

2024 年阿曼與阿聯洪水事件紀錄與分析

林又青¹、廖信豪²、何瑞益¹、蔡直謙²、張志新¹

¹ 國家災害防救科技中心 坡地與洪旱組

² 國家災害防救科技中心 氣象組

摘要

2024 年 4 月中旬，阿拉伯半島波斯灣周圍地區經歷了一次極端降雨事件，導致多國發生洪災，尤以阿曼(Oman)和阿聯(United Arab Emirates)受災最為嚴重。此次事件引發了歷史性的降雨，遠超過該地區的年平均降雨量，並造成嚴重的人員傷亡和基礎設施損毀。分析表示此次強降雨是由中尺度對流系統(MCS)引發，與來自東歐的低壓系統有關。阿聯和阿曼在降雨前已採取預警措施，然而，兩國目前仍是根據過去雨量分析，進行基礎設施防洪設計標準的擬定，是以面臨氣候變遷下的強降雨事件，造成了洪水災害的發生。

一、洪水事件及氣候概述

4 月中的豪雨事件嚴重影響了波斯灣周圍國家，多處甚至在一天內觀測到接近一整年的雨量，造成洪水氾濫，尤以阿曼蘇丹國(Oman,

簡稱阿曼)和阿拉伯聯合大公國(United Arab Emirates, UAE, 簡稱阿聯)受災最嚴重。阿曼國內有 20 人因此罹難。阿聯則經歷了 75 年以來最嚴重的暴雨，世界第二繁忙的杜拜國際機場和多處高速公路被淹沒，城市交通癱瘓不得動彈，造成 4 人死亡。葉門、巴林、卡達和沙烏地阿拉伯東部後續也傳出洪災。圖 1 是波斯灣周圍國家以及阿聯的七大公國位置分布圖。

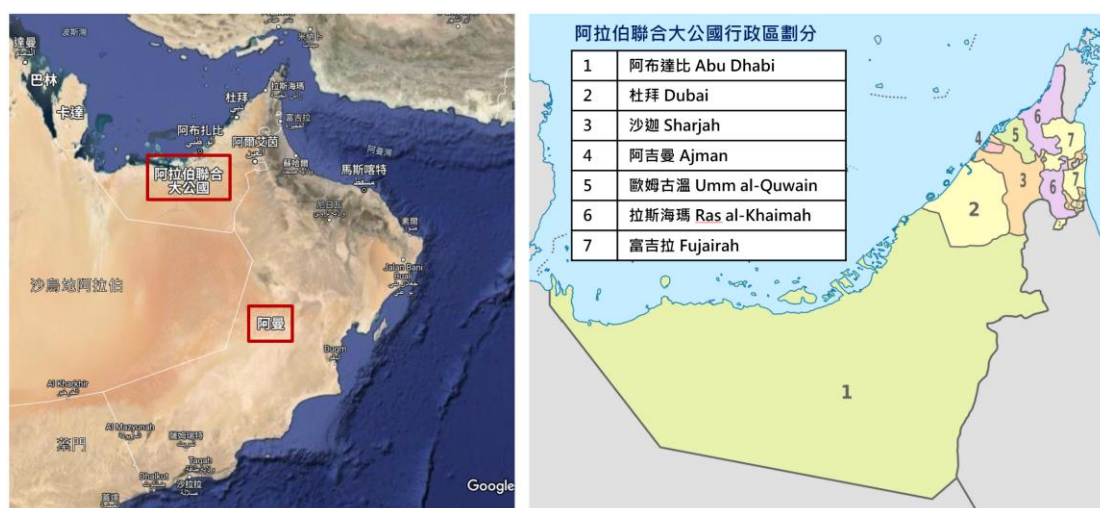


圖 1、洪災影響區域分布位置圖(資料來源：Google map；製圖：災害防科技中心)[1]

阿曼和阿聯分別位於阿拉伯半島的東南沿海和東部。除阿曼東北部山地外，兩國大部分地區屬於熱帶沙漠氣候，全年氣溫偏高，降雨稀少。阿曼年平均降雨量約為 130 毫米，阿聯則為 140 至 200 毫米。受印度洋氣候影響，每年 4 至 10 月為夏季，氣候酷熱潮濕；11 月至翌年 3 月氣溫涼爽，降雨多集中於此時期。根據 1991 至 2022 年的氣

