

# 由伊朗事件談沙漠地區危害飛安天氣

劉 廣 英

Koung-Ying Liu

An Introduction to the Weather Hazards in Deserts

## Abstract

Based on a case study a very simple introduction to the weather hazards in deserts is presented. The main parts of this work are in two folds. First, through a re-analyze of the synoptic charts, SFC to 700 mb, we try to find out the possible weather hazards during the period from 24 to 25, April 1980. Second, we give a general description to the Haboob, one of the most spectacular examples of blowing dust and sand, and wake turbulence of the aircraft.

## 一、前 言

由大氣環流的結構可知，北半球空氣有二上升區，分在赤道及北緯 60 度附近，處在二者間的就是相對的空氣下沉帶。空氣上升由於絕熱冷卻易於成雲致雨，而下沉區則由於絕熱增溫而致相對濕度降低，形成乾而熱的天氣，加以風力微弱更使人難以忍受，世界上主要的沙漠就都集中在此一高壓帶上。

沙漠與乾燥地區，如同其他地區一般，亦有其特殊的天氣現象。氣象界前輩威啟勳教授就常談到以下兩種在我國新疆常見的天氣現象：(1)雨滴變泥珠的降水現象。由於近地層空氣中塵土飛揚且相對濕度低，水份蒸發快，雷雨時常見雨滴未到地面即已凝成泥珠，致行人被「淋」成滿身泥漿。(2)積雨雲的形狀如同一束兩端被剪掉的頭髮，與我們常見者大不相同。除此以外，乾燥及沙漠地區亦有其危害飛安的天氣頗值吾人注意，今年 4 月 24 日美國突襲伊朗解救人質行動失敗，惡劣天氣亦為重大因素之一。本文之目的即在透過分析該次事件時的

天氣條件，來介紹一些沙漠飛行中應注意的事項。由於個人在這方面的知識與經驗都嫌不足，尚望學者先進發表高見。

## 二、美國突襲伊朗解救人質的經過與當時天氣

據美國國防部透露，此次突襲行動任務機計有 RH-53 型直昇機 8 架和 C-130 運輸機 6 架，前者自開入阿曼灣的航艦尼米茲號上起飛，後者則可能是來自埃及的某空軍基地經巴林稍作休息後逕飛大鹽沙漠中的基地帕西巴丹（大巴市西南）。有關飛行路徑及各地相關位置如圖 1 所示。此一行動的開始時間為 4 月 24 日 1630 GMT（台北時間 25 日零時 30 分）即伊朗當地時間同日下午 7 時 30 分；結束時間為 25 日 0230 GMT，即伊朗當地的 25 日 10 時 30 分，前後歷時 10 個小時，惜結果是一場完全的失敗。

在上述漫長的 10 小時中，先後有三架直昇機故障，致可用者（5 架）不足以將全部人質救出，因而卡特總統下定了中途撤退的決定，以免傷害到人質及擔任救援工作的人員，可惜於緊急撤退中發





圖1 美軍營救人質路線示意圖

生直昇機與運輸機在地面相撞的慘劇，致有8名救援人員喪生。

根據各方面人士事後的分析與個人的見解，此次行動之所以失敗原因很多，但天氣似是其中很重要的一項，因為它不但直接與直昇機故障有關，亦為造成機毀人亡意外的主要原因，頗值吾人注意。

查事件當時，自伊朗境內向東伸展至巴基斯坦正為連串低壓所控制。圖2即為4月24日1200 GMT時間，自地面至700 mb之天氣圖，由圖可見在美國軍事行動區內，正有一連串低壓自西向東移動，當直昇機自阿曼灣起飛後所經歷的可說都是有潛伏性危險天氣的航程。

圖3為12小時後，即4月25日0000 GMT時間的一套天氣圖，主要的形勢變化不大，但顯而易見的是大巴市附近，美軍秘密基地區域，大氣具有發生更不利飛行之天氣的條件。

由以上涵蓋整個任務時間的連續兩組天氣圖可見，美軍突擊行動，但就氣象觀點來看，時間的選擇就很不恰當，因為在乾旱及沙漠地區，當低氣壓影響之下風一般較強，且地面沙塵易被風所揚起，此時如能見度降至6哩以下，氣象上稱為吹沙（blowing dust），就會對飛行有影響；如果風力較強致沙塵飛揚，並使能見度降至5/8哩或以下，就形成所謂的沙陣（sandstorm）；如能見度再降至5/16哩或以下，就成了嚴重沙陣（severe sandstorm）。沙陣或嚴重沙陣給飛行的危害，不但是駕駛員視界不良的問題，還有飛機本身機械上受損的問題，突擊任務中的美軍以上兩問題可說都

