

# 人類征服沙漠氣候的成就 鄭子政

## *Conquest of deserts in recent history of science*

*Kenneth T. C. Cheng*

### *Abstract*

*This article is a concise paper of the discussions in the symposium of UNESCO which was held at New Delhi in 1957. The writer first gives a general introduction on the formation of desert and the importance on the utilization of arid lands. The content of this paper mainly composed the discussions under the following headings:*

- 1) Climatic variability in arid regions.*
- 2) Utilization and reutilization of water resources in arid regions.*
- 3) Grass resources and drought resistance of plants.*
- 4) Animals in arid regions.*
- 5) Results of agricultural cultivation and immigration to arid zones.*

自太陽射入空氣層之輻射量，其中百分之四十二，由雲端反射或直接返回空間，僅有百分之十五被雲層所吸收；其一部份經過空中散射而達地面者約為百分之十六；至於直接由地面吸收者祇有其總輻射量百分之二十七。因此入射之總量祇有百分之五十八。地面自太陽所收受之熱量，一部份則由長波輻射作用返回空氣層中，另一部份則轉移為水分之蒸發作用。其一部份剩餘之輻射量，再經由對流作用回至地面。空氣分子由於地面。各處所收受熱量之不能得其平衡。在熱帶與副熱帶地域（赤道與南北緯度三十八度之間）地面所收受的太陽輻射多於其所輻散失去的熱量，但在其他地域則其所輻散的熱量多於其所收受的熱量。基於空氣欲求達至靜力平衡（Static Equilibrium）的原則，在熱帶地區溫暖的空氣遂逐漸移向南北兩極。而在兩極寒冷而較重的空氣乃又在空氣下層移向至赤道。

地球本體有自轉與公轉的運行，便產生偏轉力（Deflection Force）與離心力（Centrifugal Force）作用，使空氣運行方向在北半球偏向右，而在南半球偏向左。空氣在地面移動，因地形之影響復生摩擦作用（Friction），使在地面空氣層中形成若干之周流。在理想上所形成之大氣周流系統，在赤道為無風帶

（Doldrums）在赤道與北緯三十度附近常稱馬鞍緯度（Horse Latitudes）間則為東北信風帶（NE Trade Winds）。相對的在南半球則為東南信風帶（SE Trade Winds）。自北極鋒面（Polar Front）至北緯三十度間在南北半球均為西風盛行帶（Prevailing Westerlies）。而在兩極地區則為極地東風帶（Polar Easterlies）。在馬鞍緯度為一高氣壓帶空氣向南北輻散。因而地面降雨量稀少，形為地球表面之沙漠地帶。北非之薩哈拉（Sahara）沙漠即適與副熱帶高氣壓位置相吻合。沙漠地區另一形成的原因為西岸大塊土地所產生寒流之影響。如在秘魯之沙漠為顯明之例證。此外受地形之影響使濕潤之空氣為之阻塞如亞洲內陸之戈壁沙漠。在此類乾燥地區（Arid）或半乾燥（Semi-Arid）地區由於雨量稀少，溫度較高，土地瘦瘠，植物不能繁生，遂使此類地區形為荒漠。亦為阻止人類繁榮之地區。

兩極地區之冰漠與副熱帶高氣壓地區之沙漠，均由於地理位置與氣候之影響所造成，使人類在此地區發生交通及生存上之困難，而聽任其土地荒棄。但是人類在歷史上對於企望征服受嚴重性氣候控制地域的理想與努力，迄未停止。由於世界人口繁殖的壓力與耕作土地的限制及食糧消耗的需求，此類荒漠的開發

與人類活動地域的擴張，更感覺到迫切的需要。地球表面面積約為二萬萬平方英里，陸地面積僅居其百分之二十九點二，其餘地區均為海洋。北極地區為一海洋，但在南極地區則為一大陸，其面積約為六百萬方英里，相等於澳洲與歐洲面積的總和，約近世界陸地面積三分之一。至於世界以氣候立論估計乾燥地區之面積達一千八百八十六萬四千方英里，亦佔世界陸地總面積（五千一百九十七萬方英里）百分之三十六。茲再附列梅耿士 (Pevril Meigs)<sup>(1)</sup> 所估計世界乾燥地區面積如左：