候統計資料，阿曼和阿聯的最大平均月降雨量分別出現在 3 月(10.99 毫米)和 2 月(17.19 毫米)。4 月的平均降雨量則分別為 7.62 毫米和 6.33 毫米(圖 2)

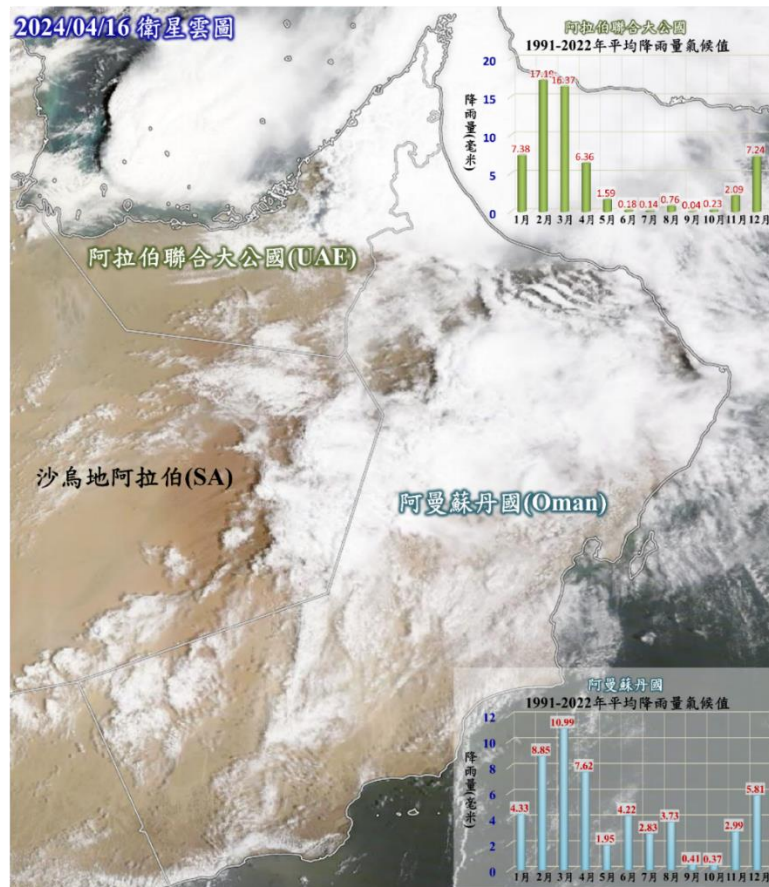


圖 2、4 月 16 日阿拉伯半島東部衛星雲圖，及阿聯和阿曼每月平均降雨量的氣候值(資料來源：美國國家航空暨太空總署 GIBS, 美國國家航空暨太空總署 EOSDIS, Zoom Earth, Climate Change Knowledge Portal；製圖：災防科技中心)[2][3][4][5]

二、事件降雨分析

阿曼國家緊急事務管理委員會(Oman's National Committee for

Emergency Management, NCEM)的資料顯示阿曼從 4 月 14 日起遭受暴雨襲擊。東北省(North Al Sharqiyah Governorate)的 Al Mudhaibi 地區觀測到 90 毫米的日累積雨量。世界氣象組織(World Meteorological Organization, WMO)的數據顯示，Marmul 機場和東南省(South Ash Sharqiyah Governorate)Qalhat 地區的日累積雨量分別達到 64 毫米和 59.2 毫米[6]，遠高於阿曼 4 月的平均雨量。

阿聯國家氣象中心(National Center of Meteorology, NCM)記錄，降雨是從 4 月 15 日晚上開始，16 日加劇，於 17 日結束。在此期間多處觀測到日累積雨量超過 100 毫米，超過 4 個地方的日累積雨量更是達到 200 毫米以上(圖 3)。其中，艾因(Al Ain)的 Khatam Al Shaklah 站觀測到 254.8 毫米，是此次事件最高的日累積雨量。同時，杜拜的日雨量超過 142 毫米，幾乎是該區年平均雨量(97 毫米)的 1.5 倍，並遠高於 4 月的平均雨量(8 毫米)[7]。表 1 為近期影響阿拉伯半島東部較嚴重的洪水事件。

