

小氣候与地方氣候

C. A. 薩鮑日尼科娃著

科學出版社

小南風と大南風

小南風と大南風



科 學 譯 叢

小氣候與地方氣候

(蘇聯農業氣象譯叢第二集)

C. A. 薩鮑日尼科娃 著

周恩濟 江廣恒 譯
李懷瑾 傅抱璞

中國科學院地球物理研究所 農業氣象組編
華北農業科學研究所

科 學 出 版 社 出 版

1955年9月

內 容 提 要

本書係根據蘇聯水文氣象出版社 (Гидрометеорологическое издательство) 出版的薩鮑日尼科娃 (С.А. Сапожникова) 著的“小氣候與地方氣候” (Микроклимат и местный климат) 1950 年版譯出。

本書中譯本第一、第二、第四、第六等章由周恩濟同志 (華東水利學院水文系) 譯出, 第五章第十七節由傅抱璞同志 (南京大學氣象系) 譯出, 第五章第十八、十九節由李懷瑾同志 (南京大學氣象系) 譯出, 其他各章節由江廣恒同志 (南京大學氣象系) 譯出, 全書並經江廣恒同志校閱一遍。

小 氣 候 與 地 方 氣 候

МИКРОКЛИМАТ И МЕСТНЫЙ КЛИМАТ

原 著 者	С. А. 薩鮑日尼科娃 С. А. Сапожникова
翻 譯 者	周恩濟 江廣恒 李懷瑾 傅抱璞
編 輯 者	中國科學院地球物理研究所 農業氣象組 華北農業科學研究所
出 版 者	科 學 出 版 社 北京東四區帽兒胡同 2 號 北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 號
印 刷 者	北 京 新 華 印 刷 廠
總 經 售	新 華 書 店

書號: 0274

(圖) 172

(京) 0001—2,730

字數: 246,000

1955 年 9 月第 一 版

1955 年 9 月第一次印刷

開本: 787×1092 1/25

印張: 11 23/25 插頁: 2

定價: (8) 一元七角一分

目 錄

序	1
緒論	3
基本概念、簡史	3
第一章 小氣候與地方氣候的物理基礎	
第一節 作用面的熱量差額	11
輻射差額	13
第二節 土壤中的熱量交換	33
第三節 土壤-空氣的熱量交換、亂流交換、蒸發的熱量消耗	44
第四節 熱量差額的各分量在其日變化中的比較特徵、作為決定小氣候特性的因素的局部平流	56
第二章 貼地層中氣溫與風的垂直層結的主要特徵	
第五節 貼地氣層中溫度隨高度的變化、溫度的微變	61
第六節 貼地氣層中風速隨高度的變化	75
第三章 土壤和鄰近氣層的小氣候	
第七節 溫暖季節裸露土壤(秋耕休閒地)的溫度	88
第八節 在植株發育時期小麥田的小氣候	99
第九節 個別農作物小氣候若干特性的比較說明	108
第十節 坡地的小氣候	116
第十一節 雪覆蓋及其小氣候	122
第四章 地方氣候	
第十二節 地方位置的特性對於風的影響	132
第十三節 地方位置的特性對於溫度狀況和空氣濕度的影響	146
第十四節 地方條件對於低雲及降水的影響	162
第十五節 森林氣候	166
第十六節 城市氣候	179

第五章	防止貼地氣層中與土壤內的氣候與天氣的惡劣現象	
第十七節	土壤的熱改良。遮被的土壤	185
第十八節	防霜	192
第十九節	林帶對鄰近田地氣候的影響	196
第六章	地方氣候與小氣候的研究法	
第二十節	研究的準備	210
第二十一節	觀測的準確性和代表性	213
第二十二節	小氣候觀測的方法和儀器	219
第二十三節	包括草本植物間的觀測在內的小氣候觀測的組織與進行	228
第二十四節	地方氣候的研究法。風速表測量與溫度測量	237
	風速表測量	238
	爲確定一個地區的霜害而進行的溫度表測量	241
第二十五節	自然地理因素特徵的說明。植物指標	250
第二十六節	小氣候與地方氣候觀測資料整理的原則。極短暫的觀測數列的利用和大比例尺圖的繪製	254
附錄一	關於風速測量的方法指導	262
附錄二	觀測點的地方位置描述綱要	270
附錄三	每月 15 號的太陽高度	272
	俄中名詞對照表	274