半乾燥區	8,202,000 平方英里
乾燥區	8,418,000 "
極乾燥區	2,244,000 "
總計	18,864,000 "

由上而論，世界陸地面積三分之二的土地，不屬於冰雪的荒蕪即屬於乾燥的沙漠。因此人類對於荒漠土地的利用及征服氣候的研究，實是當前的科學研究發展的問題。

### 科學協助綠化沙漠的計劃

二次世界戰後聯合國技術組織中如文教組織 (UNESCO) 糧食農業組織 (FAO) 與世界氣象組織 (WMO) 均注意到此問題的重要性而創導綠化沙漠的計劃。主張集中人類的智慧與技術研究的力量並使許多國家集合的財力促使荒漠不毛之地，產生蓬勃的生氣。在過去數年來，此項研究計劃繼續在開展中。研究計劃概括：①沙漠水文的研究，②植物生態的研究，③風力與太陽熱能的研究，④人類與動物的生態，及⑤乾燥地區氣候的研究。並曾舉辦若干次國際乾燥地區學術討論會，民國四十四年四月二十六日至五月四日在新墨西哥礦冶理工研究所召開一次會議，參加者有七十餘人，提出論文達三十四篇，並曾由美國科學協進會輯為專書，稱名「乾燥地區的瞻望」(The Future of Arid Lands)。民國四十六年在印度新德里舉行之文教組織大會曾提出一個沙漠地帶研究的六年計劃。

所謂乾燥地帶 (Arid Zone) 簡潔的說就是雨量極少，氣溫極高而乾旱的區域。乾燥地帶的雨量稀少，地方性，不規則而急驟性。在甚乾旱地區的雨量全年尚不達一英寸，但在年平均三十英寸以上之雨量可能在一次風暴中下降。半乾燥地區年雨量可能達三十或四十英寸，若能保持此量降水則半乾旱地區可轉移為濕潤的地區。在極乾旱地區之相對濕度可低至百分

之五以下，而地面絕對最高之氣溫曾達華氏一三六度（約等攝氏五十八度）。此紀錄係於民國十一年得於利比亞之雅齊樂地方。

至於沙漠氣候與草原氣候之分野，康辣 (Conrad)<sup>(2)</sup> 曾引庫本 (Koppen) 公式以推定草原氣候與沙漠氣候之分野可依據一個類字常數與一地年平均氣溫（單位攝氏）及其年平均雨量（單位厘米）(cm.) 以表示其關係如次：

- (A) 冬雨量區 年平均雨量 = 年平均氣溫  
 (B) 無顯著雨期區 年平均雨量 = 年平均氣溫 + 常數「七」  
 (C) 夏雨量區 年平均雨量 = 年平均氣溫 + 常數「十四」

從栽植上立論，乾燥區之雨量實不足以供穀物之栽植，半乾燥地區之雨量足以供應某種穀物之栽植，但在自然植物分佈上論則其主要為草原。一般而言，年雨量在三五〇公厘以下稱為乾燥區而年雨量在七五〇公厘以下稱為半乾燥區。在北非洲亦有年雨量在五百公厘以下稱為乾燥區者。至於所稱極乾燥區則須連續十二個月無雨量紀錄之處。南部巴立斯坦 (Palestine) 及約旦 (Jordan) 在一年中有一期得適當的雨量，而在另一時期則轉為乾燥沙漠。因此不規則雨量之平衡與地下水資源之利用，乃為轉移沙漠為綠野之要點。

(一) 乾燥區氣候變率的研究 沙漠區之雨量亦年有變遷，究竟於一地區雨量之變率是否有周期可尋，如十一年，三十年或更長時期之周期。據說北薩哈拉沙漠氣候自羅馬時期至今並無改變，但就今一般信念而言，南薩哈拉沙漠繼續在擴展延伸中，更就氣候變遷研究上之徵信，又常發生相左之概念。沙漠氣候之研究，依據桑士偉 (C. W. Thornthwaite)<sup>(3)</sup> 教授論沙漠地區的產生乃以氣候為主因與其他水量供應不平衡所造成之結果。須著重在研究降水量與穀物所需之水量而避免過量之灌溉。空氣中之降水量頗易於測量，但空中之蒸發與經由植物所吸收後透散之水較難於測量。然此因子乃為氣候學與生物學間連鎖的關鍵。在灌溉區域降水量灌溉水量與流失量 (Run-off) 均須加以估計。桑士偉將灌溉水量與流失量之差值稱為蒸發透散量 (Evapotranspiration)。並曾以四方公尺面積及七十厘米深度之槽，盛以土壤以實際測驗蒸發透射量之變化。因知在土壤濕潤時百分之八十太陽輻射量用諸於蒸發作用，但在土壤乾燥時輻射量多施於加熱空氣及土壤而甚少用於蒸發。內陸之蒸發