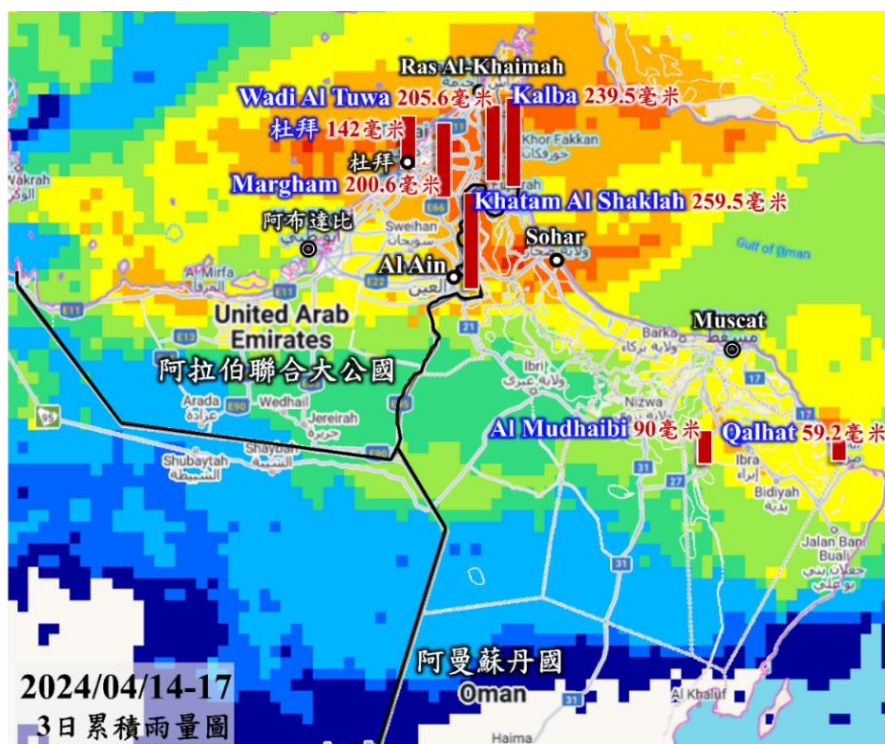


圖 3、阿聯和阿曼的 3 日(4 月 14 日到 17 日)累積雨量圖(資料來源：
日本宇宙航空研究開發機構(JAXA), 阿聯國家氣象中心, 阿曼國家
緊急事務管理委員會；製圖：災防科技中心)[6][7][8]

表 1、阿拉伯半島東部地區重大洪災列表(資料來源：英國風險管理
顧問公司 JBA；彙整：災防科技中心)[9]

時間	影響區域	氣象觀測	影響
2024/04/14-17	阿聯、阿曼、葉門、巴林、卡達、沙烏地阿拉伯	阿曼東北省記錄到累積雨量 90 毫米。艾因 Khatam Al Shaklah 站紀錄最高的日累積雨量 254.8 毫米	阿曼有 20 人不幸罹難。阿聯則是經歷了 75 年以來最嚴重暴雨，杜拜國際機場和高速公路被淹沒，4 人死亡
2024/03	阿聯	3 月 9 日杜拜發生暴雨，6 小時累積降雨近 50 毫米	影響區域從阿布達比到富吉拉，路面淹水，強風造成停電，至少造成 5 人死亡、數十人受傷。
2023/11	阿聯	11 月 18 日杜拜記錄到	阿布達比、艾恩、迪拜、

時間	影響區域	氣象觀測	影響
		65.88 毫米的最高降雨量。拉斯海瑪和歐姆古溫也記錄到超過 50 毫米的降雨量	拉斯海瑪、富吉拉、沙迦和阿吉曼發生豪雨，洪水導致杜拜機場航班中斷
2023/08	阿聯	大雨和冰雹影響了阿聯，杜拜和沙迦發生洪水	阿曼有 3 人死亡，強風損壞建築物，樹木連根拔起，公園暫時關閉
2022/07	阿聯	風速高達每小時 70 英里。部分測站的兩天內降雨量超過 200 毫米。富吉拉國際機場的總降雨量 234.9 毫米，馬薩菲(Masafi)的降雨量 212.7 毫米	阿聯各地洪水氾濫，造成 7 名移工喪生，疏散撤離約 3,897 人
2020/01	伊朗、阿聯	1 月 9 日至 12 日多處降雨量超過 150 毫米。最高降雨量發生在艾恩 190.4 毫米	拉斯海瑪洪水造成房屋牆壁倒塌，120 戶家庭撤離家園。法赫蘭(Al Fahlain)有 1 人死亡。杜拜機場延誤，學校也因此關閉
2016/03/09	卡達、阿聯、阿曼	大雨引發洪災，Al Bateen Executive 機場陣風達每小時 75 英里。2 月、3 月間阿布達比全境累積降雨量高達 295 毫米	阿布達比和杜拜的學校關閉，阿布達比機場也關閉。阿聯和阿曼共有 6 人死亡。阿布達比一所學校的屋頂因大雨而倒塌
2014/03/25-26	阿聯	杜拜、沙迦發生洪災	道路因洪水或交通事故而被封鎖，杜拜到阿布達比的謝赫扎耶德道路，受影響最嚴重
2007/06	阿曼	熱帶氣旋古努(Gonu) 月 6 日在阿曼登陸，持續風速為每小時 91 英里。	造成 49 人死亡、2 萬人無家可歸，事件的直接損失高達 40 億美元