遇上了。

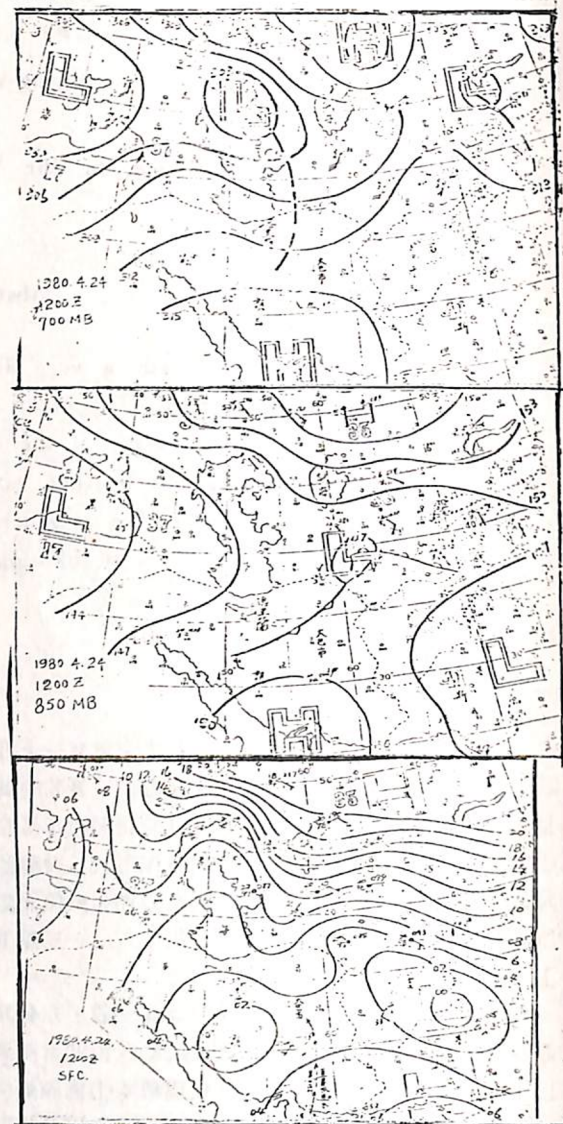


圖2 1980年4月24日1200GMT地面至700mb 伊朗及附近地區天氣圖

Fig 2 SFC to 700mb charts, 1200 GMT April 24, 1980

根據報導此次任務中美軍遇見了Haboob。所謂Haboob乃由雷雨下衝氣流所形成，乾冷而帶有沙陣的強風，其前緣亦有陣風鋒（gust front），其特性大致與一般的「第一陣風」（first gust）相同，唯由於沙漠中雲下空氣甚乾燥，雨滴多在未到地面前已蒸發殆盡，故於一陣強風後多無降水相

伴而只見滿天沙塵。Haboob一辭是北非至中東當地的名稱，實際上此現象常見於各地大沙漠中，其結構如圖4所示。一次Haboob短者僅持續數分鐘，長者可持續一小時或以上。