序

社會主義計劃經濟，很充分地利用着國家全部的自然富源，同時也刺激着蘇維埃各門科學的發展。國家氣候資源(資料)的廣泛利用和改造我國自然方面所採取的人類歷史上空前未有的大規模措施就使得小氣候與地方氣候的研究成為氣候學部門的獨立課目。

“小氣候與地方氣候”一書，是供綜合性大學地理系與水文氣象學院作為教材之用。此外，這本書可能對農學家、森林學家和其他在其工作中和小氣候與地方氣候相接近的專家有用。

農業方面所選擇的着重點正就是事實上最重要的，也是與作者在上述範圍中所擁有的二十年工作經驗最接近的。

由於現時參攷材料範圍的限制，雖然，有關地方氣候的某些問題不能詳細地了解；但是，在普通氣象學與氣候學教程(例如：微風)中的闡明已足夠充分了。

本書幾乎唯一地以優越的蘇維埃祖國的研究為基礎，這些根據實踐方針和理論分析的研究，已超過類似的外國工作。

一方面本書是小氣候與地方氣候方面的第一本蘇維埃教材，同時這些理論基礎，現代剛剛研究出來；本書把許多爭論的問題與原理都列入，於是不可避免地有許多缺點，這些缺點，可能將來在高等學校研究試驗的基礎上和在研究工作的實際應用中得到糾正。

緒 論

基本概念、簡史

隨着氣候學的發展，關於氣候的概念正在演變着。而且現代除大氣候（макроклимат）以外，同時分出地方氣候（местный климат）和小氣候（микроклимат）。

這種科學的演變以及個別科學部門的區分，是和我們知識的擴展分不開的，同時促使（我們）對這些分出的現象作更深入的研究。爲了使這種區分有效果起見，必須使所研究的各種現象具有特別的性質或者具有需要專門研究方法的特點。在這些特點中，也可能是現象或對象的範圍。正是根據這個原則，如大家所知道的，微生物學已劃分出來，它在近數十年中勝利地發展起來了。

除本質上由另一種與大氣候不同的尺度所決定的小氣候與地方氣候的特性外，在獨立研究的對象中，促使小氣候與地方氣候分出的原因是：第一：人類大部分的活動，正是在小氣候與地方氣候的領域中；同時，第二：他們最容易按照需要的方向改變。

在現象範圍上的區別，決定於形成氣候的因素和所研究的氣層對作用面（деятельная поверхность）¹⁾——熱量與水分來源的密切關係；在作用面之上，全部空氣屬性〔熱量、濕度（влажность）、含塵率（запыленность）等等〕傳播的基本方式——亂流²⁾交換——比自

1) 有人譯作活動面——譯者註。

2) 亂流舊譯渦動，現在也有人譯爲湍流、紊流、等不同譯名——譯者註。

由大氣中的小幾百倍甚至幾千倍。

同時，現象的範圍，基本上規定了小氣候與地方氣候的分出。

我們理解在大氣候下的氣候現象是決定於大範圍因素：大氣環流過程 (общециркуляционный процесс)、地方地理的緯度、離海洋的遠近、大的地形。

大氣候現象，可能單純地祇出現在擾動的範圍以外，這種擾動是由於作用層即幾十米甚至幾百米高處的地方特性所引起的。可是，關於大氣候一方面我們也根據 2 米高處的觀測來判斷，一方面略去在同樣條件下——在空曠的平地上、由於所有台站分佈的地方條件的影響，假如可以這樣說的話。

在水平方面的大氣候變化，例如溫度的變化（緯度的與經度的梯度），在 100 千米內，是以十分之幾度來度量；可是垂直梯度，在 100 米內，即以十分之幾度來度量。

地方氣候決定於範圍比較小的氣候形成的因素：中等地形、大片植物及其他等。我們要區別森林的、林中曠地的、谷地的、城市的以及諸如此類的地方氣候。地方氣候的特性表現在以幾十米甚至幾百米計的氣層中，但是這些特性是隨高度而減弱。在各種地方條件中，以幾米和幾十米計的高度上的觀測，所得溫度的、濕度的、風速的垂直梯度和水平梯度，超過相對應的大氣候梯度好多倍。例如隨氣候的地方特性而轉移的最低溫度，在幾十米的距離中，可能有變化，在這一層中，溫度垂直梯度同樣具有顯著的日變化。晝間的超絕熱梯度 (сверхадиабатический градиент) 為夜間逆溫 (инверсия) 所替代，而且，以 100 米折合，我們所得到已經不是十分之幾度，而是整數甚至是幾十度。