英國風險管理顧問公司(JBA Consulting)使用美國國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)過去43 年的日降雨量氣候資料，進行降雨重現期分析，如圖 4 中橘色實線。橘色虛線區間為百分之 95 的信賴區間，此次事件之雨量站的實測觀測值則以藍線表示。其中，於4月16日杜拜朱美拉(Jumeirah)海灘度假區觀測到的日雨量為168 毫米，經由降雨頻率分析可知，可對應重現期距達125 年(圖 4a)。阿聯東部卡爾巴(Kalba)日雨量240 毫米，已達重現期距365 年(圖 4b)。阿曼東北省 AlMudhaibi 觀測日降雨量為90 毫米，已達重現期距達85 年(圖 4c)。^[9]

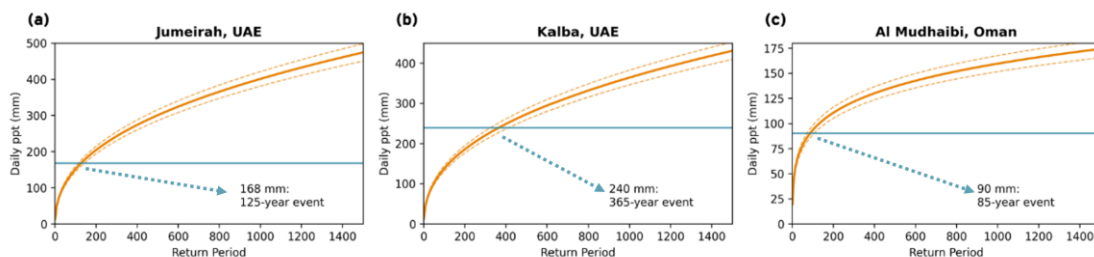


圖 4、阿聯酋和阿曼三個地區之降雨重現期分析結果(資料來源：英國風險管理顧問公司 JBA)^[9]

三、災情與應變紀錄

(1)阿曼

4月14日到15日強降雨發生在阿曼東北部，受災最嚴重是東北省 Ash Sharqiyah，發生大範圍的洪水，造成人員傷亡和損失。阿曼國

家緊急事務管理委員會統計這次洪水至少導致 20 人死亡(截至 4 月 17 日)，當中包括 10 名學童和 1 名成人，在同一輛汽車中被洪水捲走而喪生。阿曼皇家警察(Royal Oman Police, ROP)和阿曼民防和救護部門管理局(Civil Defence and Ambulance Department Authority, CDAA)，在淹水區域進行多次救援。在尼茲瓦(Nizwa)地區有一輛校車受困洪水中，約 21 人獲救；阿曼民防和救護部門管理局團隊在東北省 Al Mudhaibi 的學校中救援出 1,200 人，圖 4 是阿曼境內道路遭洪水沖毀、路上車輛損毀的情況。阿曼的馬斯喀特(Muscat)國際機場部分航班也因此取消或延誤[6][10]。阿曼教育部也在 15 日關閉多數地區的學校，以防止洪水再次來襲，多條道路也因此封閉。



圖 4、阿曼洪災照片(資料來源：鏡新聞畫面；製圖：災防科技中心)[11]