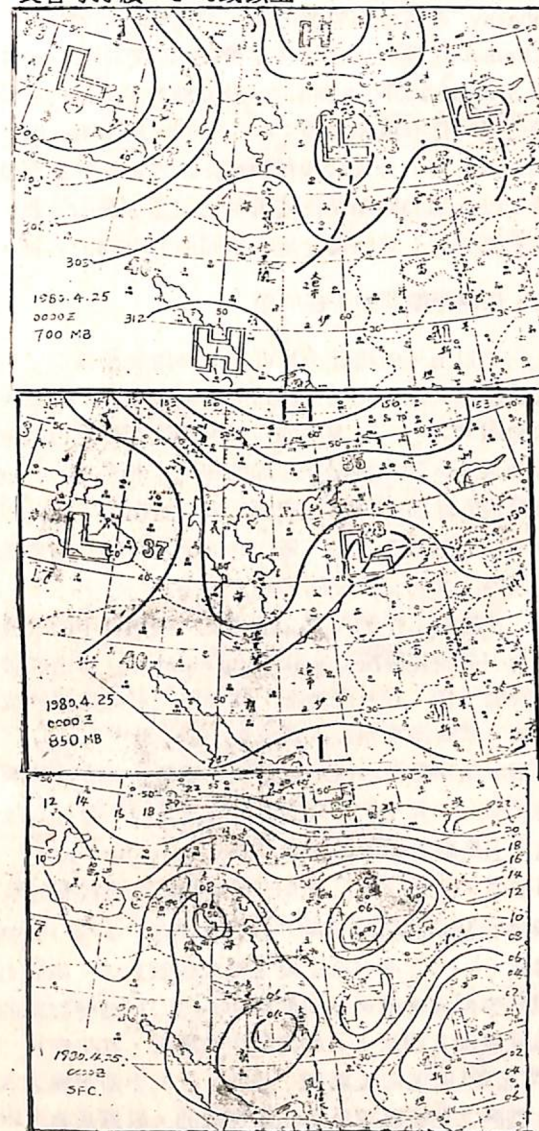


圖3 1980年4月25日0000GMT地面至700mb天氣圖

Fig 3 SFC to 700mb charts, 0000 GMT, April 25, 1980

就伊朗事件當時的天氣圖型來說，發生Haboob幾乎是必然的，且很可能不只限於一處或一次。與Haboob相伴之危害飛行天氣及現象有以

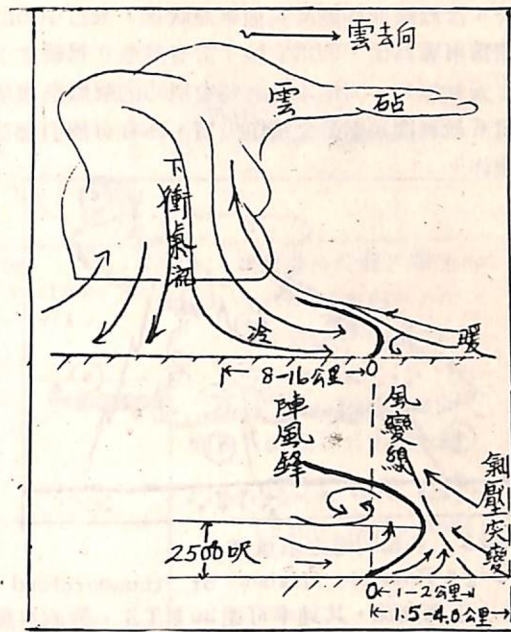


圖4 雷雨下衝氣流及陣風鋒示意圖

Fig 4 A schematic diagram of downburst and gust front of a thunderstorm

下幾種：

1 閃電。發生於積雨雲的各方面，圖5即為積雨雲中可能發生閃電之示意圖（Viemeister, 1961）。圖中①為最常見之自雲至地面之放電現象，④則為常見之自雲至地面之正電擊（positive cloud-to-ground stroke）。②及③為雲中放電，⑥則為雲頂至上層大氣間的放電現象，⑤與④同只是很少見。就現象來說，①、④、⑥三者為一般的閃電。②與③隱於雲中，所能見到的是雲中一片發亮區，故稱為「片閃」（Sheet lightning）。⑥使雲頂發亮是一種白熱放電（glow discharge）現象。當雷雨雲距我們很遠時，晴空中只見閃光而不見雲，就成了所謂的「晴空閃電」（bolt from the blue）。無論那種閃電，都是正負電子流在空中相遇時火花放電所引起之現象，因而在空機只有恰好通過上述電子流路徑中的中性點附近時（AWS, 1974）始有被擊的可能，而此種電擊均發生在飛機上突出的部份如天線、翼尖等部位，通常只會損壞飛機上的通信、定向、雷達等電子系統而對飛機的直接影響不大，因而一旦遇上雷雨，只要鎖定就很容易避開電光雷閃的危害，安全飛回基地是沒問



題的。當然除非作戰及其他緊急狀況，飛行中仍以避開雷雨雲為佳，因為它除了常有其他（見後文）危害天氣以外，閃電本身有時會很巧的擊燬飛機的操縱系統或機尾部分使操作失靈，亦有可能引起油箱爆炸。