量較海面之蒸發量約大二倍有半。水上較陸上之蒸發量為較勻而小。桑士偉以乾燥地區各月降雨量與潛在的蒸散量及實際蒸發透散量比較，因知土壤水分之儲存、利用及貧乏情形。據桑氏研究穀物之生長與土壤潛在的蒸發透散量或植物吸收之水量攸關<sup>(4)</sup>。一年潛在的蒸發透散量足以引為一地區潛在的生長力。因此雨量變率是在乾燥氣候中主要的特徵。而對於每日土壤水分平衡之記載與水分需要量之估計，實不僅在濕潤地區所須研究之要素，且亦為世界乾燥地區與半乾燥地區潛在重要的問題。

(二) 乾燥區水資源之利用 在乾燥區域雨量是限制農作物生長的因素。在北非突尼西亞乾燥區之年雨量在四百公厘（耗）以下，其人口密度約每平方公里七十人。在其南部年雨量低於一百公厘，除在沙漠中綠洲（Oases）外，人烟絕跡。乾燥地區之水資源恒自其外界潮濕區域引入。例如在埃及之尼羅河流域（Nile Valley），伊拉克之美索不達米亞（Mesopotamia）及巴基斯坦之印度河（Indus）流域，均為例證。沙漠中的雨量是一切的生機，因此人民擇水草而居，形為游牧生活。調查英屬東非坦干伊加（Tanganyika）降雨之流失量平均占百分之五；其蒸發透散量佔百分之八十五；其滲入地下者佔百分之十，因此滲入地下之深度僅四五英尺而已，此種甘霖，沙漠中的水資源必須研究儲存的方法。不以一年的雨量為限而須以若干年的雨量作統籌的儲藏。所以在乾燥區的水資源須避免沙漠中強盛蒸發的損失而重視於地下的水資源，亦即由斜傾的滲透岩層露頭高處以滲透至地層低處之地下水（Aguifers）。欲保濟藏地下的水資源須在地面有農作物的保護。在突尼西亞所種植的為麥、蔬菜、及秣草之類。若要達到這一個目的，又須集聚多方種植的種子，始能臻於保護地下水的理想。在改善乾燥區的經濟計劃中，突尼西亞曾建立一個五年計劃（一九四九至五三），在墨西哥曾有六年（一九五三至五九）計劃，期望小麥產量比較一九四八至五一間增產百分之五十。阿根廷希望一九五八年小麥產量比較一九四七至五一年間基本產量數增加百分之二十七。

突尼西亞每年有雨水三二·五兆立方公尺，其中之〇·五兆從鄰近區域流入；其中二兆流注於海，僅餘一兆立方公尺由地下儲存之水資源而用諸於灌溉或蒸發，以養活三百五十萬人口。另一問題為地下水資源之利用與再利用（Reutilization）之研究。水資源之利用與再利用須考慮到水中含鹽成分之多寡。在

