

伊代(Idai)與肯尼斯(Kenneth)熱帶氣旋對非洲東南部的衝擊

郭文達¹、傅鑣漩¹、施虹如¹、彭毅軒²、張志新¹

¹ 國家災害防救科技中心坡地與洪旱組

² 台北大學 不動產與城鄉環境學系

摘要

2019 年非洲的莫三比克(Mozambique)、馬拉威(Malawi)以及辛巴威(Zimbabwe)分別於 3 月中及 4 月中遭受伊代(Idai)與肯尼斯(Kenneth)氣旋的嚴重衝擊，由於受衝擊影響時間近 1 個月，加上兩氣旋均夾帶強降雨及強風，故造成非洲三國的嚴重災情；除洪水氾濫與坡地災害之外，風災後亦導致傳染病爆發，單單在莫三比克已有 6,765 宗霍亂病例。伊代與肯尼斯氣旋，共造成非洲莫三比克、馬拉威以及辛巴威，合計 1,050 人死亡、3,645 萬人受影響(受災人數中有近一半為未成年兒童)、以及 20 億美元的經濟損失，創下近年來西南印度洋熱帶氣旋造成死亡人數之最高紀錄。

一、伊代與肯尼斯熱帶氣旋路徑

根據歐盟緊急應變協調中心(Emergency Response Coordination

Centre；ERCC)的資料顯示[1~3](圖 1)，莫三比克海峽於 3 月 4 日形成一個熱帶低氣壓，並於 3 月 4 日至 3 月 11 日期間衝擊非洲莫三比克及馬拉威；接著，低氣壓離開莫三比克並東移至海上，於 3 月 11 日轉為熱帶氣旋伊代，並朝向西南前進，於 3 月 14 日以風力達每小時 176 公里(相當於中央氣象局的強烈颱風等級)在莫三比克之港口貝拉市(Beira)登陸，再次衝擊莫三比克與馬拉威，鄰近的辛巴威國亦受衝擊。因此，非洲三國遭受伊代氣旋衝擊，影響時間近兩周(3 月 4 日至 3 月 17 日)。

在災害尚未恢復之前，肯尼斯氣旋緊接而來，根據 ERCC 資料顯示[4~6]，肯尼斯氣旋於 4 月 23 日在西南印度洋海域形成，接著在 4 月 24 日衝擊葛摩國家(Comoros)，隨後於 4 月 25 日以風力達每小時 222 公里(相當於中央氣象局的強烈颱風等級)在莫三比克最北部的德爾加杜角省(Cabo Delgado Province)登陸，登陸位置介於德爾加杜角省之馬科米亞區(district of Macomia)與濱海莫辛布瓦(Mocimboa da Praia)[7]。因此，莫三比克自肯尼斯氣旋登陸後之受風災影響時間為近五天(4 月 25 日至 4 月 30 日)。



圖 1 伊代與肯尼斯熱帶氣旋路徑(資料來源：ERCC)

二、 氣象與水文資訊

1. 伊代氣旋

伊代氣旋登陸時之風力達每小時 176 公里(相當於美國國家颶風中心之三級颶風)，這樣的風力足以將樹木與屋頂吹毀；此外，伊代氣旋亦帶來豐沛雨量，圖 2 顯示了 2019 年 3 月 13 日至 3 月 20 日的累積降雨量分布，主要係由美國國家航空暨太空總署(National Aeronautics and Space Administration；NASA)應用全球降水量測量(Global Precipitation Measurement；GPM)的結果[8]；圖中可看出隨著

