a 3-month period, the Niño 3.4 forms the Oceanic Niño Index (ONI).

註2：The deviation between the Western and Eastern Indian Ocean poles forms the Dipole Mode Index (DMI).

圖3、太平洋和印度洋地區用於監測海面溫度區域

資料來源：National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

有所不同，從而影響聖嬰現象-南方震盪和印度洋偶極事件。因此，早期的聲明往往基於測量和建模預測的組合，並且在很大程度上取決於所使用的指數和標準。美國國家海洋暨大氣總署（NOAA）、澳洲氣象局（BOM）和日本氣象廳（JMA）為最常被引用的機構，用來確定是否存在聖嬰現象與反聖嬰現象以及印度洋偶極正或負偶極發生的標準。

陸、觀測與分析聖嬰現象-南方震盪事件

如前所述，聖嬰現象-南方震盪有兩個組成部分：海洋成分（聖嬰現象）和大氣成分（南方震盪）。海洋成分可以透過多種不同的方式進行量化，最常見的是美國國家海洋暨大氣總署氣候預報中心（CPC）使用海洋聖嬰指數（ONI）。海洋

聖嬰指數是在稱為Niño 3.4的地區測量海溫異常三個月平均值（截至當月）（圖3）。大氣成分被量化為澳洲達爾文和太平洋大溪地之間海平面壓力的差異。差異被標準化後得到一個稱為南方震盪指數（Southern Oscillation Index，簡稱SOI）的值。南方震盪指數（SOI）的負（正）值代表大溪地低於（高於）正常海平面氣壓和達爾文高於（低於）正常海平面壓力，這通常與聖嬰現象（反聖嬰現象）事件同時發生。

一、美國國家海洋暨大氣總署

美國國家海洋暨大氣總署對聖嬰現象-南方震盪事件的定義採用海洋聖嬰指數（ONI），其中聖嬰現象（反聖嬰現象）的特徵是海洋聖嬰指數偏離 $+0.5^{\circ}\text{C}$ （ -0.5°C ）（圖4）。根據歷史記錄，在

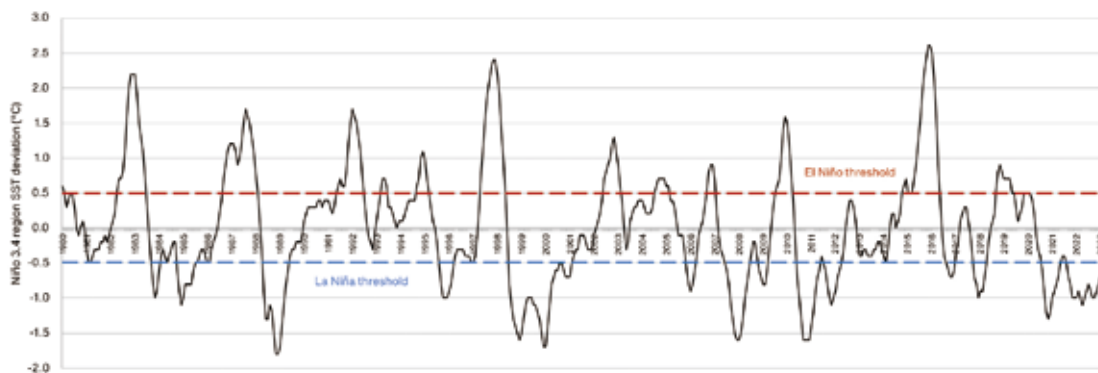


圖 4、1980-2023 年海洋聖嬰指數歷史紀錄與偏離標準

資料來源：National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

至少五個連續重疊的三個月期間表現出上述各自的偏離時，就被歸類為「成熟的」聖嬰現象或反聖嬰現象。對於即時監測，美國國家海洋暨大氣總署氣候預報中心進一步定義，要宣布聖嬰現象-南方震盪事件需要滿足上述條件且大氣特徵一致，並且還必須預測異常持續連續三個月。

二、澳洲氣象局

雖然有一些相似之處，但澳洲氣象局使用幾個附加標準來確定聖嬰現象或反聖嬰現象是否已經發生。如果滿足以下任何三個標準，則正式宣布聖嬰現象-南方震盪事件：

- (一) Niño 3或Niño 3.4的海溫至少比平均值高 $+0.8^{\circ}\text{C}$ （聖嬰現象）或比平均值低 -0.8°C （反聖嬰現象）。
- (二) 過去四個月中的任何三個月，赤道西部或中部太平洋的信風都比平均弱（聖嬰現象）或強（反聖嬰現象）。
- (三) 三個月平均南方震盪指數為-7或更低（聖嬰現象）或+7或更高（反聖嬰現象）。
- (四) 大多數氣候模型顯示，直到年底，Niño 3號或Niño 3.4地區的氣候持續變暖／變冷（至少比平均水平高