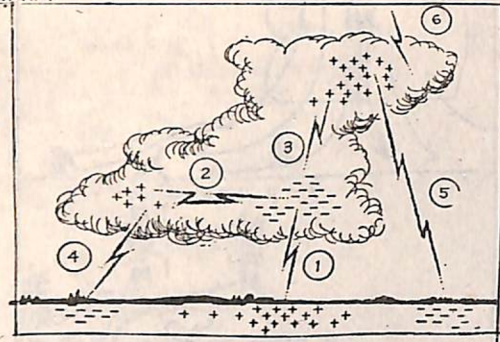


圖5 各種閃電之示意圖  
Fig 5 Possible flashes of thundercloud

2 下衝氣流，其速率可達30 KTS，對直昇機、小型飛機、以及各種進場飛機有很大的影響。此氣流在積雨雲行進方向最強（參閱圖4），且形成陣風鋒，一般我們稱它為雷雨的第一陣風，也就是中東的Haboob。

3 低層風切，通常指發生在地面到2000呎空域內的風切（劉，1980）。在Haboob的前緣，亦即雷雨雲最大雷達回波前約10公里左右（見圖4）之陣風鋒面上伴有強烈（~10 kts/100呎）垂直風切。

4 氣壓突變導致氣壓高度表發生誤差，最大者發生在陣風鋒面前方，誤差值可達300呎。

5 惡劣能見度亦為伴隨Haboob的一種危害飛行的天氣現象。由於下衝氣流強致地面有大風，可引起嚴重沙陣，此時能見度近於0，影響飛行及地面作業人員操作。

6 低層強風。據美軍（AWS，1974）報告，第一陣風在地面上150呎附近風速有達於100 KTS者，此種低層強風不但導致強烈風切，本身對飛行影響亦很大。

由以上分析可知，穿過雷雨雲底以下飛行可遇上多種危險天氣，且每一種都可能導致失事，或飛機受到某種程度的損害，所以飛行中不但要避免自雷雨底下方通過，且應注意附近有無雷雨活動，以

免進入其前方的危險區。

與Haboob一般活躍在沙漠地區的風還有(1) Sirocco風，它是一種乾而熱的風，發生在自薩哈拉沙漠穿過地中海向東移動之低氣壓的前方；(2) Sharav亦為一種乾熱的風，發生在以色列；(3) Khamsin為發生在埃及至黎巴嫩的乾而熱的風；(4) Simoon為發生在西南亞洲及非洲沙漠地區的乾而熱的風，伴有嚴重沙陣；(5) leveche與leste與sirocco同，分別發生在西班牙及摩洛哥的乾旱地帶。以上這些風都是伴隨乾熱低氣壓移動的強風，性質都相同，只因發生地區不同而有不同的名稱。

### 三、任務飛機間的干擾問題

由以上天氣條件分析可知，伴隨移動性低壓群之雷雨及其相伴天氣，為造成美軍突擊伊朗行動失敗的因素之一。一連串的強風與沙陣不但是直昇機出動後不久即一再發生問題的原因，也是決定撤退時飛機在地面相撞，造成機燬人亡的原因。除此以外，我們還要考慮另一種引起地面沙陣或空中亂流的原因，那就是飛機間的相互干擾。

在機場工作的人都知道，每一架飛行中的飛機都會引起機尾亂流（wake turbulence）而造成彼此間的干擾，在沙漠地區，此種亂流可造成吹沙或沙陣。根據美軍飛行人員氣象手冊（AWS，1974）稱，此種亂流之強度視飛機的重量、速率及機翼形狀而定，其中最重要的因素是重量——機尾亂流基本上是隨着飛機的翼展負載（span loading）而增強，因而今日巨型機的機尾亂流可達於有些飛機難以抗拒的強度。圖6為普通飛機（6-a）及直昇機（6-b）所引起之機尾渦流的示意圖。由圖可見此等亂流是兩組對向旋轉的渦流（巨型雙旋翼的直昇機則有四組），渦旋發生在翼尖，其半徑自25至50呎並向上旋轉（見圖7）。小型飛機進入大型機之尾後亂流區是相當危險的，最嚴重者可因失去控制而翻滾。機尾亂流發生在鼻輪離地後至著地前的整個航程之中；順風落地時此亂流會順風向前移動。渦旋生成後即以每分鐘400至500呎之速率下沉，最大下沉率可達每分鐘800至900呎（見圖8）。在靜風的條件下，渦旋對稱下降至地面，