伊代氣旋向莫三比克內陸移動，導致莫三比克中部地區降下傾盆大雨，許多地區的累積降雨量高達 500 mm。

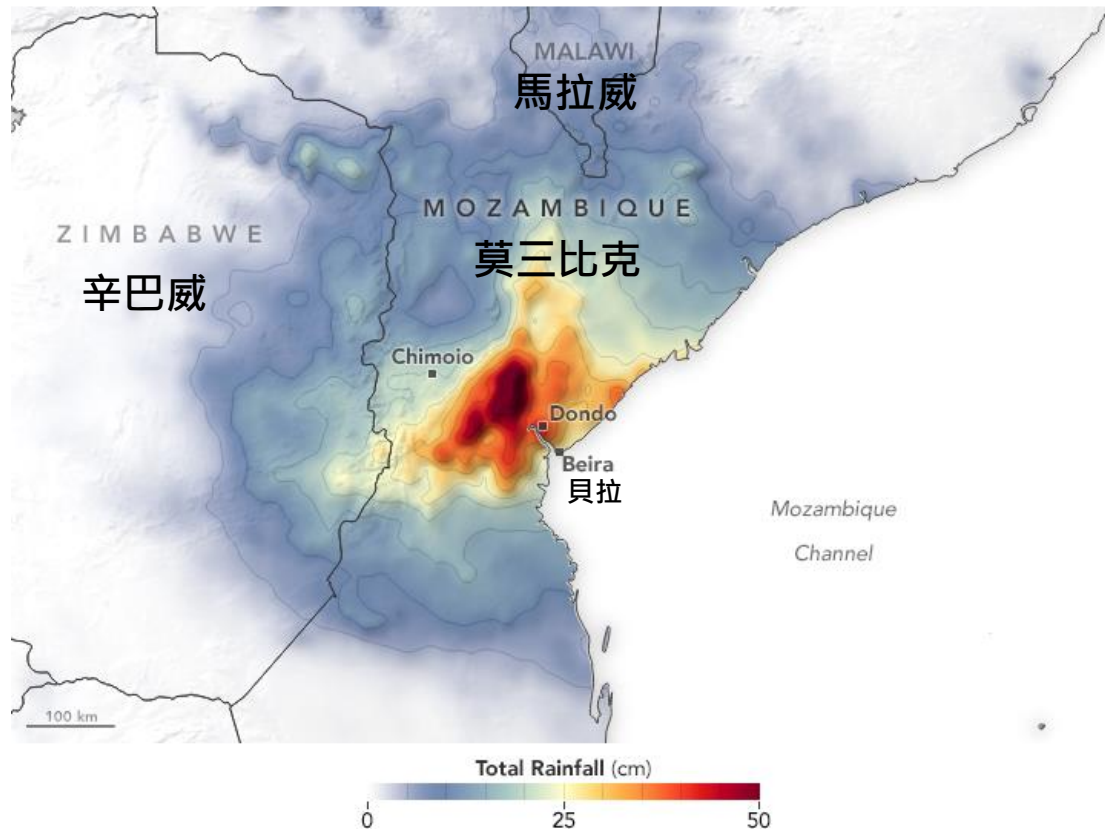


圖 2 伊代氣旋在非洲三國之 2019 年 3 月 13 日至 3 月 20 日期間的累積降雨量分布(資料來源：NASA)

全球災害警報及協調系統(Global Disaster Alerting Coordination System；GDACS)，提供了伊代氣旋於莫三比克貝拉城市附近沿海之暴潮位分布，如圖 3 所示；主要係由 Delft3D 模式結合大氣模式(Hurricane Weather Research and Forecasting；HWRF)所計算出的結果；根據聯合研究中心(Joint Research Centre；JRC)之估計結果[9]，伊代氣旋造成的最高暴潮位為 4.4 公尺，發生在貝拉城市(3 月 14 日

22 點 00 分)。

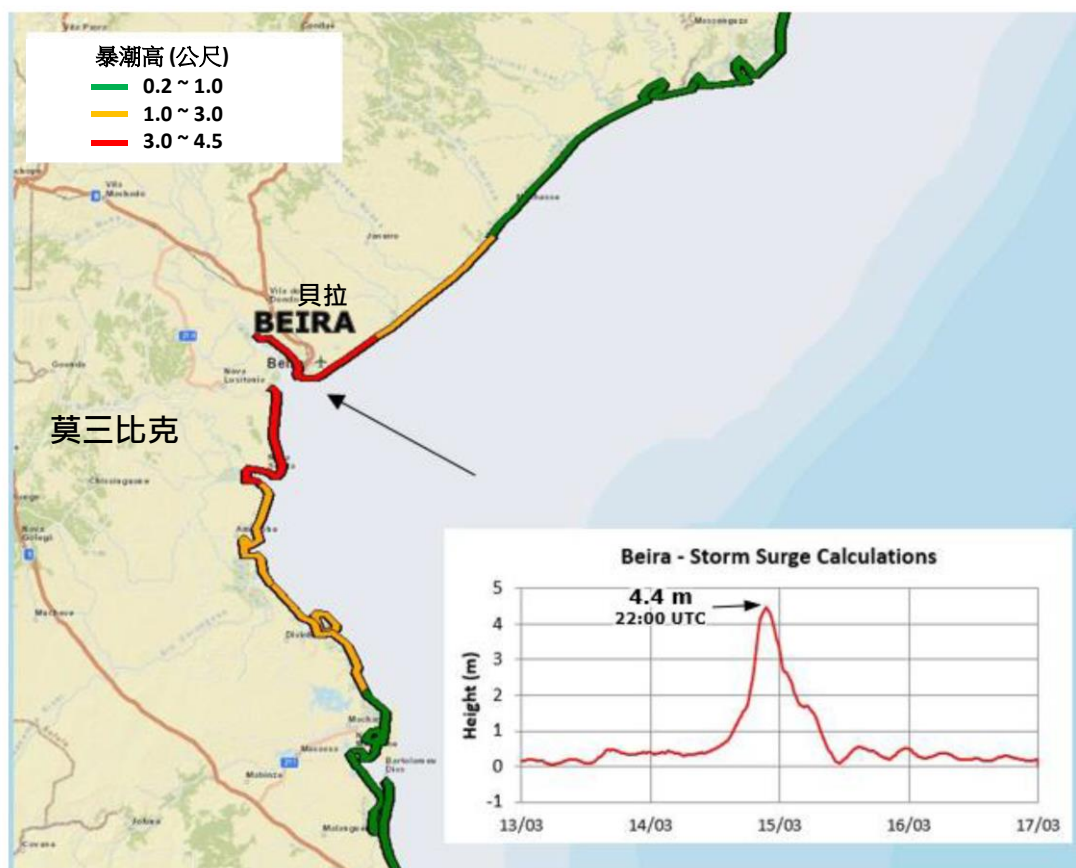


圖 3 伊代氣旋於莫三比克貝拉城市附近沿海之暴潮位分布(資料來源：GDACS)