／低 0.8°C ，視情況而定）。

三、日本氣象廳

與美國國家海洋暨大氣總署和澳洲氣象局類似，日本氣象廳使用Niño地區的海溫偏離來定義聖嬰現象-南方震盪。然而，JMA監測區域為Niño 3、Niño West和印度洋盆地（IOBW）。

根據日本氣象廳的標準，每個區域的五個月運行平均海溫偏差必須至少連續六個月滿足以下所有相關閾值：

- (一) Niño 3區域海溫偏差必須高於 $+0.5^{\circ}\text{C}$ （聖嬰現象）或低於 -0.5°C （反聖嬰現象）。
- (二) Niño地區海溫偏差必須低於 -0.15°C （聖嬰現象）或高於 $+0.15^{\circ}\text{C}$ （反聖嬰現象）。
- (三) IOBW區域海溫偏差必須高於 $+0.15^{\circ}\text{C}$ （聖嬰現象）或低於 -0.15°C （反聖嬰現象），其中海溫偏差定義為與最近移動30年周期的偏差。

柒、觀測與分析印度洋偶極事件

通常，印度洋偶極使用偶極模式指數（DMI）進行監測。它使用了赤道印度洋西部和東部地區平均月平均海溫偏差

的差異（圖3）。雖然正／負印度洋偶極事件使用DMI來判別，但不同機構對事件發布標準有所不同，取決於目的。以下是來自BOM、JMA、印度熱帶氣象研究所（IITM）和印度氣象部（IMD）的一些例子：

- 一、當每週IOD值（又稱DMI）連續至少八週超過 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ 閾值時，BOM宣布IOD事件（圖5）。
- 二、當6月至11月之間至少連續三個月的三個月運行平均DMI超過 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ 的閾值時，JMA會視為IOD事件。
- 三、對於機率DMI預報，IITM的季風任務耦合預報系統（MMCFS）IOD事件標準是當DMI等於或超過 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 閾值

時。

- 四、雖然IMD使用MMCFS預報，但他們至少在一些季風報告中似乎也共享JMA對IOD事件的定義，因此也視每月DMI異常 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ 是IOD的閾值事件。

捌、聖嬰現象-南方震盪和印度洋偶極對亞太地區的影響

人們普遍認為，聖嬰現象（反聖嬰現象）經常導致印度西南季風（SWM）降雨量低於（高於）平均值。根據NOAA歷史ONI記錄，將歷史聖嬰現象-南方震盪事件與1950年至2022年間（共73年）可用的西南季風SWM降雨異常資訊進行

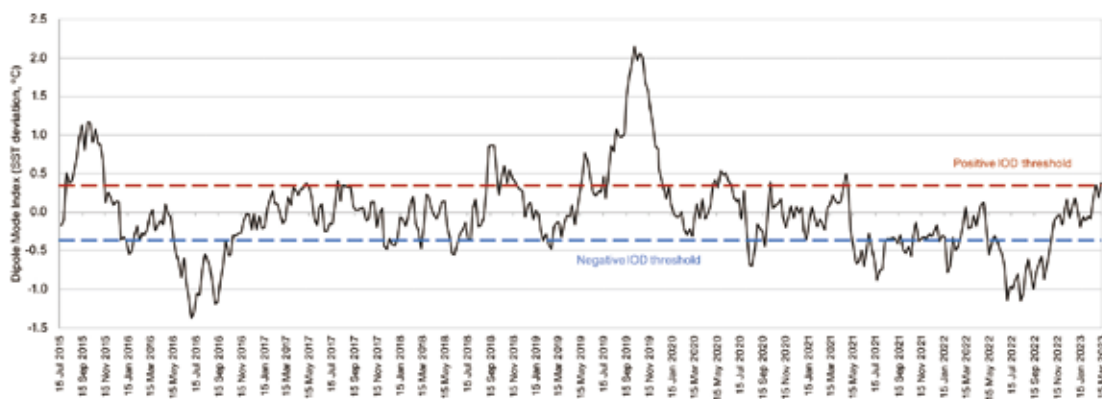


圖 5、2015-2023 年印度洋偶極模式指數歷史紀錄與偏離標準

資料來源：Bureau of Meteorology (BOM)

比較顯示（圖6）：共有16個乾旱年（低於長期平均降雨量 $\geq 10\%$ ），八個洪水年（低於長期平均降雨量 $\geq 10\%$ ），以及49個「正常」年。有10個乾旱年份與聖嬰現象有關，有兩個乾旱年份與反聖嬰現象有關。相較之下，只有一半的洪水年與反聖嬰現象有關，沒有與聖嬰現象有關。這意味著過去73年裡，印度62.5%的聖嬰現象與降雨量嚴重不足有關，而反聖嬰現象中只有18%與降雨量嚴重過剩有關。