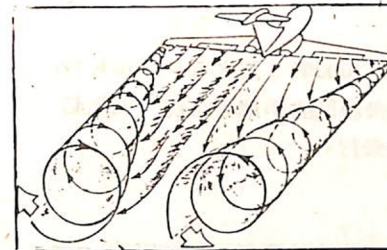


圖6-a 機尾之反鐘向渦流（取自「飛行人員氣象手冊」以下至圖10均同）  
Fig 6-a Counter-Rotating vortices (From AWS, 1974)

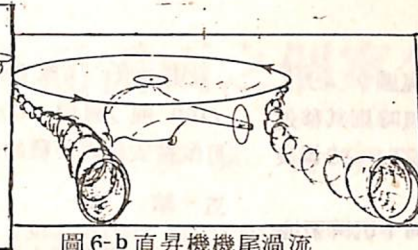


圖6-b 直昇機機尾渦流  
Fig 6-b Helicopter vortices (from AWS, 1974)

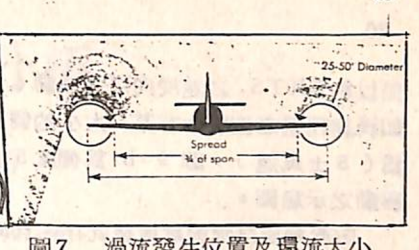


圖7 渦流發生位置及環流大小  
Fig 7 Vortex circulation (From AWS, 1974)

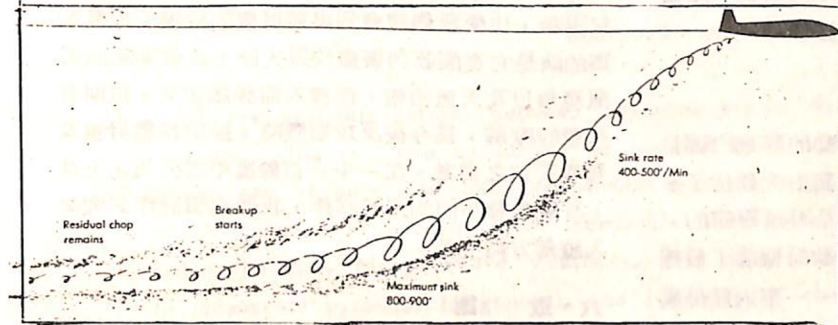


圖8 渦流下沉率示意圖  
Fig 8 Vortex sink rate (From AWS, 1974)

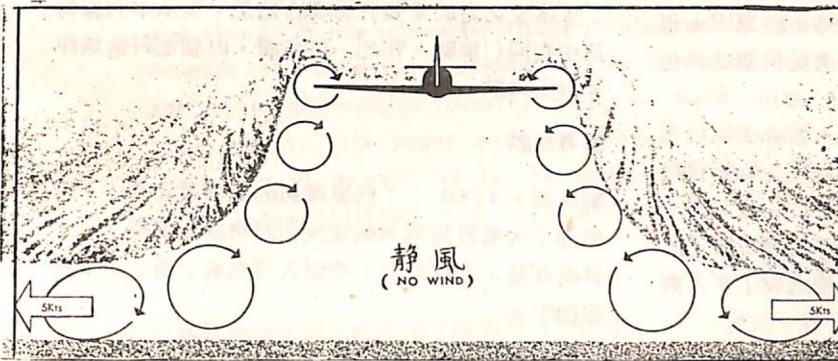
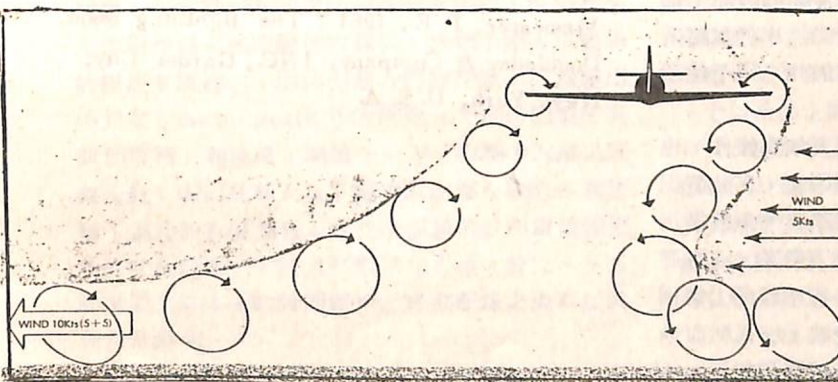