2. 肯尼斯氣旋

肯尼斯氣旋登陸時之風力達每小時 222 公里，根據 NASA 資料顯示，這樣的風力規模屬於四級颶風[10]。另外，圖 4 代表肯尼斯氣旋登陸莫三比克國之後(4 月 25 日至 30 日)之累積降雨量分布[11]，可看出雨量主要集中於葛摩與莫三比克國德爾加杜角省之沿海地區(Quisanga、Macomia 以及 Ibo)。此外，世界氣象組織(World Meteorological Organization；WMO)指出，德爾加杜角省的首府彭巴

(Pemba)在 2019 年 4 月 28 日至 29 日之 24 小時總降雨量為 254.7 mm[11]。

相對於伊代氣旋，肯尼斯氣旋造成的暴潮位高度較低；根據 GDACS 的資料顯示，肯尼斯氣旋於 4 月 23 日到 4 月 26 日期間，造成的最高暴潮位為 1.6 公尺(HWRF 結合 Delft3D 所估計的結果)，係發生在 4 月 25 日 15 點 30 分之 Ibo 地區[12]。

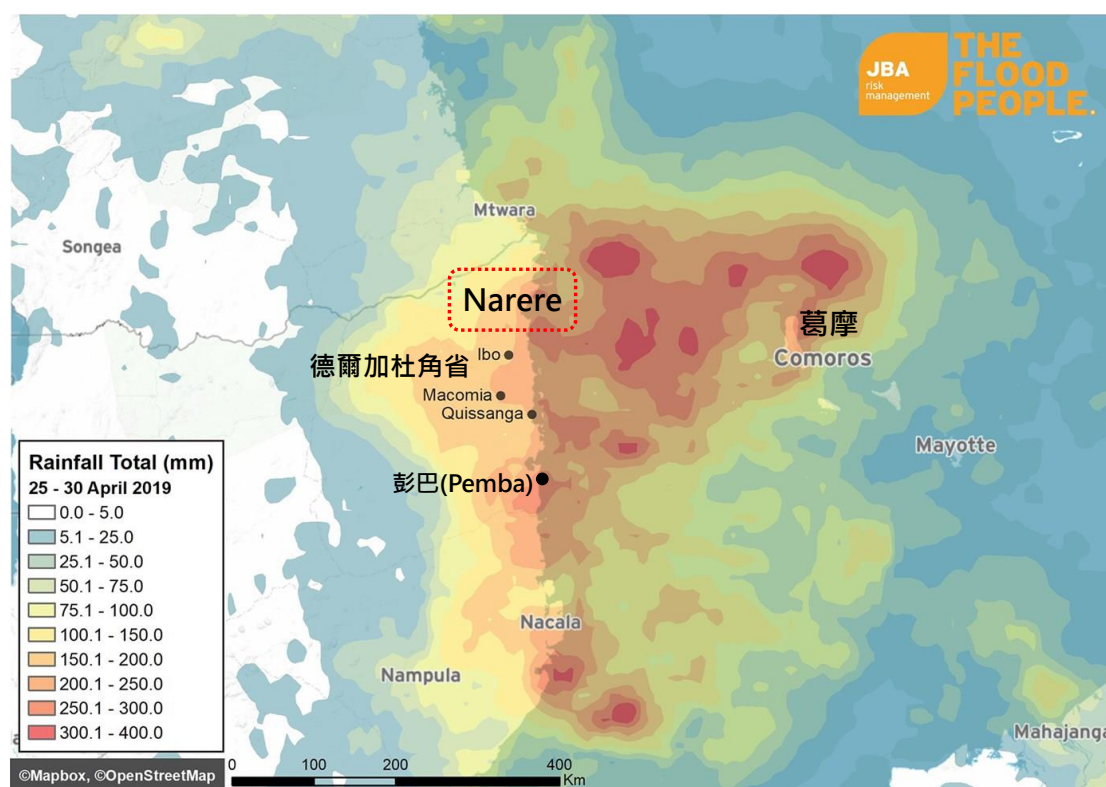


圖 4 肯尼斯氣旋在葛摩與莫三比克國之 2019 年 4 月 25 日到 4 月 30 日期間的累積降雨量分布(資料來源：JBA Risk Management、NASA)

三、 災害衝擊

1. 災情紀錄

為能夠提供國際援助組織之有效參考，NASA 的 Advanced Rapid Imaging and Analysis (ARIA) 團隊結合不同地球觀測衛星的圖像，建置了莫三比克國受伊代氣旋侵襲之洪水衛星影像(2019 年 3 月 18 日到 2019 年 3 月 23 日的洪水演變)，如圖 5 所示[13]，希望有助於識別受影響的區域。莫三比克之貝拉城市係這次洪水氾濫最為嚴重的城市(圖 6)[14]，主要原因係貝拉市處於蓬圭河(Pungwe River)與布齊河(Buzi River)匯流入莫三比克海峽之位置，因此在伊代氣旋高暴潮水位(4.4 公尺)和強降雨的結合之下，洪水無法排出莫三比克海峽而導致蓬圭河與布齊河沿岸(圖 7)大片低窪土地被洪水淹沒[15]；自伊代氣旋於 3 月 14 日登陸後，直到 3 月 23 日洪水才慢慢退去，代表洪水影響時間至少 10 天。另外，在尚比西河(Zambezi River)沿岸地區亦有洪水氾濫情況，主要原因係尚比西河在 3 月 4 日至 3 月 11 日期間，受低氣壓影響(伊代氣旋之前身)，水位已經高漲，加上下游出口暴潮影響，導致無法順利注入莫三比克海峽。