(2) 阿聯

4 月 15 日到 17 日間阿聯的七大公國都有傳出洪水災情，阿聯首

都阿布達比和人口最多的城市杜拜，主要交通幹道 19 日仍有部分關閉。杜拜的城市排水系統負荷不了 16 日早上的暴雨，逐漸形成積淹水，多條街道、高速公路都被淹沒，城市交通癱瘓不得動彈(圖 5)。部分學校關閉一個禮拜。杜拜的地鐵站一度水深及腳踝，地鐵因此停駛，服務受到影響，約 200 名通勤者滯留在傑貝阿里地鐵站(Jebel Ali Metro Station)。17 日杜拜道路和運輸管理局(RTA)進行維護檢查，僅提供兩條地鐵路線服務。杜拜到阿布達比、沙迦、阿吉曼間的城際巴士也暫停服務。杜拜國際機場跑道和停機坪淹水，數百班航班取消和延期，大量遊客滯留在機場，直到 17 日航班才開始慢慢恢復正常，但仍有 290 架航班取消，440 架航班延誤。杜拜機場的累積降雨量 164 毫米，是 1949 年有紀錄以來最嚴重的降雨。截至 4 月 19 日阿聯有 4 人在洪災中喪命。依據佳達再保公司(Guy Carpenter)分析，這次事件造成阿聯損失恐高達 24 億美元，其中汽車損毀約佔 10%。[12][13][14]



圖 5、杜拜高速公路淹水狀況(資料來源：路透社)[15]

從美國國家航空暨太空總署(National Aeronautics and Space Administration, NASA)Landsat 9 衛星在 4 月 19 日拍攝影像(圖 6)，顯示杜拜傑貝阿里鎮(Jebel Ali)在港口以南的工業區以及棕櫚島以南的綠色度假村和公園附近是呈現水體反應的深藍色，與該地區棕褐色乾燥沙漠形態呈現明顯的差異。圖 7 中 Landsat 9 影像亦顯示 4 月 19 日穿過杜拜和阿布達比的主要道路謝赫扎耶德路(Sheikh Zayed Road)，以及在阿布達比市中心東南部的住宅區哈利法市(Khalifa City)和札耶德市(Zayed City)有看到深藍色水體的反應，表示該區域為積淹水範圍。

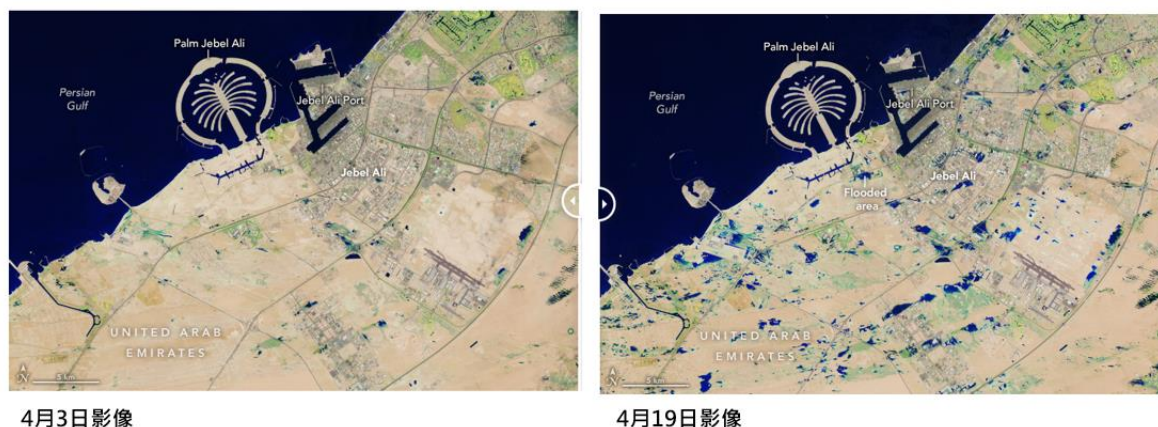


圖 6、杜拜阿聯傑貝阿里鎮衛星影像比較圖(資料來源：美國國家航空暨太空總署)[16]