與西南季風相比，北半球冬季的東北季風（NEM）在聖嬰現象-南方震盪與降雨量之間的關係似乎是相反的，至少對於印度的某些地區是如此。對歷史降雨資訊的研究顯示，聖嬰現象-南方震盪（反聖嬰現象）事件與降雨盈餘（不足）

相關，特別是在印度南部半島（Zubair & Ropelewski, 2006；Yadav, 2012）。額外的降雨似乎是由印度太平洋相互作用造成的，在聖嬰現象-南方震盪現象期間帶來風暴和氣旋，反之亦然，在反聖嬰現象年份造成類似乾旱的情況。印度洋偶極階段與東北季風有類似的關係，正（負）印度洋偶極事件會導致東北季風期間降雨量過剩（不足）（Kriplani & Kumar, 2004）。越來越多的證據顯示聖嬰現象-南方震盪和印度洋偶極事件可能對印度洋氣旋活動產生一定影響。有報告指出聖嬰現象-南方震盪事件可能會影響氣旋發生的位置；反聖嬰現象和印度洋負偶極事件與孟加拉灣較高的氣旋形成頻率有關；反聖嬰現象和印度洋正偶極年可能

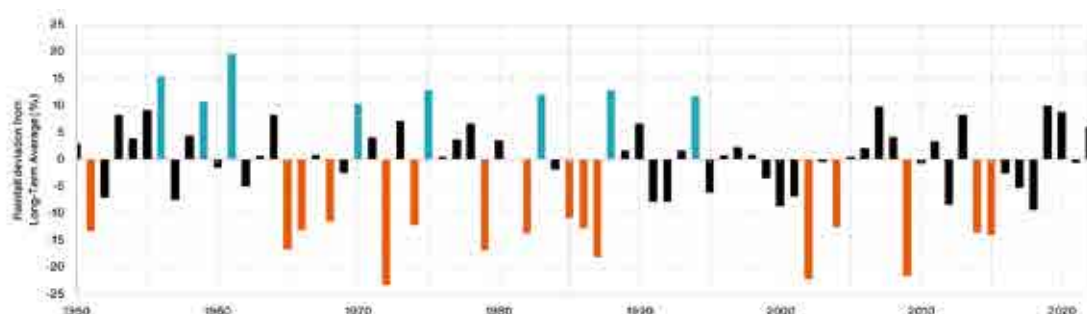


圖 6、1950-2022 年西南季風降雨量偏離長期平均值

註：橘色（藍色）表示乾旱（洪水）年份，降雨量偏差比長期平均值低（高） $\geq 10\%$ ，使用的長期平均值為 1871 年至 2020 年。

資料來源：Indian Institute of Tropical Meteorology (IITM)

會形成更多數量的嚴重氣旋（Girishkumar & Ravichandran，2012；Mahala 等，2015）。

季風是東南亞降雨的主要來源，在12月至次年3月以及6月至9月期間為該地區帶來降雨。聖嬰現象-南方震盪的階段調節季風降雨的強度，降雨量的減少和增加分別與聖嬰現象和反聖嬰現象相關。在東北季風期間，聖嬰現象占主導地位，而在反聖嬰現象中，西南季風則占主導地位。此外，聖嬰現象-南方震盪的影響在空間和時間上都有所不同。從空間上看，

東南亞大陸受到的影響是深遠的，與氣候較為平穩的島嶼相比，其季節性和極端氣溫／降雨量較高，這意味著聖嬰現象和反聖嬰現象分別加劇了本已乾燥或潮濕的天氣。聖嬰現象-南方震盪的逐年變化可以從最高（或最低）降雨量的開始時間看出。

在東南亞，聖嬰現象的影響在東北季風時期（12月至3月）末期更為突出。2017 年聖嬰現象期間，2月區域平均降雨量最低（138毫米）（表1和圖7，圖7詳見p.44），並且是東南亞大陸大部分地

表 1、區域平均降雨量

單位：毫米

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2013	164	166	127	161	190	188	252	206	208	180	188	207
2014	140	84	108	142	165	190	181	201	151	137	174	204
2015	165	123	117	160	120	166	158	154	131	116	171	163
2016	130	155	134	144	187	204	226	207	237	242	200	189
2017	198	138	165	176	238	209	268	245	223	220	213	183
2018	164	145	157	161	200	225	249	196	172	181	173	188
2019	161	122	132	154	164	206	191	222	168	165	121	162
2020	138	121	153	187	190	225	226	244	233	282	195	182
2021	193	127	163	172	196	200	242	252	280	241	209	186
2022	147	173	178	180	241	220	255	271	269	253	190	188

資料來源：CPC Global Unified Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation