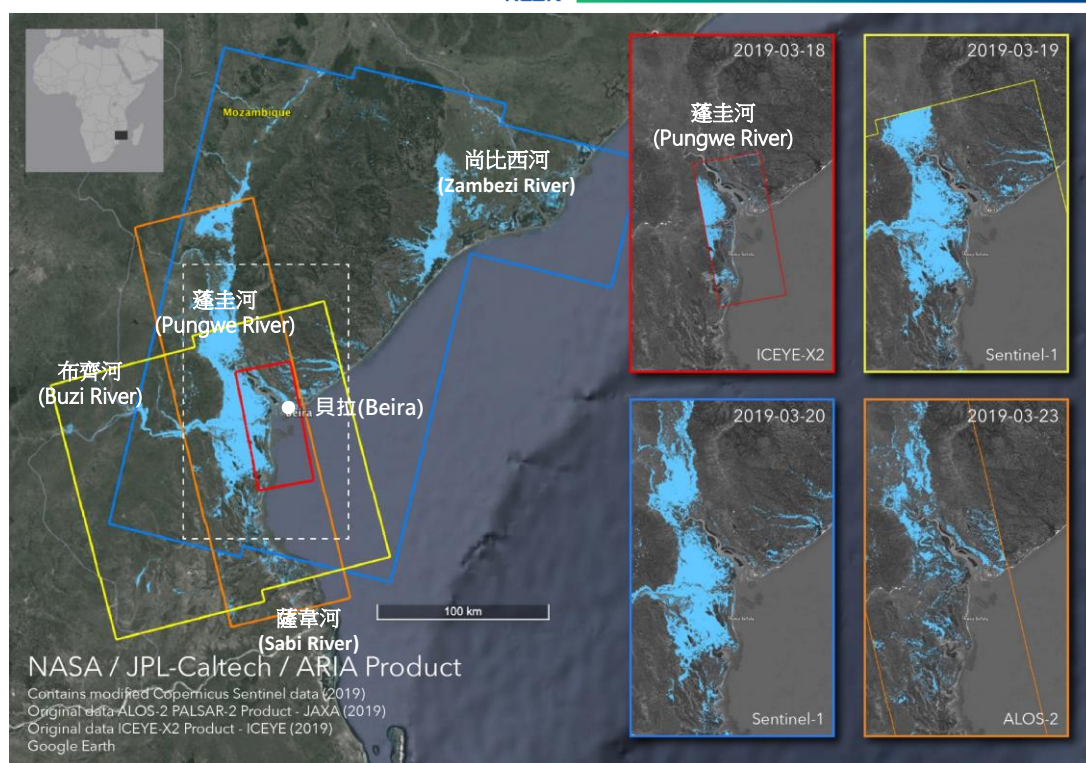


圖 5 伊代氣旋在莫三比克國中部地區造成之洪水衛星影像(資料來源：NASA)



圖 6 莫三比克貝拉城市遭受伊代氣旋侵襲之洪水氾濫情況(資料來源：IFRC、FloodList)



圖 7 莫三比克布齊河沿岸之洪水氾濫情況(資料來源：UNOCHA)

莫三比克鄰國辛巴威則同時受到洪水及坡地災害，其中較為嚴重的區域為辛巴威的奇馬尼馬尼(Chimanimani)。圖 8 為國際空間與重大災害特許組織(International Charter on Space and Major Disasters)所公布的災害衛星影像圖資[16]，資訊包括有：橋梁與道路受損的位置、淹水範圍(藍色)、坡地災害發生的地點(咖啡色)以及不同時間之衛星影像圖；由圖中可看出淹水與坡地災害大多分布在奇馬尼馬尼之支流沿岸。