小氣候是包括發生在土壤表面之上以 1.5—2.0 米計的氣層內的現象，直接隨作用層的狹隘地方屬性而轉移，如：小地形 (микрорельеф)、植物特徵以及諸如此類等。溫度、風與濕度的垂直梯度較大，是貼地氣層的唯一特性。假如計算 100 米內的氣溫梯度，那麼將出現幾百度甚至幾千度。這些現象通常不發生在前面所說的氣層範圍

以內，可是，這些現象具有非常大的實踐意義，因為人類大部分活動，正是在這一層內進行着，這裏生長着植物，同時，正是這一層最容易給人類的積極影響。變更下墊面（подстилающая поверхность）的特性，例如破壞草地的草層（травостой）或者壓緊土壤，我們就可改變小氣候。

所引小氣候與地方氣候概念的說明，不是要求作為完美的定義。甚至在考慮到一般氣候定義尚未徹底地完成以前，現時要給予（小氣候）一些確切的敘述是困難的。

我們觀測花壇上的小氣候，又觀測柏油路上的小氣候，觀測伸展在幾百公頃的寬濶的集體農莊田地上的小氣候，又觀測海洋面上的小氣候。在那些情況下，在作用面不均勻時，由於與作用面的接近，水平面上的小氣候有很大的變化。小草丘（кочка）、溝渠（канавы）、田地間的窄狹田界（узкая межа），都有它們本身的小氣候。許多情況下，會給我們發現複雜的小氣候問題，例如：在馬鈴薯的田地上，在馬鈴薯的莖葉（ботва）¹⁾封壟（смыкание）以前，敞露地段和為馬鈴薯葉子所覆蓋的地段的小氣候是不同的。在綜合條件下，它們產生馬鈴薯的小氣候。

小氣候現象的範圍和以彼此分佈相距幾十千米的氣象台站網來說明的一般氣象現象範圍是不同的，以致為了研究它們時必須製定專門儀器與研究方法。

根據範圍來說，地方氣候佔中間位置，同時在我們蘇聯到最近為止它和小氣候是聯系在一起的。但是，因此在綜合估計區域的自然地理特性——它們的詳細區劃（райнирование）（例如：城市、療養地、蘇維埃農場地區、道路、飛機場等的設計）時，必須注意地方氣候，地方氣候的穩定性比小氣候大，是促使它成為獨立的研究對象，何況對於地方氣候研究可能採用一般氣象儀器直到高空氣象儀器，但是祇須有它另外的利用方法。為了研究地方氣候，台站分佈不應當像在研究大氣候與天氣時那樣的均等，而是根據應當予以研究的那些對

¹⁾ 指塊根植物的地上部分，以葉為主——譯者註。

地方氣候發生影響的自然地理條件的不同而分佈，並且一面在說明地方氣候的特性時也應考慮決定它們的因素(地形、植物等等)。

圖1所給的是沿子午線從北緯 56° 到 60° 的7月份平均最高溫度的、氣候要素之一的變化圖解。在這個距離內，在大範圍中，7月份平均最高溫度(根據氣候參攷書與地圖的資料)，變化數值約 3° (粗實線)，而且變化出現均勻。如果沿所示剖面(профиль)的所有台站是位於敞露平坦地段和所謂的自然覆蓋(естественный покров)地段(例如根據可能佈置氣象台站網)，可是，在那種情況下，這張圖結果祇是直接的資料。

