

氣象與水土保持

蔣丙然

La Météorologie et la Reserve d'eau dans le Sol

P. J. Chiang

Resumé

En basans sur la formule $P=R+E$, on étudie tous les facteurs météorologiques qui ont l'influence sur R et E, pour résoudre les questions de la réserve d'eau dans le sol. Pour terminer on fait la calcul de l'évapotranspiration potentielle d'après la methode de Thornthwaite pour rendre compte d'un maniere plus frappante la situation de la réserve d'eau dans le sol et son application a l'agriculture.

水土保持是與農田水利有極密切的關係，因為一方面可以防洪水之災，一方面又可以明瞭土壤水分狀況，以供農業之用，也可以說與民生國計有很大關係。大氣條件對於水土保持，能有極大影響，所以應就若干有關氣象問題來討論水土保持。

一、水之循環

什麼是水之循環，就是說天然水從那裡來，又回到那裡去的循環。從前水學不昌明，所以我們不能夠說明地面所收到從大氣而來的水，有若干百分比經過蒸發，有若干百分比被土地吸收又由地內向外輸出，有若干百分比由地表河川流入大海，有若干百分比由森林或牧草從土地及大氣吸收，有若干百分比由於氣象條件復從土地與植物散出，以及各不同形式的水受天然作用而蒸發。簡單說來，就是說我們不知道降水到了土地，如何分配出去。

到了現在，水學問題已有充分的認識，我們可以知道水在固體、液體、氣體間的分配與移動，都服從所謂平衡公例的基本原則，由此可以表示水界、岩石界、大氣界的均衡，這就是所說水之循環。我們這裡所說的水，就是雨水，雨水是從海水蒸發來的，到了地面，它的分配如下：

- ① 在地面流散，流入河川，流向大海。
- ② 下滲入地內，成地內水，若由地內輸出，就成了泉水，結果也流入河川入海。
- ③ 留在土壤表層。
- ④ 經植物吸收。
- ⑤ 直接由地面蒸發，或間接由植物的蒸散 (Transpiration) 而貯藏在大氣中。

這些分配的水，除小部分被岩石化合之外，其餘的到相當時間之後，仍然向到大海裡去，所以成了水之循環。這種循環，是天然界必然的現象，不然的話，不是海枯了，便是地乾了，那就無所謂水土保持，植物不能生長，農田水利問題，更談不到了。

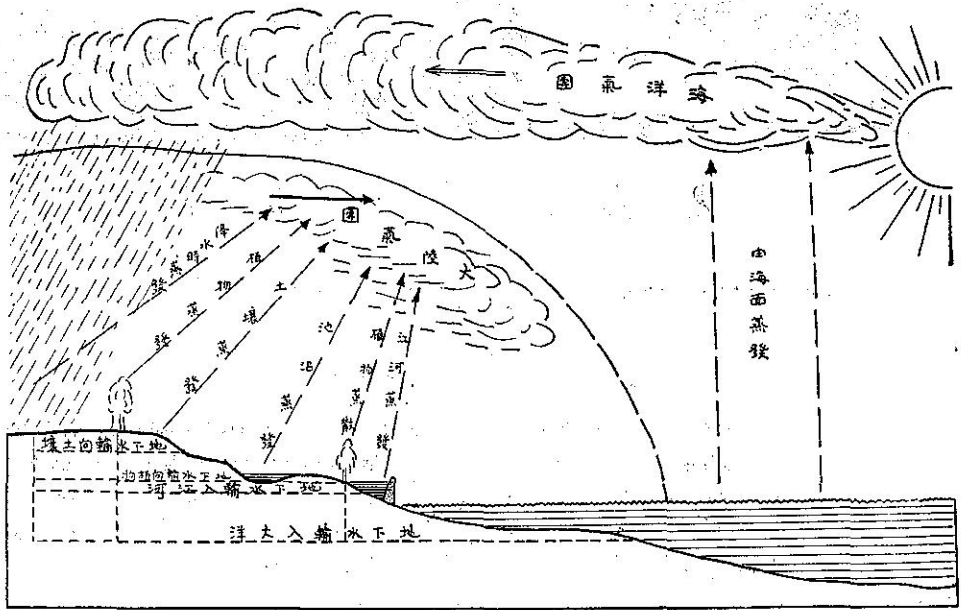
由以上所列舉降水的分配，可以見到其中有兩種重要作用，一是河川的流散，一是土地的保藏，可是保藏在地內的水分，經過長久時間，可由地下輸出漸漸流入河川而入大海，或由蒸發而還到大氣裡去，那末由河川流去一部分，仍屬流散水份，而在土地中保藏之水，屬於流散之剩餘；此剩餘部分，可以說是降水增加，而由蒸發減少，也就列在水之循環之中。由此可用降水量 P，流散量 R，蒸發量 E，得一平衡式，就是：