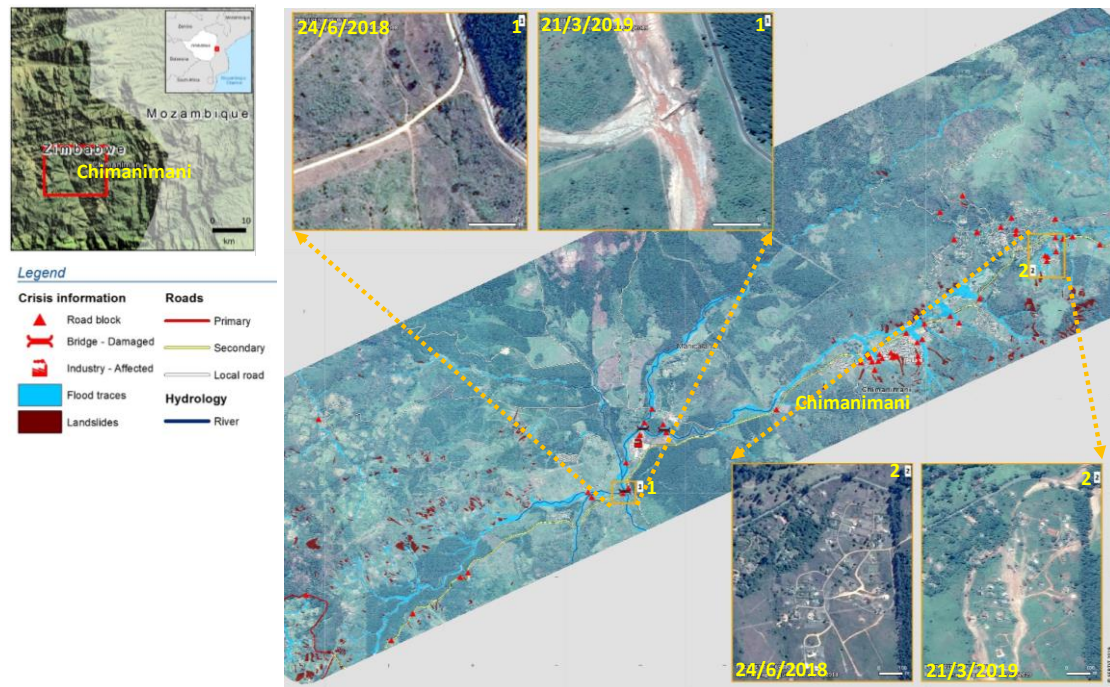


圖 8 辛巴威奇馬尼馬尼之洪水及坡地災害衛星影像圖資(資料來源：國際空間與重大災害特許組織)

在肯尼斯風災部分，淹水較為嚴重的地區係發生在 Ibo 以北的 Narere 區(地理位置如圖 4)。哥白尼緊急管理服務(Copernicus EMS)提供了 Narere 區於 4 月 30 日之衛星資料，如圖 9 所示，梅薩洛河(Messalo River)沿岸洪水氾濫，淹水面積約為 2,684.4 公頃[17]。圖 10 顯示為莫三比克國德爾加杜角省遭受肯尼斯氣旋之災害相片[18]。

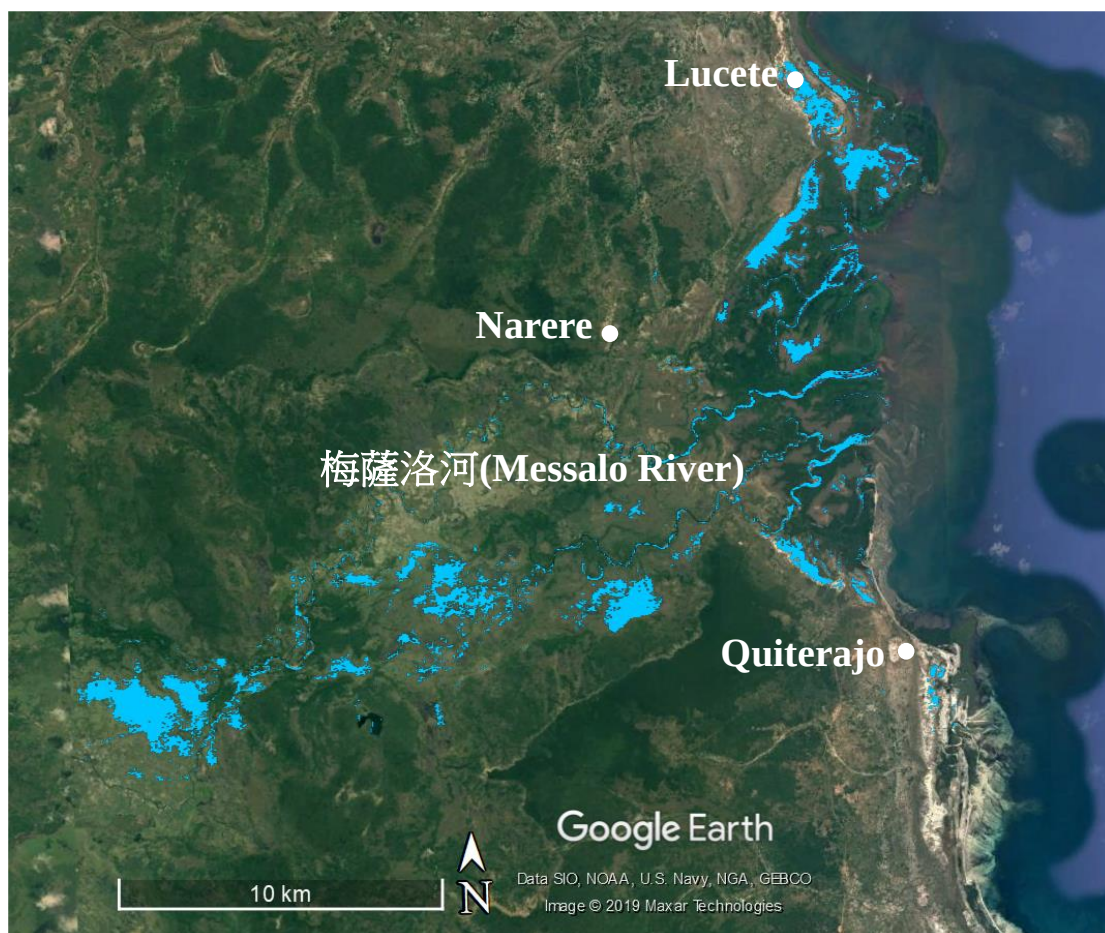


圖 9 肯尼斯氣旋在莫三比克國 Narere 區造成之洪水衛星影像(資料來源：哥白尼緊急管理服務)