突尼斯（Tunis）飲水中之含鹽量約每公升五〇〇毫克，而期望溝渠中排水之含鹽量能達每公升一千五百毫克以能再施諸於灌溉用度。以一般論在乾燥區人類可以作飲料水分含鹽量為一百萬與三千分之比。據賈克（Jack）<sup>(5)</sup> 研究澳洲南部馬之飲水含鹽量為每加侖一盎斯（每百萬比六、二六〇）而以一百萬比九千四百分為牛類之含鹽量，以一百萬比一五、六〇〇分為羊類含鹽量之極限。地面流失之水量可能於土壤中重複發見。降水在已達飽和狀態之土壤，即產生流失水量，但假定在降水密度甚大時亦可能在未達飽和狀態之土壤上而有降水流失量。因此一般之水災可分類為飽和水災（Saturation Floods）與密度水災（Intensity Floods）。在一地區之乾燥率（Aridity）增進時土壤經降雨量飽和機會將比例減少。但在沙漠中仍可能有飽和水災之機會。在中央薩哈拉沙漠於降水率超過五公厘而其密度大於每分〇·五公厘時即可產生水災現象。在乾燥區水災連繫之問題為沖蝕（Erosion）與河流游泥（Silt Flow）。地中海區乾燥地帶年雨量五百公厘在每平方公里面可有若干噸之沉澱物，在走向沙漠地區比較減少。在沙漠地區之地下水水面（Water Table）常視年雨量之變化而有升降趨勢，因此乾燥區之地下水面須經長時期觀測。潛藏之地下水資源一部份可用諸於灌溉，其另一部份仍得由地下為之轉輸至另一地區利用。現在薩哈拉沙漠之下有一條縱貫南北寬闊的儲水地帶，已無庸以極高的代價鑿深井以達地下水層，人類已可能在沙漠中創造綠洲，祇須有一片廣大而可耕種的土地而已。沙漠中之綠洲實未可忽視。突尼西亞之葉里（Djerid）綠洲以四千平方公里灌溉土地而居住人口達四萬五千人。足徵地下水資源利用之功效可驚。吾人欲在乾燥地區居住更多之人口，則須對於沙漠地區之資源有更多之發見，而求動植物對於環境之適應與需要。同時在乾燥區為防止降水之流失，常視地形而築堤埧約三英尺高，而大體維持水位之深度約六英寸而已。

(三) 牧草資源與植物抗旱研究 牧草滋生之地區每由於自然的氣候繼續乾旱，或人為的殘伐，焚燒，與牧畜過份的踐踏嚙食，且在地中海區、近東、與印度游牧民族社會有宗教性之偏見，禁止牧草之再生而毀損沙漠中之植物，使自然之牧草綠野漸見減損。在沙漠地區牧草資源之發展與改良為在化沙漠為綠野計劃中的要點，聯合國糧食與農業組織因此從調查着手，實地勘察測繪現有農作物栽種之地區與已經開墾及未經墾拓的面積以計擬牧野發展改善之步驟。法國會

訓練若干植物生態學家分派至法屬摩洛哥、亞爾及利亞、與突尼西亞。葡萄牙與糧食農業組織聯合派植物生態人員至東一帶考察研究牧草植物之組合、生產及其與在半沙漠區生長草本植物之關係，對於土壤與森林種類在每一植物分佈地帶。從植物群與生態研究中所實際體會之土地資源之適宜發展。指出一地區畜牧繁生之限量，選擇地區再作播種、墾殖、與造林以改變土地發展之形態。以減少游牧自然發展受天然植物分佈與自然災害之損失。在北非現選有六百種生態植物以作推廣植物再生 (Regeneration of Vegetation) 工作。而促使減速沖蝕作用與阻止沙漠地區的擴張。牧野中的芻草為畜類的飼料低於平均值的區域須求其得儲存，以防氣候異常乾旱時期之發生。在飼料豐足之地區則採季節分區輪種飼養的方式。則在乾燥牧畜之飼料可以不感缺乏，而沖蝕過甚之現象得以消失。

生態學家更注意植物環境之適應。抗旱多年生植物皆加以生理及形態特點的研究。因知有抗旱性之植物多具有三點的特徵：(一) 根莖系統的發達而能深入土壤；(二) 樹皮下木質細胞 (Cell sap) 之滲透壓力 (Osmotic pressure) 較高；(三) 有調節葉面蒸發 (Transpiration) 高能量。若干一年生植物能在短期內完成其生長周期以抗乾旱。植物對於乾燥地區環境適應之研究，不僅在於抗旱。植物對於乾燥地區環境適應之研究，不僅在於抗旱因素的加強而於每英畝面積低產量之改變以達更適合的農業運用。植物有經過乾旱時期而不受損害之能力稱為抗旱性 (Drought Resistance)。所稱為乾旱性概括土壤乾旱及空氣乾旱。至於空氣乾旱乃為氣溫高濕度低而風力強之單獨的或綜合的現象。水分是植物光化作用 (Photosynthesis) 主要因素，也是原生質的要素；植物所需養分氧及二氧化碳的溶液；因水的比熱高能吸收超量的熱能；水份可以作植物養分輸送的媒介及維持生機細胞的活力 (Turgor)。抗旱性之植物細胞常有經較長時間而減水分的能力。如墨西哥北部所產生之常綠灌木 (Larrea tridentata) 有頗強的耐旱性。勞德 (H.M. Laude)<sup>(6)</sup> 曾以二十種多年生草類研究其夏眠 (Summer Dormancy) 狀態。其中十三種在夏季繼續其生長；四種停止其生長但仍有綠色纖維；其中祇有三種甚至無綠色纖維。植物的抗旱性是其生長史中生理與形態交織而成的反應。一般而論植物之積儲膠狀炭水化合物 (Carbohydrates) 及糖分 (Levulosans) 多者往往抗旱性亦加強。