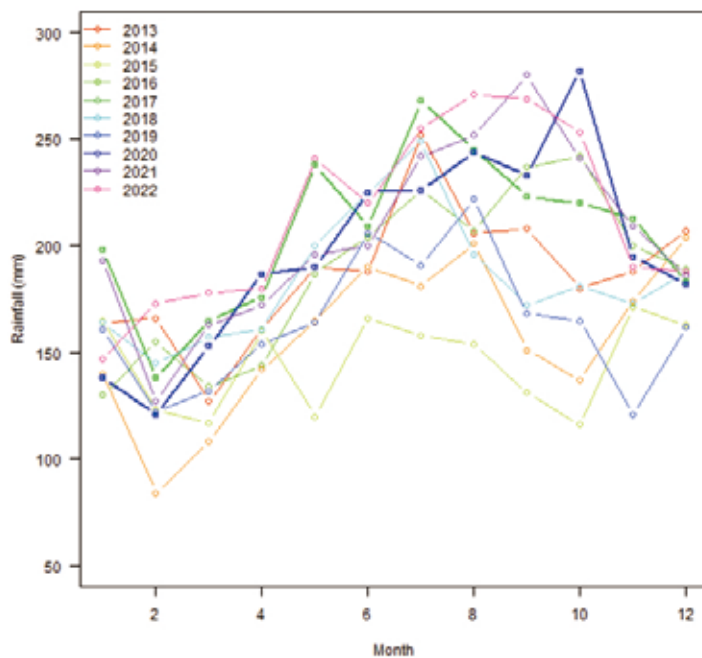


圖 7、2013 年至 2022 年降雨量的時間模式

註：2017 年聖嬰年及 2020 年反聖嬰年。

資料來源：CPC Global Unified Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation

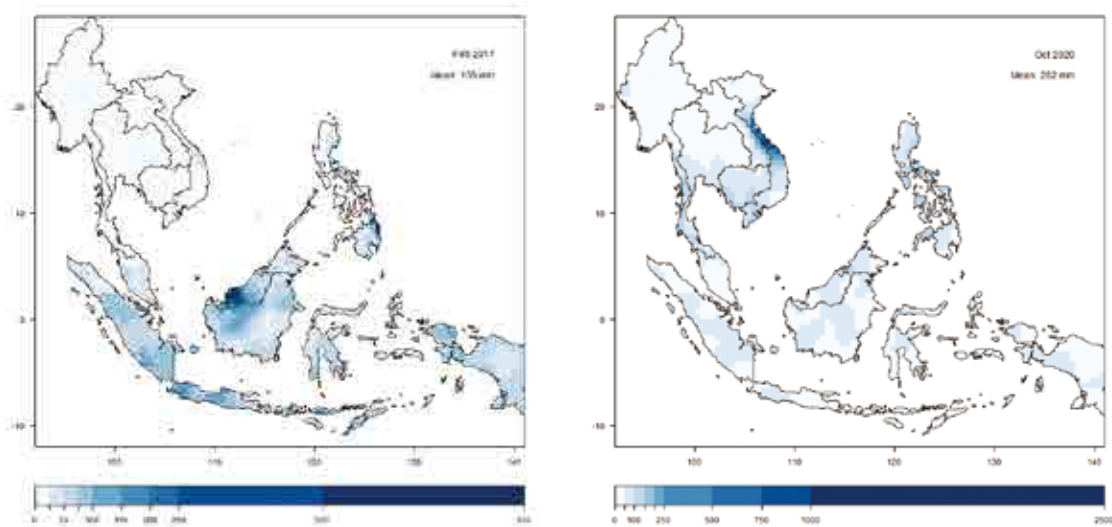


圖 8、聖嬰年和反聖嬰年期間東南亞降雨分佈

註：圖中顯示區域平均降雨量總量。2017 年 2 月聖嬰現象（左）和 2020 年 10 月反聖嬰現象（右）。

資料來源：(IPCC, 2021)

區的特徵（圖8）。2020年反聖嬰現象的SWM期間（6月至9月）觀察到10月出現了最高的區域平均降雨量（282毫米），是東南亞大陸東部地區的特徵（圖9）。與2021年和2022年東南亞出現了三次反聖嬰現象的徵兆，但區域平均降雨量最高的時間與反聖嬰現象較早爆發的時間一致。

與聖嬰現象類似，印度洋偶極正值事件也與東南亞的乾旱狀況有關。例如，2019年強正印度洋偶極事件導致東南亞部分地區出現乾旱，印尼週邊熱點地區增加，為蘇門答臘島南部森林泥炭火災創

造了有利條件（Iskandar等，2022）。然而，聖嬰現象和正印度洋偶極事件的同時發生被認為會導致比任何一個單獨事件更嚴重的降雨不足狀況（Amirudin等，2020）。撇開降雨量不談，聖嬰年期間，印度支那半島在7月至9月的季風高峰期登陸的熱帶氣旋數量較多（Fudeyasu等，2006）而反聖嬰年份，熱帶氣旋的數量則沒有顯著差異。