圖 10 肯尼斯氣旋在莫三比克國德爾加杜角省造成之災害情況(資料來源：OCHA)

2. 災損統計

根據 OCHA 於 2019 年 7 月 10 日資料顯示，肯尼斯氣旋尚未登入莫三比克時，已衝擊葛摩(Comoros)並造成 7 人死亡。然而，伊代與肯尼斯氣旋造成最為嚴重的區域為非洲莫三比克、馬拉威以及辛巴威。表 1 係依據聯合國兒童基金會(The United Nations Children's Fund; UNICEF)與 OCHA 之資料[19~22]，所彙整截至 7 月 10 日之非洲三國受伊代與肯尼斯氣旋造成之災損統計，包括：死亡人數、受災人數、建築物損毀數、農作物損毀面積、以及霍亂感染人數等。由表 1 可清楚得知，非洲三國受伊代與肯尼斯氣旋衝擊下，造成合計超過千人死亡及超過三百萬人受災(受災人數中有近一半為未成年兒童)，成為近年來西南印度洋熱帶氣旋造成死亡人數中之最高紀錄(圖 11)[23]。此外，非洲三國中以莫三比克國為最嚴重的區域，農作物損毀面積近 77 萬公頃，嚴重衝擊當地的災後生計維持，加上風災影響時間長約 1 個月，造成有 6,752 宗霍亂確診病例。

另一方面，根據世界銀行之資料顯示[24, 25](表 2)，伊代氣旋尚未出現之前，衝擊莫三比克最為嚴重的是 2000 年的 Eline 氣旋，造成莫三比克、馬達加斯加與辛巴威合計 919 人死亡及 7.6 億美元的經濟損失；然而 2019 年之伊代氣旋，在非洲三國造成之經濟損失約為 20

億美元，創下過去歷史事件中最高經濟損失的紀錄。

表 1 伊代與肯尼斯氣旋在非洲三國造成之災損統計(資料來源：根據 UNICEF 與 OCHA 所彙整)

國家	莫三比克 (伊代與肯尼斯氣旋合計)	馬拉威 (伊代氣旋)	辛巴威 (伊代氣旋)	總計
死亡人數(人)	648	60	344	1,052
受傷人數(人)	1,735	672	200	2,607
受災影響人數(人)	2,220,000	975,000	270,000	3,465,000
受災未成年兒童數(人)	1,200,000	443,136	130,000	1,773,436
流離失所人數(人)	162,000	87,000	51,000	300,000
學校損毀數目(棟)	3,977	104	139	4,220
建築物損毀數目(棟)	284,589	16,000	18,000	318,589
農作物損毀面積(公頃)	770,866	12,759*	24,300	807,925
霍亂感染人數(人)	6,765	9	0	6,774

*僅針對馬拉威的Nsanje地區

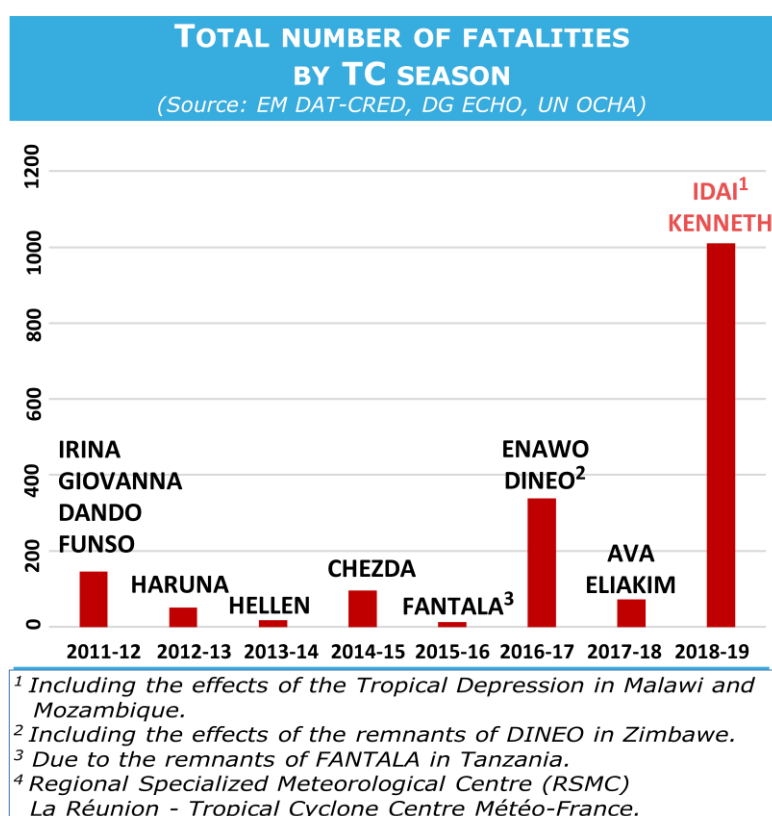


圖 11 近年來西南印度洋熱帶氣旋造成死亡人數(資料來源：ERCC)