$$P=R+E$$

所以 P, R, E 是水之循環中的三個主要變數，這三個變數是與水土保持有密切關係的，若果 P 與 R+E 完全

相等，那末土地就沒有水了，所以說要討論水土保持，先要明瞭水之循環，簡單說來，就是我們應探討如何使R與E在大氣條件中能減少，而使P能保持一部分在土中，那末很明顯氣象因子，是其中的「主宰」者。

二、與水土保持有關的氣象因子



水之循環 (Holtzman)

依以上所說，已知氣象因子與水土保持有關，至其關係如何，可分別略說如下：

⊖ 降水量

降水是水土保持之主要因子，它的強度、時間、容量，當然與水土保持有密切關係，茲先略說降水之分類與可能強度、時間及容量。

1. 冷鋒雨 冷鋒雨是範圍小而時間較短之雨，強度可能很大，容量也可能很多。
2. 熱鋒雨 熱鋒雨是範圍大而時間較長之雨，強度多不甚大，容量可能很多。
3. 季風雨 季風雨是由季風而造成之雨，多半是夏季降水，由其所能到之區域大，屬繼續性降雨，強度多不甚大，容量相當之多。
4. 颱風雨 颱風雨是颱風經過所挾帶而來之雨，時間短，往往是極強之豪雨，有極大之容量，隨颱風而移動。
5. 地形雨 地形雨是地形關係而氣流上升所降之雨，其強度、時間與容量，依地形與氣流性質而不同。

若果強度極大，而容量亦特別多，那末流散量也多，而土地所能保持之水量，當然很少，但是降雨強度大時，蒸發必甚少，有時下滲部分可能有相當量，若果條件良好，每小時可能有一公厘二公厘或更多之水量滲入土中；即在不良之條件下，若果時間很長的降水，則土地能保藏之水量也可能很多，假定一小時能有一公厘之水下滲到土地中，二十小時之長時間降水，即可能有二十公厘之水下滲入土中，自亦相當之多。

⊖ 溫度

溫度對於水之粘度有很大的影響，就是說對於水內部運動質點的阻力有影響，所以溫度低的時候，水的流動比溫度高的時候慢，因此可見冷的時候，降水下滲到土中的量比熱的時候少，所以秋末及冬季，土地保持的水份，比春秋二季為少。

關於溫度對於水土保持之作用，可用冬夏兩季之暴雨證明之，如有兩次暴雨，強度容量均同，而一在冬季，一在夏季，就可見到溫度高時下滲量多，溫度低時下滲量少。但是溫度極低時，可以使極濕之土壤凍凝。就可能有若干水量下滲到土內，而凍土若果有少量之水份，也可以有頗多之下滲比率，因其能造成若干凝凍土塊，而具有較多之孔隙，水即因而下滲。

就雨水之流散百分率說，大概北方氣候比南方氣候為大，也可以說北方氣候土之保持水量少，南方氣候土之保持水量多。至於溫度對於蒸發與植物蒸散作用，極其明顯，溫度過高，蒸發蒸散都要增加，土中保持水份，

當然要減少。

③ 濕 度

濕度可以直接影響土壤水，濕度大時，土壤水多，濕度小時，土壤水少，就農業氣象說，是對於農作物有妨礙的，簡單說來，就是對於土壤濕度有作用，而土壤濕度，對於水之下滲，有極大影響，現在我們就土壤濕度作一討論。

通常濕土壤之下滲比率，比乾土壤小，這一種說法，雖然不能作為通例，但亦相當可靠，因為土壤濕度大時，富有粘性，而且有膠狀膨脹，遂致孔隙特小，所以有些土壤，含水濕特多時，它的下滲比率特別少，幾等於零，觀沙土下滲比率之大，與粘土下滲比率之大，就可得到證明。不過這種含濕大的土壤，若是乾時，它的下滲比率可能也很高。至於土壤本身的性質，也有很大影響，所以不能絕對確定這種比率。