雖然影響澳洲和紐西蘭年度天氣模式的區域氣候驅動因素有很多，例如南部的南半球環狀模（Southern Annual Mode，簡稱SAM）和北部的馬登-朱利安

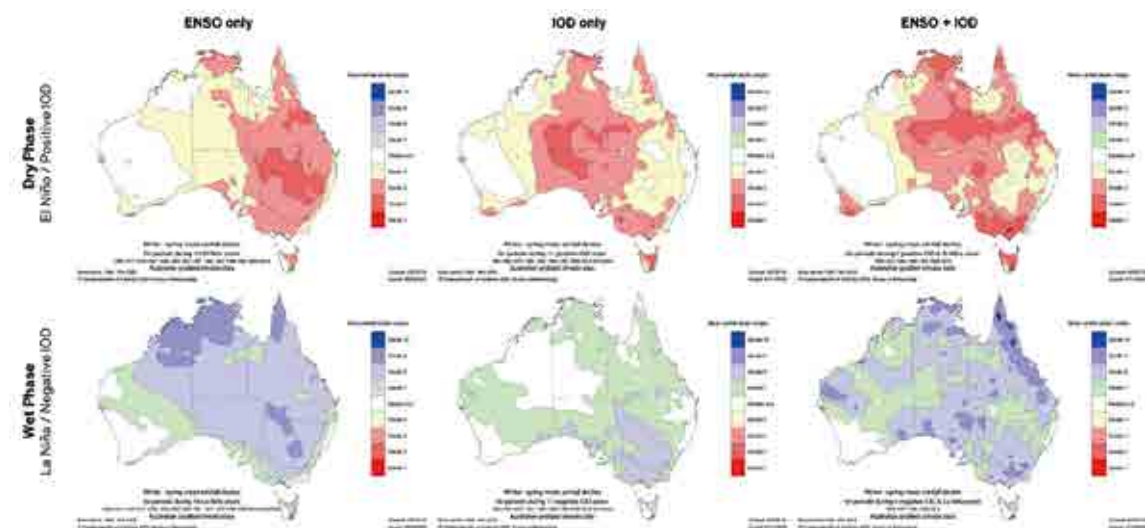


圖 9、聖嬰現象 - 南方震盪和印度洋偶極冬季到春季平均降雨量的變化

資料來源：Bureau of Meteorology (BOM)

振盪（Madden Julian Oscillation，簡稱MJO），但聖嬰現象-南方震盪和印度洋偶極都是重要且主導驅動影響氣候變化的因素。對於聖嬰現象-南方震盪來說，東部沿海地區尤其顯著。

與東南亞和印度類似，聖嬰現象是澳洲較溫暖乾燥的聖嬰現象-南方震盪階段，而反聖嬰現象是澳洲較涼爽潮濕階段（圖9）。對紐西蘭來說，聖嬰現象要複雜一些：夏季，西風會更強或更頻繁，導致東部乾燥，西部濕潤；冬季吹來南風，導致全國氣溫下降。相較之下，反聖嬰現象為北島東北部帶來多雨天氣，南島南部和西部降雨量減少，全國氣溫升高。

然而，與印度不同的是，正（負）印度洋偶極年份與澳洲各地冬季和春季期間降雨量減少（更多）和氣溫升高（降低）相關（圖9，中）。雖然紐西蘭一般像澳洲一樣較少受到印度洋偶極事件的影響，但正（負）印度洋偶極事件與該國部分地區風暴活動減弱（氣旋相關降水增強）有關（Ashok等，2007）。

與其他地方類似，聖嬰現象-南方震盪和印度洋偶極在同步時被認為會增強其影響。目前的證據顯示，聖嬰現象與印度洋正偶極同時發生，導致的降雨量低於平均水平，比單獨的任一現象更為嚴重，而

反聖嬰現象與印度洋負偶極同時發生，導致降雨量高於平均值。在澳洲，這導致了與反聖嬰現象類似的過量降雨異常模式，也影響了澳洲西北部（圖9）。

由於聖嬰現象-南方震盪事件對海水表面溫度的影響，可能會影響澳洲和紐西蘭周圍氣旋的形成（圖10）。由於熱帶氣旋僅在海溫 $>26^{\circ}\text{C}$ 時形成，反聖嬰現象條件下太平洋上較溫暖的海溫可能會促進熱帶氣旋的生長（在適當的大氣環境下）。相較之下，在聖嬰現象下，西南太平洋的海溫普遍較低，使得熱帶氣旋更難形成，這可能會影響澳洲東部和紐西蘭北部。

一個例子是2023年2月的強烈熱帶氣旋「加布里埃爾」（Gabrielle），其強度維持時間比正常情況更長，並且保持了比正常情況更多的水分（這導致了更多降雨）。雖然海溫升高並不是加布里埃爾對紐西蘭北島造成毀滅性影響的唯一原因，但它所扮演的角色不容忽視。