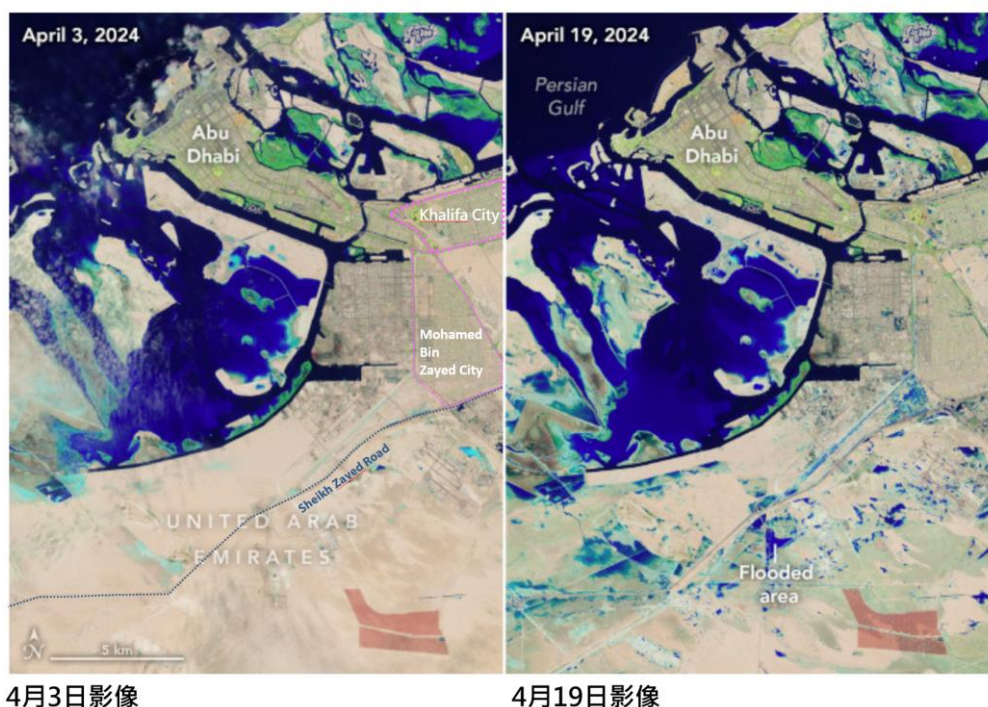


圖 7、阿布達比地區衛星影像比較圖(資料來源：美國國家航空暨太空總署)[16]

4 月 15 日阿聯國家氣象中心(NCM)發布了紅色天氣警報，各地多數學校已緊急關閉，政府機構員工也以遠距方式在家辦公。阿聯酋

總統 17 日下令評估損失，並向受洪災影響的家庭提供支持，以及針對防洪基礎設施進行改進研究。截至 4 月 17 日阿聯國民警衛隊已展開 136 次搜救行動。阿聯內閣批准撥款約 5.4 億美元，來協助處理這次洪水造成的房屋及道路損毀。此外，阿聯中央銀行已指示受洪水影響客戶的個人和汽車貸款，付款期限推遲 6 個月，且延期不會產生額外費用、利息或利潤，也不會增加用於延期償還分期付款的貸款本金，以利災後復原。[17][18][19]

四、綜合討論

(1)中尺度對流系統造成強烈降雨

4 月 15 日，在阿拉伯半島中部及南部各有一個低壓系統形成，環境中的西南風與南風將水氣從阿拉伯海和紅海一帶向內陸輸送，增強了對流系統的發展。隨著時間的推移，這兩個低壓系統整併為一個大低壓區，緩慢向東南方向移動，逐漸影響阿聯的天氣(圖 8)。16 日，這個低壓區從阿拉伯半島中部向東移至阿聯。豐沛的水氣流入，加上低壓系統的發展與地面熱力作用，形成在乾旱氣候環境中持續降雨的最佳條件，中尺度對流系統(Mesoscale Convective System, MCS)不斷在阿聯生成，帶來劇烈降雨且影響時間長，累積雨量超過當地地形和排水系統的承受能力。

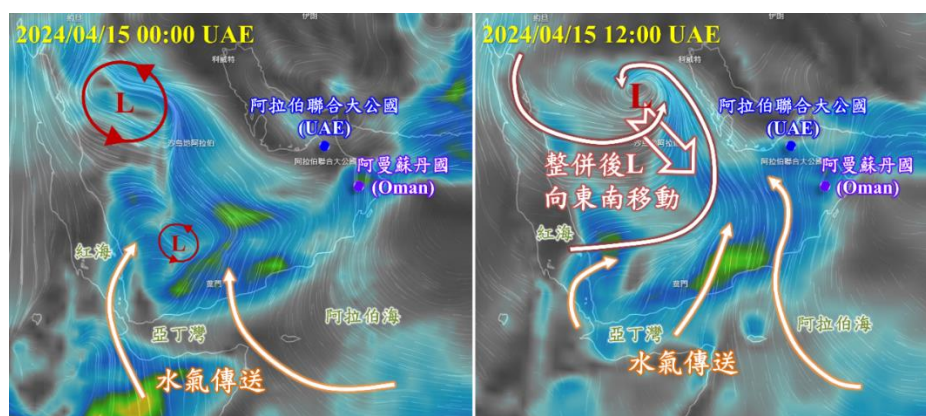


圖 8、4 月 15 日阿拉伯半島大氣環境示意圖(資料來源：美國國家大氣研究中心(NCAR MPAS)；製圖：災防科技中心)[20]