(四) 沙漠地區牧畜之研究 氣候之變化對於牧畜直接之影響較小因為動物軀體對於外界氣候變化能求得環境上的適應。排除高溫可增加表面面積，改變皮膚顏色，皮下血管的膨脹，由排汗增加蒸發與加速呼吸率。氣候上溫度與雨量二個因子為影響家畜分佈的要件。一般在寒冷氣候地區生長的畜類比在暖熱氣候地區的體重較大。動物的皮毛產在寒冷地區的要比較暖熱地區為光澤與精細。產生在暖而濕區域動物的毛色恒較冷而乾區域的顯出棕黑顏色。在乾旱沙漠區動物的膚澤每現深黃色與紅褐棕黑色 (Reddish brown phaeomelanin)。據畜牧家論雨量直接影響及於植物季節之生長與質地，因而間接影響及於動物之大小，形體與動物分佈密度及其飼料習性均有聯繫。阿拉伯產之駱駝其形態屬於顯著例證之一種。在沙漠地區之牧畜同時須注意於畜種及人為之選種。由於自然之品種選擇常須經歷極冗長的年代，而人為之選種僅須數年而已。一種肥尾的綿羊 (Fat-tailed sheep) 及齊布牛 (Zebu cattle) 均屬適於乾燥區飼養之畜類。據賴愛德 (Wright, N. C.)<sup>(7)</sup> 研究動物對於氣候環境之分析圖 (Climatograph) 與濕溫分析圖 (Hitherograph)。前者依據氣溫與相對濕度，而後者依據溫度與雨量之關係立論。因此游牧主義的沙漠區衰落的徵象，必須以科學的管理方法及專家的啓示，以從事於沙漠區牧畜事業的發展，而使在乾燥地區之動植物群得適當的布緒。埃及有二千二百萬人口集中於六百萬英畝的地區，而環以沙漠。因此沙漠地區的開發實為一個重要的國際問題。駱駝是適應沙漠氣候的動物，不僅在其形態上，再就其生理言駱駝體內水分平衡與氧化作用 (Oxidation) 之關係，在氧化作用時一克澱粉可產生 0.6 克之水份，而一克脂肪則可產生 1.1 克的水份。駱駝行走於沙漠中帶有四十公斤脂肪在駝峯中，即顯示儲存四十公升的水量。但在人體內，每日氧化作用所生之水量僅有四分之一公升，在新陳代謝作用 (Metabolism) 二千卡時，此量並不居重要地位，其原因在人類發汗率可能達每小時一公升，每日達十至十五公升，而每日尿泌量僅有三〇〇毫升。駱駝身上的駝毛是沙漠中防止水份發散重要的因素。亦為避免夏時光熱直接的輻射與冬時保持體溫的工具。駱駝因常在沙漠氣候中生活其體溫變化每不恒定而有周日變化。此亦為調節體溫適應環境之現象。駱駝常能維持至體內水分損失達其百分之四十而後感渴思飲。因此駱駝在冬季行走須要飲水時甚少。駱駝在體內水分消失時體重約三二五公

斤，此時一次在十分鐘內可飲水達一〇三公升之多。在薩哈拉沙漠中於夏季駱駝可能於四日內不飲，其最高可達十二日，驢僅能達一・三日，最高四日；羊類祇有一日，其最高不達三日。此為駱駝在古代運輸上重要的工具，近日長途運輸汽車已替代駱駝的工作，但在短程沙漠中運輸駱駝仍不失為效力的工具。