表 2 歷史洪水與氣旋事件造成非洲地區之經濟損失彙整(資料來源：世界銀行)

事件	發生日期	經濟損失 (美元)	死亡人數(人)
Eline氣旋 (莫三比克、馬達加斯加、辛巴威)	2000年2月6日	7.6億	919
奈及利亞(Nigeria) 洪水氾濫	2012年7月22日	4.4億	454
莫三比克林波波河(Limpopo River)洪水氾濫	2013年1月17日	1.1億	258
伊代氣旋 (莫三比克、馬拉威、辛巴威)	2019年3月15日	20億	1,007 (不含肯尼斯氣旋)

3. 急難救助

非洲三國在經歷兩個風災後，導致許多問題，包括(1)缺糧：稻米是當地人的主要糧食，農作物都被洪水沖走了、(2)污水：由於風災導致許多地區嚴重洪水氾濫，故清潔水相當缺乏，不衛生的條件增加了疾病的風險(霍亂和瘧疾等二次災害)、(3)住所被風災摧毀：造成很多民眾無家可歸，流離失所、(4)基礎設施嚴重受損：導致交通、通訊以及電力中斷，因此一些地方無法進入，導致救災困難。

有鑑於此，風災過後，非洲三國急需人道救援；各國政府和人道主義援助機構開始向受影響地區提供援助，包括：基本救援物資之提供、安全庇護所、清潔食水、衛生防護以及災後教育心理輔導等。以紅十字國際委員會(The International Committee of the Red Cross；ICRC)為例[26]，包括有：(1)超過 100 萬人受益於醫療服務(莫三比克

中部與辛巴威東部)、66,500 人(13,300 個家庭)獲得農業耕作援助(種子與工具)(莫三比克中部)、(2)112,320 人(22,464 個家庭)獲得食物援助(穀物、食用油、豆類和高能量餅乾)(莫三比克中部)、(3)49,600 人(9,928 個家庭)獲得安全住所援助(防水布、毯子和廚具)(莫三比克中部)、(4)提供 800 個免費電話(嘗試與親人取得聯繫)(莫三比克、馬拉威、辛巴威)以及(5)10,000 人獲得安全水源(莫三比克中部)。

在 UNICEF 之急難救助，主要包括五大層面：水源、健康、營養、教育、以及兒童保護(表 3)[27~29]。以莫三比克為例，直到 2019 年 7 月 10 日為止，共有近 150 萬人獲得適合飲用烹飪和個人衛生使用之安全用水、76 萬兒童接受麻疹疫苗或其他醫療保健服務、65 萬兒童接受營養不良篩查或急性入院治療、7 萬人獲得正規或非正規基礎教育以及 1 萬多人接受心理社會關懷保護服務或安全學習空間。

根據 OCHA 於 2019 年 7 月 10 日資料顯示[30](表 4)，非洲三國受影響地區需要合計為 4.9 億美元來災後復原，直到 2019 年 7 月 10 日為止，各界募集到 2 億美金，各國提供的急難救助仍在持續增加中。

表 3 聯合國兒童基金會(UNICEF)在非洲三國所進行的災後援助(資料來源：根據 UNICEF 資料所彙整)

國家	莫三比克 (伊代與肯尼斯氣旋合計)	馬拉威 (伊代氣旋)	辛巴威 (伊代氣旋)
WASH 獲得安全用水(適合飲用、烹飪和個人衛生使用)的人數(人)	1,521,704 (每人每天7.5~15公升)	155,167	122,903
Health 接受麻疹疫苗或其他醫療保健服務的人數(人)	760,309 (未滿15歲兒童)	269,398 (兒童和婦女)	61,162 (6~59個月的兒童)
Nutrition 接受營養不良篩查或急性入院治療的兒童人數(人)	655,505 (5歲以下兒童)	22,114 (5歲以下兒童)	185 (6~59個月的兒童)
Education 獲得正規或非正規基礎教育或青少年服務的人數(人)	71,184 (6~15歲)	47,930 (學齡兒童)	40,088 (學齡兒童)
Child Protection 接受心理社會關懷保護服務或安全學習空間的兒童人數(人)	13,625	19,579	7,799

表 4 非洲三國災後復原所需資金統計(資料來源：根據 OCHA 資料所彙整)

國家	莫三比克 (伊代與肯尼斯氣旋合計)	馬拉威 (伊代氣旋)	辛巴威 (伊代氣旋)	總計
所需資金 (美元)	3.86億	4,520萬	6,000萬	4.9億
各界捐款援助 (美元)	1.40億	4,050萬	2,300萬	2.0億