阿聯國家氣象中心 (NCM) 和英國皇家氣象學會 (Royal Meteorological Society, RMetS) 分析指出，此次極端降雨事件與中尺度對流系統有關。根據統計，每年中東地區大約會發生 4 到 5 次中尺度對流系統事件。2016 年 3 月，類似的中尺度對流系統事件襲擊阿聯和阿曼，短短數小時內為阿聯帶來近 240 毫米的累積雨量。前人的研究分析了 2000 至 2020 年間，發生在阿拉伯半島南部的 95 起中尺度對流系統事件，指出這些事件多數發生在 3 月和 4 月，並且在這 21 年間，中尺度對流系統在阿聯的持續時間逐漸增加。這顯示在全球暖化的影響下，此類極端降雨事件可能會更頻繁地發生(Nelli et al, 2021)。

[21]

(2) 預警與減災資訊精進

阿聯和阿曼的國家氣象部門雖然已經發布強降雨與洪水預警，但

洪水仍然導致了嚴重的死亡和財產損失，像是大多數人員傷亡，是發生在民眾在豪雨期間外出時，杜拜有許多民眾被迫將汽車遺棄在洪水中。建議除提供降雨趨勢與範圍的預警資訊外，也要能提供對應的避災作為，將預警資訊轉化為早期行動，以減少類似事件的影響。特別是對於居住在低窪地區的弱勢群體，如老年人、殘障人士、少數族裔和低收入群體，需要更具針對性的防災措施。

(3)基礎設施重新規劃設計

阿聯和阿曼整體特徵是氣候乾旱，降雨稀少，但也可能經歷強降雨的衝擊而導致嚴重的洪水。圖 9(a)底圖是 4 月 12 日到 19 日阿曼及阿聯地區的累積降雨量，圖上橘點是測站位置，圓圈大小則是英國風險管理顧問公司 JBA 分析測站的 7 天累積雨量對應的降雨重現期。其中，阿聯最嚴重地區的降雨是超過 300 年重現期。圖 9(b)則是比對杜拜指數大廈(Index Tower)附近 Al Mustaqbal 路的淹水狀況，與英國風險管理顧問公司 JBA 分析在兩百年重現期距的降雨情境下，所分析的淹水潛勢區域大致符合。根據雨量分析結果表示，這次的強降雨在這些地區並不常見，面臨此次高重現期距的降雨事件，基礎設施的防洪排水設計標準不足，造成嚴重洪水災害的發生。另外，都市化效應造成不透水鋪面增加與排水基礎設施的不足，加劇此次的洪水災害。

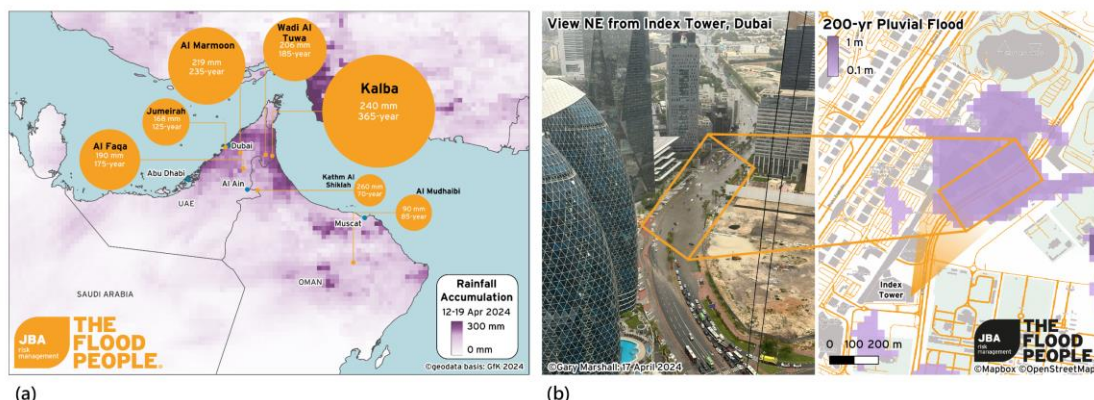


圖 9、4 月 12 日到 17 日阿聯和阿曼的降雨重现期評估圖(資料來

源：英國風險管理顧問公司 JBA)[9]