土壤濕度與土壤溫度相配合，似對於土壤的下滲比率，也有作用，據實地所測，若土壤濕度小，氣溫高土溫亦高，下滲比率比較大。

至於濕度之大小，與土壤蒸發及植物蒸散有很大作用，濕度大蒸發與蒸散都小，濕度小蒸發與蒸散都大，這種關係，實與土地之保持水份有關，因為蒸發蒸散量之大小，與水份保持，適成一反比例。

④ 風

風力之大小，直接影響流散比率，間接影響下滲比率。我們都知道海流與氣流同向，就是說風的力量，能夠挾帶海水運行，所以暴雨時，若遇有大風，風即能將雨水挾帶流散，當然減少下滲比率，若風力小，那就相反了。

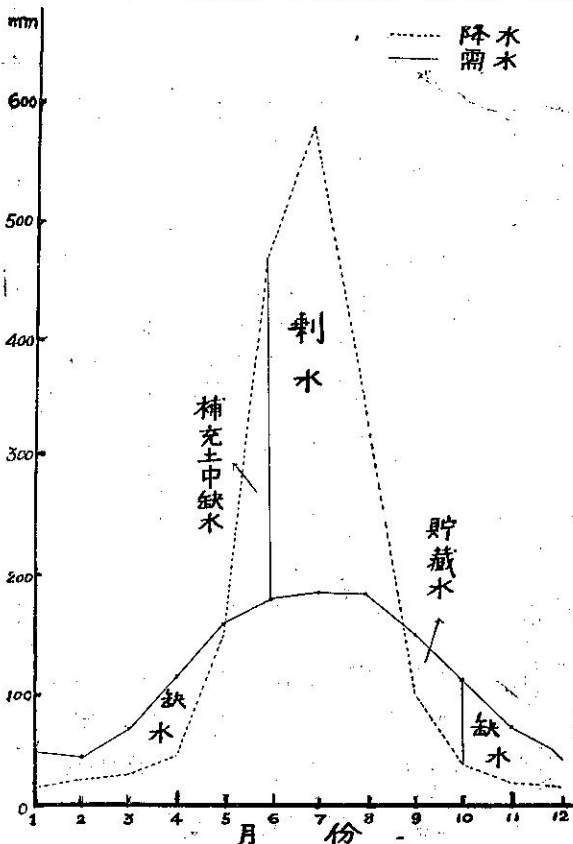
⑤ 蒸 發 與 蒸 散

蒸發與蒸散是土中水份成為氣體散向大氣的現象，就是上列式中的E，與水土保持當然有關係。但是在上列式中，P降水與R流散水，都是液體水，是可以準確量定的，而 E 之蒸發水與蒸散水，是屬於氣體的，混合在空氣裡面，而所受環境和其他氣象條件的影響又大，既不能見也不易於量定，所以往往無法確定。

就農業說來，土壤是蓄水所在，所蓄藏的水，是由降水來的，而由蒸發與蒸散消耗。當長期缺雨的時候，土中所保持水份，就由這兩途而散向大氣，一直到將近乾枯點的時候，植物（作物）生長就受到影響。若有一次暴雨，可能有一部分的降水或全部的降水，可以補充所消耗的水份，但是在各次暴雨之間，蒸發和蒸散都能消耗所得來的水量，因此蒸發和蒸散，在水土保持過程中，很是重要。

近代氣候家桑士偉氏（Thorntwaite）對這個問題，極為重視，據他說：降水量是所供水量，蒸發蒸散量是所謂需水量，這兩種量如何平衡，足以表示土中保持水份的狀況，與農作物所受的影響。桑氏有實蒸散量（Actual Evapotranspiration）與位蒸散量（Potential Evapotranspiration）之規定，實蒸散量就是實際的蒸發蒸散量；位蒸散量是可能的蒸發蒸散量，例如水之供給，除降水外，還可以由灌溉水增加，而蒸散也可以增加到相當的界限，這個界限是因氣候的不同而定的，所以叫做位蒸散量。