如前所述，聖嬰現象-南方震盪和印度洋偶極事件能夠影響整個亞太地區的天氣和氣候，進而影響居住在此地區的居民。這些影響可能產生廣泛的經濟波動，影響政府預算、救災工作，甚至農作物及糧食生產。因此，聖嬰現象-南方震盪和

印度洋偶極事件造成的不利影響會導致損失分散到多個保險領域，其中尤其包括財產和農業。以下兩個例子說明了這些事件如何影響亞太地區保險業的損失。

在澳洲，從保險業的角度來看，聖嬰現象-南方震盪通常被視為年際損失波動的主要驅動因素，原因很簡單，因為大部分風險都集中在澳洲東海岸。對於風險

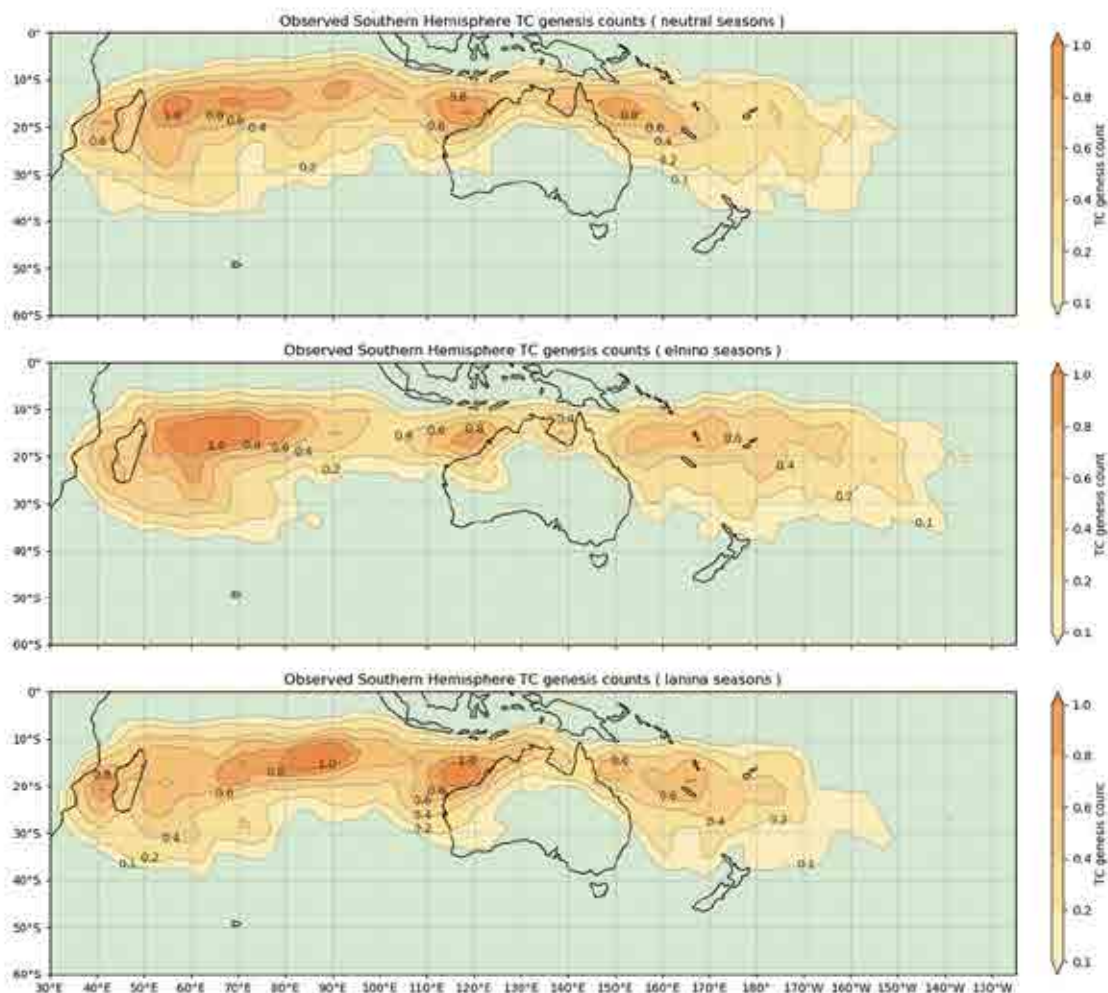


圖 10、澳洲及週邊水域熱帶氣旋的平均數量

資料來源：Bureau of Meteorology (BOM)