四、 結論

非洲三國(莫三比克、馬拉威與辛巴威)在近 1 個月期間，經歷了兩個嚴重風災，不僅創下近年來西南印度洋熱帶氣旋造成死亡人數中之最高紀錄，其中的伊代氣旋更是創下過去歷史事件中最高經濟損失

的紀錄。總計造成非洲莫三比克、馬拉威以及辛巴威，合計 1,050 人死亡、3,645 萬人受影響(受災人數中有近一半為未成年兒童)、80 萬公頃農作物損毀、6,774 宗霍亂病例、以及經濟損失近 20 億美元。由於風災過後之災情相當嚴重，因此各國政府與人道主義機構提供了水源、健康、營養、教育、以及兒童保護等援助，直到 2019 年 7 月 10 日為止，各界之救災援助金已達到 2 億美金。

參考文獻

1. 歐盟緊急應變協調中心(ERCC)
<https://erccportal.jrc.ec.europa.eu/getdailymap/docId/2860>
2. 歐盟緊急應變協調中心(ERCC)
<https://erccportal.jrc.ec.europa.eu/getdailymap/docId/2857>
3. 歐盟緊急應變協調中心(ERCC)
<https://erccportal.jrc.ec.europa.eu/getdailymap/docId/2853>
4. 救援網(ReliefWeb)
https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ECDM_20190424_TC_KENNETH_update.pdf
5. 救援網(ReliefWeb)
https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ECDM_20190426_TC_KENNETH_update.pdf
6. 救援網(ReliefWeb)
https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ECDM_20190430_TC_KENNETH_update.pdf
7. FloodList
<http://floodlist.com/africa/comoros-mozambique-tropical-cyclone-kenneth-april-2019>

8. 美國國家航空暨太空總署(NASA)
<https://earthobservatory.nasa.gov/images/144712/devastation-in-mozambique>
9. 聯合研究中心(JRC)
https://fscluster.org/sites/default/files/documents/2019-03_floods_malawi_mozambique_update1a.pdf
10. 美國國家航空暨太空總署(NASA)
<https://blogs.nasa.gov/hurricanes/tag/kenneth-2019/>
11. JBA Risk Management
<https://www.jbarisk.com/flood-services/event-response/cyclone-kenneth-strikes-mozambique/>
12. 全球災害警報及協調系統(GDACS)
http://www.gdacs.org/Cyclones/report_source.aspx?eventtype=TC&eventid=1000559&system=HWRP
13. 美國國家航空暨太空總署(NASA)
<https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=7363>
14. 紅十字會與紅新月會國際聯合會(IFRC)、FloodList
<http://floodlist.com/africa/mozambique-zimbabwe-tropical-cyclone-idai-march-2019>
15. 聯合國人道事務協調廳(OCHA)
<https://unocha.exposure.co/mozambique-after-the-cyclone>
16. 國際空間與重大災害特許組織
<https://disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/cyclone-in-zimbabwe-activation-599->
17. 哥白尼緊急管理服務
<https://emergency.copernicus.eu/mapping/ems/copernicus-ems-monitors-impact-cyclone-kenneth-mozambique-and-comoros>
18. 聯合國人道事務協調廳(OCHA)
<https://news.un.org/en/story/2019/07/1042171>
19. Quartz Africa
<https://qz.com/africa/1596668/cyclone-idai-death-toll-passes-1000-with-damage-to-cost-billions/>
20. 聯合國兒童基金會(UNICEF)
<https://www.unicef.org/appeals/files/UNICEF-Idai-Situation-and-Res>

ponse-12-May-2019.pdf

21. 聯合國人道事務協調廳(OCHA)
https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/SA_Cyclone_and_Flooding_Snapshot_10072019.pdf
22. 聯合國兒童基金會(UNICEF)
<https://www.unicef.org/mozambique/en/cyclone-idai-and-kenneth>
23. 歐盟緊急應變協調中心(ERCC)
<https://reliefweb.int/map/mozambique/south-west-indian-ocean-tropical-cyclone-season-2018-2019-emergency-response>
24. 世界銀行
<https://www.worldbank.org/en/news/statement/2019/04/11/statement-on-high-level-meeting-on-humanitarian-and-recovery-efforts-following-cyclone-idai>
25. JBA Risk Management
<https://www.jbarisk.com/flood-services/event-response/cyclone-kenneth-strikes-mozambique/>
26. 紅十字國際委員會(ICRC)
<https://www.icrc.org/en/document/cyclone-idai-facts-and-figures>
27. 聯合國兒童基金會(UNICEF)
<https://reliefweb.int/report/mozambique/unicef-mozambique-cyclone-s-idai-and-kenneth-situation-report-11-01-10-june-2019>
28. 聯合國兒童基金會(UNICEF)
<https://reliefweb.int/report/malawi/unicef-malawi-humanitarian-situation-report-cycloneflood-sitrep-march-june-2019>
29. 聯合國兒童基金會(UNICEF)
<https://reliefweb.int/report/zimbabwe/unicef-zimbabwe-cyclone-idai-situation-report-7-31-may-2019>
30. 聯合國人道事務協調廳(OCHA)
https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/SA_Cyclone_and_Flooding_Snapshot_10072019.pdf