通常冬季各月，位蒸散量較弱，而至夏季變成最強，因為這是需水量，當然與植物生長旺盛期有關係，至於降水量各地區却有不同的年變象，所以說需水量與給



高雄全年降水需水及土壤水份變化圖

水量是不相聯繫的。在大多數地區，年中有一部分供水量小於需水量，而在降水量大的時期，土中保持一部分的水，以作植物未受乾枯狀況時之用。桑氏此種方法，原作為氣候分類之用，但其計算極其煩瑣（註）。譬如要作中國氣候分類，用他的方法，非有數百甚至千餘測站的紀錄，不能成功，其工作的煩重可想而知，但若用在表示水土保持狀況，以供農業應用，却是很有益的，所以若干農學家說，這個方法，農學上的用處，似乎較氣候性為大，筆者亦極端贊成此說。

因為有這種位蒸散量之規定，而我們可以利用這個方法，編成一種所謂某一地區全年各月供水量與需水量的出入，並附以全年降水需水及土壤水分變化圖，對於某地區之水土保持狀況，可以說是昭然若揭，對於農由水利，是有大用的。（完）

高雄需水給水出入帳表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
位 發 散 量	45	45	77	109	163	175	177	170	155	125	86	53	n=1380mm
降 水 量	10	28	28	49	158	463	585	428	124	33	11	16	P=1933mm
土壤貯水變化	0	0	0	0	0	288	408	258	-31	69	0	0	
植物用貯藏水	0	0	0	0	0	100	100	100	69	0	0	0	
實 發 散 量	10	28	28	49	158	175	177	170	124	102	11	16	R=1048
缺 水 量	35	17	49	60	5	—	—	—	31	23	75	37	d=332
剩 水 量	—	—	—	—	—	288	408	189	—	—	—	—	S=885
地 內 流 散 量	3	1	0	0	0	144	271	94	47	24	02	6	
降水區減需水量	-35	-17	-49	-60	-5	288	408	258	-31	-92	-75	-37	553
月 濕 度 比 值	-0.78	-0.38	-0.63	-0.53	-0.03	1.55	2.30	1.52	-0.20	-0.73	-0.87	-0.70	

註：請參閱科學教育第三卷第五期蔣丙然著 Thornthwaite位蒸散量的解釋與討論。

（上接第29頁）

③另一值得重視之事實，即那霸島海面區域之月平均溫度，均較西太平洋其他地區為高，故颱風無論轉向與否，移入該區，強度勢必增強（那霸地區溫度特高，吾人於統計地面月平均圖中屢會發現）。

至葛樂麗颱風強度之變化，顯然由於地形之影響，當其九月廿日於菲島東方生成後，強度迅速增強，該晚穿越呂宋島北部，此時受地面之摩擦，故移入南海時，強度一度減弱，及至溫暖而空曠的海面上地形摩擦作用已不復存在，故可迅速獲得發展，致於抵達香港海面時，最大陣風強達 101 哩，而造成該地區之嚴重災害。

四、颱風葛樂麗與費姨災害略述

葛樂麗颱風於九月廿二日晚迫近港澳南方海面，狂風暴雨，造成該地區嚴重災害，香港並懸掛戰後首次十號風球，據報載此颱風襲港之風力，平均在 60 哩，陣風最高達 101 哩，港澳災情，香港工商日報於九月廿三日至廿四日報導頗詳，其駭人聽聞者，竟將千噸巨輪南洋號拋上青衫島山邊，並將七千噸貨輪芝萬捷號錨鍊吹斷，衝至鯉魚門擱淺，至於港澳市區，木屋吹毀無數，街道低窪處盡成澤國，數千人無家可歸，牲畜淹死更不可計算，災情可謂慘重。

至於費姨颱風於廿六日以時速 146 哩的風速，猛襲那霸美軍基地，至少有十一人死亡，十七人重傷，此外一百一十人失蹤，二千二百戶琉球家庭被毀，而美軍方損失，尚未公開宣佈，其災害想亦不輕。（完）

氣象學報訂購辦法

- 一、本學報係限閱性質，以贈送各有關氣象單位團體，促進氣象學術之研究為目的。
- 二、個人如欲訂購，可報請服務之單位，備文證明，連同價款，逕寄本社，當按址寄送所需之學報。
- 三、本學報每期暫收成本費新臺幣伍元，郵票十足通用。

氣象學報徵稿啓事

本學報長期徵收稿件，歡迎各方踴躍惠稿，惟為配合出版時期起見，惠稿最好於二、五、八、十一等月月中以以前寄達，以便及時刊載，而免積壓，敬請惠稿諸先生注意。