圖9 渦流在地面之移動。  
Vortex movement in ground effect.  
a. 靜風狀況  
No wind



b. 側風風速5 kts 時狀況  
b. cross wind (from AWS, 1974)



並以約 5 KTS 之速度向兩邊移動（見圖 9-a）；如渦旋經過之空域中有某一大小之側風時則其移速為（ $5 \pm$  風速），圖 9-b 為側風 5 KTS 時渦旋移動之示意圖。

由於渦流自飛機離地後就存在且向下沉降至地面，而後向兩邊或沿風擴散，不但本身可引起吹沙，亦增加空氣之不穩定，或使原已存在之亂流增強，而致使原有之吹沙或沙陣獲得額外的強度，此種現象對低空飛行的飛機會有很大的影響。

#### 四、狀況研判

對於美軍深入伊朗營救人質行動的詳細內容目前仍未公佈，天氣的因素在失敗關鍵上究竟佔了多大的成份自亦無從評估，但有一點是可以確定的，那就是 8 架直昇機中先有兩架因風暴而偏離了航線並中途退出了任務行動（一架迫降，一架返航母艦），後來又有一架在大巴市的秘密基地因液壓系統故障而不能使用，是迫使任務中途停止的原因，也就是說天氣在這次任務中扮演了一次扯後腿的角色。

再進一步看一下撤退時的情形。當時美軍已被伊朗人發現，行動中似有些慌亂，致發生地面撞機事件。筆者想，那時的能見度一定不佳，也許是 Haboob 也許是飛機自己攪起的沙陣影響了機上及地面上作業人員的操作，致兩機相撞造成了 8 人喪生的悲劇。

據說美軍在行動之先曾在沙漠地區作模擬訓練，顯然當時未曾考慮到天氣條件及沙陣的問題，而在後來選定任務日期時也就沒注意到連串低氣壓系統經過任務地區的問題，如事實真如此，這不能說不是作戰計畫的一大疏忽。

也許任務時間的選定不只是以天氣為條件，也就是說任務時間有可能是配合其他因素，在此情況下，參與行動的人員應獲得可能有不良天氣的提示，也就是說如果任務人員能注意以下幾點，亦可避免受到亂流或沙陣的影響，即在飛行中躲開(1)雷雨或積雲附近尤其是它前進方向的空域，(2)低壓而地面風速大於 25 KTS 之地區，(3)對流層頂附近，(4)山岳下風面 150 至 300 哩以內地區，(4)逆溫層附近空域，(5)噴射氣流附近，並注意(1)地面上的熱對流

，(2)垂直（ $> 6$  KTS/1000呎）及水平（ $> 15$  KTS/150 哩）風切，(3)飛機間的距離等狀況。如此必可保持安全而平穩的飛行。

#### 五、結語

以上僅就個人手頭所有的資料，就美軍的一次實例來分析沙漠中空軍作戰可能遭遇到的天氣障礙，由此一史實不但使我們瞭解到沙漠地區的特殊天氣現象，也使我们體會到事前計畫的重要，但最重要的該是它提醒我們要盡快對大陸上各個地區的天氣現象以及天氣預報，作深入而詳細研究，以期有全盤的瞭解，為今後反攻聖戰時，擬定作戰計畫及預報天氣之參考。在一千一百餘萬平方公里之土地上有着各種不同的天候條件，我們必須詳作研究深入瞭解方為上策。

#### 六、致謝

本文之完成是長官督導的結果，復承本刊編輯及中心同仁協助，在此一併致謝，但願能對氣象作業有所貢獻。

#### 參考文獻

- 劉廣英，1980：「低層風切的成因與預報」，民航局「大氣亂流與飛航安全研討會論文彙編」。
- 劉廣英集，1977：「空勤人員氣象手冊」空軍總部編印。
- AWS, 1974: Weather for Aircrews. Dept. of the Air Force, U. S. A.
- Viemester, P. E., 1961: The lightning book. Doubleday & Company, INC., Garden City, New York, U. S. A.