(五) 沙漠農業開發與乾旱區移民的成果 沙漠農業開發的成果，我們試以以色列(Israel)為例證而言之<sup>(8)</sup>。以植物地理學與氣候學立論，以色列境內百分之三十六(九四六八公里)屬於地中海型類(Mediterranean)：其百分十六・三(四、二八八平方公里)屬伊蘭—都蘭尼亞類(Irano-Turanian)：其百分之四十五(一一、八三五平方公里)屬薩哈拉—信地型類(Sahro-Sindian)。由此可見在地中海型類地區屬半乾旱性，而在其他地區則屬於乾旱或極乾旱之區域。在以色列之農業可算是乾旱墾殖。因人口繁殖，人民已強迫自半乾旱區推移入乾旱及極乾旱區域。自以色列之北部以水管接運至西北部內瑞夫(Negev)灌溉墾殖區。該區在以色列之南方，一部分利用天然降水量，另一部分運用灌溉水量。自一九四五至五五年來，以一九四五年移殖人口為基數，於十年內在乾旱區已增四倍，而在極乾旱區增至七倍。此墾殖區域已運用各種科學知識及墾殖的努力已使荒漠地區轉移為科學成就的地域。在內瑞夫墾殖區為發展工業之目的選擇一種多年生草本植物(Hydrohalophyte)，為可供造紙原料的野生石薺類植物(Juncus maritimus)試行佈種而不生長，其後經萌芽實驗始知此植物屬於光下萌發性而限於氣溫在攝氏二十至三十度間，乃採用地面播種而濕潤其表面土壤方法乃得成功。經過實驗室試驗若干牧野植物蔬菜均經繁殖於乾燥地區以供牲畜與人類食用。此外尚選擇多種乾旱區工業及藥用植物作栽培研究。檢討在沙漠地區藥用重要植物作系統的研究，並分析其含有成分與季節變化之關係。譬如大規模栽植的地下莖植物莨菪類(Hyoscyamus muticus)以提煉鎮痛劑(Atropine)。又從 Anabasis haussknechtii 植物可煉製 Anabasine：在下列二種艾蒿類植物(Astemisia Herba-able)與 Artemisia \*Monosperma 因有殺蟲性(Anthelmintic)可以煉製殺蟲劑。在 A. Monosperma 植物中富有油質而為在醫藥上一種有用的新物質 Furoartemone。由植物 Peganum Harmala 可煉製 Harmine and Harmaline。又從紫衣草等三種 Periploca Aphylla, Daemia

Tomemntosa, Leptadenia Hyrotechnica 植物中可以提煉多種的葡萄糖(Glucosides)。在小米蕪子類中(Gypsophila Rokejeka)可以煉製石鹼草素(Sapognin)藥物。由從風蝶草類植物(Capparis spinosa)可以提出麻醉劑植物鹽基(Heart Alkaloids)。又從香薷類(Achillea Fragrantissima 與 A. Santolina)可提煉香精油。又龍舌蘭類(Agave sisalana)為一種工業纖維植物，在其不用的葉(Hecogenin)中可以取出荷爾蒙(Steroidal Hormones)的化合物。在薩哈拉—信地區域沙土中產生一種古魯聖篤草(Citrullus Colocynthis)含有著名 Colocynthin 物質可用於峻下劑，其種子中含有百分之二十油質。此植物可作抗旱有種西瓜之用。沙漠地區之木本植物可用以制止沙丘之移動，或造成沙漠中之綠蔭，調節沙漠中氣候。