集中在澳洲其他地區的保險公司來說，這可能有所不同，即僅在西澳洲承保的單一州保險公司可能受聖嬰現象-南方震盪的影響較小。在這兩個階段中，反聖嬰時期通常會比乾燥、穩定的聖嬰時期造成更高的產業損失。在普遍存在的反聖嬰現象期間觀察到的年平均行業損失為23.6億澳元，而普遍存在的聖嬰氣候期間的平均年損失要小得多，約為7.5億澳元（圖11）。損失最高的五個年份（1974年、1999年、2011年和2022年）中有四個年

份都是反聖嬰現象，最近的一個是三次反聖嬰現象，最終導致雪梨成為自1859年有史以來最多降雨的一年（打破了1950年的紀錄）。這導致澳洲最大的產業因2022年2月與3月新南威爾斯和昆士蘭州東南部洪水而遭受超過56億澳元的保險損失。

當對1967年以來的標準化工業損失進行分層時，發現80%的洪水損失和65%的氣旋損失發生在反聖嬰年份，而40%的森林野火損失發生在聖嬰年份。

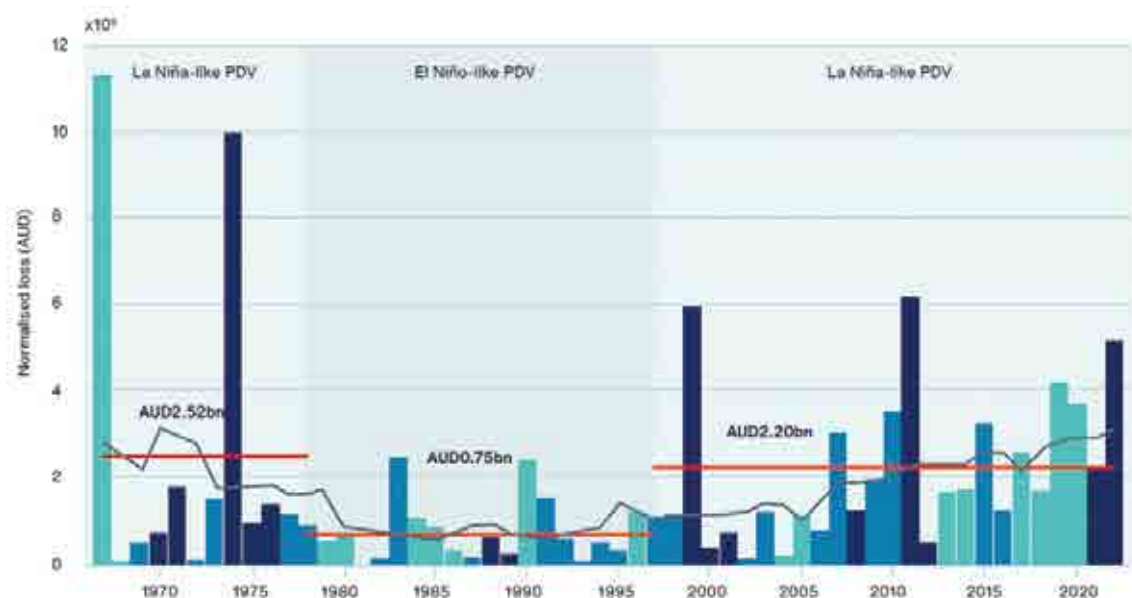


圖 11、1967- 2022 年各年度的保險損失總額（值標準化為 2017 年）

■ 反聖嬰年 ■ 聖嬰年 ■ ENSO 中性 — 10 年移動平均值
資料來源：Insurance Council of Australia's Disaster Loss List

然而，森林野火損失僅占澳洲歷史災難損失的不到12%，且氣旋／洪水與反聖嬰現象之間的關係比森林野火和聖嬰現象之間的關係更為明顯。

考慮到歷史保險損失，可以看出，自1967年以來，反聖嬰現象和聖嬰現象-南方震盪中性期占有損失的74%。雖然反聖嬰現象往往導致損失年份比長期平均高45%，但聖嬰現象往往導致損失年份比長期平均高出45%，導致虧損年份比長期平均低35%。

另外，印度從熱帶延伸到北迴歸線以北的溫帶，具有多樣化的地理和氣候特徵，有約130個農業氣候區（考慮到不同的土壤類型、灌溉可用性、現有耕作模式、降雨量、溫度等）。因此，對印度農業造成廣泛損失的自然災害主要以乾旱、洪水和熱帶氣旋。

如前所述，聖嬰現象與印度降雨不足甚至乾旱有關。在2000年至2020年的20年間，2002年、2004年、2009年和2015年發生了四次聖嬰現象，影響了印度主要農業季節（大致為6月至10月）。印度熱帶氣象研究所根據西南季風發布的降雨資料中，降雨量分別為氣候平均值的78%、87%、78%和86%，均視為乾旱（比平均值低 $\geq 10\%$ ）。