五、結論

這次的洪水事件顯示了阿曼和阿聯在應對極端天氣時的脆弱性。罕見的暴雨導致了人員傷亡與基礎設施損壞，尤其是在杜拜和阿布達比等主要城市，交通系統癱瘓，機場運營受到嚴重影響。此外，這次事件也暴露了當地基礎設施設計標準的不足，如現有的防洪排水設計標準是根據過去的降雨資料進行分析，提供工程設計的準則，故排水系統無法承受極端降雨所帶來的逕流量。隨著氣候變遷可能使類似事件更加頻繁，建議未來應該重新審視都市規劃，尤其是強化防洪排水系統的硬體部分。在軟體上提供有效的災害告警資訊，並加強對低窪地區和弱勢群體的保護，以減少未來災害的衝擊和損失。

參考文獻

- [1] Wikipedia。阿拉伯聯合大公國行政區劃。檢自：
<https://reurl.cc/qVy6AR>
- [2] NASA. Global Imagery Browse Services (GIBS). Retrieved from
<https://reurl.cc/LINX2y>
- [3] NASA. Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS). Retrieved from <https://reurl.cc/QE4Wm5>
- [4] Zoom Earth. Retrieved from <https://zoom.earth/>
- [5] Climate Change Knowledge Portal. Retrieved from
<https://reurl.cc/eyXWaL>
- [6] Floodlist(2024/04/15). Oman – Dozens Rescued, 12 Dead After Heavy Rain Triggers Flash Floods. Retrieved from
<https://reurl.cc/dnRRVM>
- [7] Royal Meteorological Society(2024/04/18). Dubai floods and cloud seeding. Retrieved from <https://reurl.cc/aqQbGl>
- [8] Japan Aerospace Exploration Agency. Retrieved from
<https://global.jaxa.jp/>
- [9] The Flood People. Dubai Floods: April 2024. Retrieved from
<https://reurl.cc/QE4eO0>
- [10] Maktoobmedia(2024/04/18). Fourth day after disastrous storm, flash floods – Oman and UAE grapple with aftermath. Retrieved from
<https://reurl.cc/r9pMeE>
- [11] 鏡新聞(2024/04/16)。中東沙漠地帶罕見降暴雨 阿曼洪水釀 18 死。檢自：<https://reurl.cc/r9pNqk>
- [12] Reuters(2024/04/19). Four dead in UAE, Dubai airport still disrupted after storm. Retrieved from <https://reurl.cc/1bZ5Dp>

[13] Accuweather(2024/04/17).Dubai flooded by extreme rain as deadly storms sweep through UAE, Oman. Retrieved from <https://reurl.cc/ReXdMx>

[14] Guy Carpenter(2024/06/05). Post event report: Gulf Floods update. Retrieved from <https://reurl.cc/MjN283>

[15]轉角國際(2024/04/18)。阿聯 75 年以來最嚴重暴雨：杜拜機場癱瘓，沙漠大雨是人工增雨釀禍嗎？。檢自：<https://reurl.cc/706X6Q>

[16] NASA earth observatory(2024/04/20). Deluge in the United Arab Emirates. Retrieved from <https://reurl.cc/6d0KZr>

[17] KhaleejTimes(2024/04/17). UAE President orders study of infrastructure after record-breaking rains impact nation. Retrieved from <https://reurl.cc/VM1N4Z>

[18] IndianExpress(2024/04/25). UAE announces \$544.6 million to repair homes: How the flood-hit country is inching back to normalcy. Retrieved from <https://reurl.cc/jyGWVn>

[19] AGBI(2024/04/23). UAE offers loan relief in response to flood damage. Retrieved from <https://reurl.cc/lyZLOj>

[20] National Center for Atmospheric Research(NCAR). Retrieved from <https://ncar.ucar.edu/>

[21] Nelli, N.R., Francis, D., Fonseca, R., Abida, R., Weston, M., Wehbe, Y., Taha Al Hosary (2021) 'The atmospheric controls of extreme convective events over the southern Arabian Peninsula during the spring season', Atmospheric Research, 262, p. 105788., Retrieved from <https://reurl.cc/Ajxx0E>

[22] worldweatherattribution(2024/04/25). Heavy precipitation hitting vulnerable communities in the UAE and Oman becoming an increasing threat as the climate warms. Retrieved from <https://reurl.cc/YqXMEn>