考據古阿拉伯的耐巴底人(Nabataeans)與拜禪汀人(Byzantines)所遺農業制度，當年此類人會居於內瑞夫地方中部與南部而為商旅往來興盛地帶。但在今日已為六個死城。經考古勘察研究之後，因知彼等會運用高度沙漠農業技術使點滴之雨水均用於農業目的。此類建設約在西曆紀元前二百年而毀棄於紀元後七百年。此古代游牧民族以業餘性維持數百年此艱鉅而困難構造之制度。建築堤防、溝渠、與梯階，如今我們重建堤防與梯階及石截水槽仍採用二千前拜禪汀人之方法。在同一地區以現代科學技術，參雜以古人之興築水利經驗，使此荒旱地區再入於繁盛時代。就一般意想今日氣候與拜禪汀人時代殆無大殊異。須將沙漠中沖蝕破壞性之水災而轉移為建設性之水利。在分水嶺(Watershed)上降落十公厘之雨量常見形成每小時三萬立方公尺水量之水災，由河流(阿拉伯人稱河流曰瓦地 Wadi)瀉入五十平方公里河槽中達四五小時之久。此實為灌溉之水源。另一難題為沙漠中土壤之稀少。必須因地勢高下，順河谷走向築梯階建河堤。使水土保持得其利用。此外須播種迅速萌芽植物之種子，或利用含有鹽度較高之水資源。現在於紅海沿岸那哈亞拉伐(Nahal Arava)郁望塔(Yotvata)愛拉斯(Elath)等處乾旱地區已種植(Juncus maritimus 與 Phoenix Dactylifera 及蔬菜如甜菜菠菜，此外如抗旱性強之秣草植物如紫苜蓿之類。

在沙漠中之植物顯示其生長並不依賴於土壤中之水分，且能自其葉面吸收水分以傳達其根莖。沙漠中之露水旺盛，露水亦能滋生植物而為沙漠農業水資源

之一種，而使沙漠中土壤經潤濕而化為肥美的土地。此類滋生繁盛之果物為橄欖、杏仁樹、無花果、榛樹、葡萄、阿月渾子 (Pistachio) 可作調味之用，卡羅勃 (Carob) 為稻子狀植之秣草類均能繁殖。昔日所謂荒漠不毛之地，在今日之以色列已有百分之五沙漠地區轉變為農業生產之地區。

在一百年前韋伯士 (Daniel Webster) 亦認美國西部乾旱地區為不可開發之地。現在柑橘樹已替代仙人掌繁殖的地位，馬鈴薯已佔有往日草原的園地。而供應三千八百萬以上的人口繁生。灌溉制度推行於美國西部十七州，土地面積總計一億一千萬英畝。現已經利用者佔七千八百萬英畝。據美國一九五〇年統計局所發表之預測美國人口增進率至一九七五年將達一億九千八百萬至二億二千一百萬人之間。此種人口增進率將在美國西部為一重大問題。由於美國西部十七州雨水之缺乏較其他各州為甚。於一九五二年聯邦墾殖計劃 (Federal Reclamation Project) 下約以二千五百萬平方碼不透水堵塞物安置於七百五十英里長之運河及其支渠上，每年節省流失之水量七十萬英畝呎 (Acre-feet)。其所損失之投資適與節省水量流失之值相等。因此美國內政部麥克利恩 (McClellan L. N.) 說「降水資源即為經濟資源，吾人有一加侖未曾利用之水量而任其流注江海，即為不可原恕之浪費」。自然賦予人類之資源，端賴人類之利用；

而自然創造之環境，亦待人類之改善。水旱之災害可以解除，沙漠可以化為綠野，惟有待於人類之努力而已。

### 引用文獻

- (1) Meigo, Peveril, 1952: Distribution of arid homoclimates. Maps Nos. 392 and 393, United Nations.
- (2) V. Conrad and L. W. Pollak: Methods in climatology. Harvard University Press, 1950, p. 301
- (3) C. W. Thornthwaite: Climatology in arid zone research.
- (4) C. W. Thornthwaite and J. R. Mather: Climate in relation to crops. American meteorological society monographs Vol. 2, No. 8, 1-10
- (5) Jack, R. L.: Bulletin No. 3, Geological survey South Australia.
- (6) Laude, H. M.: The nature of summer dormancy in perennials grasses. Botan. Gaz. Vol. 114, 3: 284-292.
- (7) Wright, N. C.: Progress in the physiology of farm animals. Butterworth's scientific publications, London, 1954.
- (8) Michael Evenari and Dov Koller: Desert agriculture: Problems and results in Israel.

## 氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究為目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言為主體，每篇以五千字為佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用之文獻請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繕寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改者請聲明。
- 八、惠稿如有附圖務請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、來稿一經刊載即致稿酬，每千字按三十元至五十元計算。創作論著稿之特具價值者另議。
- 十一、惠稿文責自負。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號臺灣省氣象所氣象學報社收。