自2016年實施新的農作物保險計畫以來，僅發生過一次聖嬰現象（對應2018年／2019年農作物季節），似乎將繼續遵循上述趨勢。2018年西南季風降雨量略低於乾旱門檻（平均值的91%），市場作物保險績效估計約為98%的損失率。相較之下，2020年至2022年三次反聖嬰現象期間的西南季風降雨量處於正常或略多的範圍內，為平均值的99%至109%，簡單平均損失率約為79%（包括估計的2022年損失率）。相較之下，2016年和2017年聖嬰現象-南方震盪及印度洋偶極中性年的西南季風降雨量分別為平均值的97%和95%，簡單平均損失率約為83%。

印度洋偶極事件對印度季風和農業保險表現的影響也相當顯著。2014年的印度洋負偶極事件導致降雨量不足氣候平均值的86%。相較之下，2019年印度洋正偶極事件導致西南季風降雨量為平均值的110%，預計市場損失率約為91%。與聖嬰現象和印度洋負偶極事件期間的損失往往是由乾旱和土壤濕度不足造成的不同，2019年的損失很大程度上受到季風降雨量的影響（7月／8月的某些週，一些地區的降雨量比正常高出970%），導致印度三個最大邦的許多地區出現淹水和



圖片來源：Shutterstock

洪水。

玖、結語

聖嬰現象-南方振盪現象的周期性致使絕大部分亞太地區的天氣在聖嬰現象期間更加乾燥，而在反聖嬰現象期間更加潮濕。許多地區的天氣模式也受到了印度洋偶極的影響。聖嬰現象和反聖嬰現象會改變世界不同地區的降雨模式，這意味著乾旱或洪水等災害可能會到來或者覆蓋更大的區域。對於預測未來的狀況至關重要，可以幫助保險業進一步加強風險管理。

聖嬰-南方振盪現象的影響取決於其

自身帶來的天氣狀況與天氣系統的交互影響。在陸地上，類似於乾旱的條件與野火、地下水補給和水流減少有關，這對農業來說至關重要。海洋變暖還會影響到漁業，導致魚捕獲量變化。反聖嬰現象期間高於正常水準的降雨量通常引發洪水及颱風活動增加或增強有關。雖然仍需要進一步研究來證實觀察到的趨勢，但這不影響主要結論：對氣候／天氣過程的良好理解在風險管理和備災中發揮關鍵作用，這對於利害關係人減輕意外的經濟與金融衝擊至關重要。

參考文獻

- Amirudin, A.A., Salimun, E., Tangang, F., Juneng, L., & Zuhairi, M. (2020) Differential influences of teleconnections from the Indian and Pacific Oceans on rainfall variability in Southeast Asia. *Atmosphere*, 11: 886.
- Ashok, K., Nakamura, H., & Yamagata, T. (2007) Impacts of ENSO and Indian Ocean Dipole events on the Southern Hemisphere storm-track activity during austral winter. *Journal of Climate*; 20: 3147-3163.
- Fudeyasu, H., Iizuka, S. & Matsuura, T. (2006) Impact of ENSO on landfall characteristics of tropical cyclones over the western North Pacific during the summer monsoon season. *Geophysical Research Letters*, 33: L21815.
- Girishkumar, M.S. & Ravichandran, M. (2012) The influences of ENSO on tropical cyclone activity in the Bay of Bengal during October - December. *Journal of Geophysical Research*, 117: C02033.
- Guan, Z. & Yamagata, T. (2003) The unusual summer of 1994 in East Asia: IOD teleconnections. *Geophysical Research Letters*, 30: 1544.
- IPCC (2021) Annex V: Monsoons [A. Cherchi & A. Turner (Eds.)]. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. P. an, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelek i, R. Yu, and B. Zhou (Eds.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 2193-2204). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Iskandar, I., Lestari, D.O., Saputra, A.D., Setiawan, R.Y., Wirasatriya, A., Susanto, R.D., Mardiansyah, W., Irfan, M., Rozirwan, Setaiwan, J.D., & Kunarso (2022) Extreme positive Indian Ocean Dipole in 2019 and its impact on Indonesia. *Sustainability*, 14: 15155.
- Kripalani, R.H. & Kumar, P. (2004) Northeast monsoon rainfall variability over south peninsular India vis- -vis the Indian Ocean dipole mode. *International Journal of Climatology*, 24: 1267-1282.
- Mahala, B.K., Nayak, B.K. & Mohanty P.K. (2015) Impacts of ENSO and IOD on tropical cyclone activity in the Bay of Bengal. *Natural Hazards*, 75: 1105-1125.
- National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA), New Zealand
- Yadav, R.K. (2012) Why is ENSO influencing Indian northeast monsoon in the recent decades? *International Journal of Climatology*, 32: 2163-2180.
- Zubair L. & Ropelewski, C.F. (2006) The strengthening relationship between ENSO and Northeast Monsoon rainfall over Sri Lanka and Southern India. *Journal of Climate*, 19: 1567-1575.