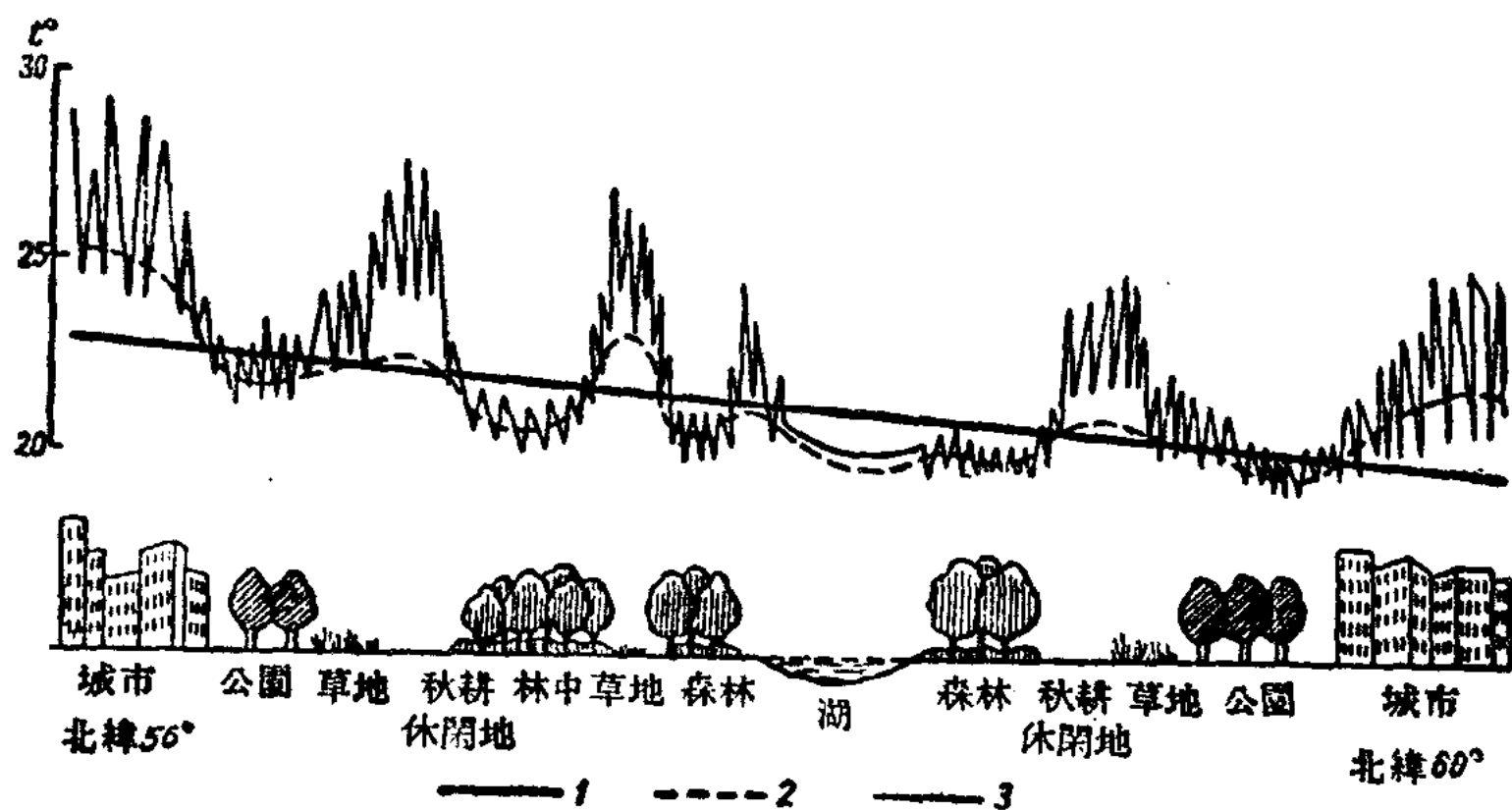


圖1 大氣候、地方氣候和小氣候現象之對比關係的圖解。

7月份平均最高溫度：1—大氣候的氣溫變化(隨地方緯度而轉移，根據敞露平坦地方在2米高處的觀測)；2—2米高處溫度的地方變化；3—5厘米高處溫度的小氣候變化。

同樣假如我們又在公園中、又在草地上、又在湖上、又在城市中佈置觀測點，同時我們利用這些觀測點的資料來說明所示剖面的溫度變化，那麼這張圖便很複雜了。在這種情況下的溫度變化圖，如圖1上點線所示。

城市中的最高溫度比空曠地方高，森林中與湖泊上比空曠地方低，餘類推。

在5厘米高處的這個剖面的溫度變化更複雜(如圖1細實線所

示)。在這個變化上，不僅公園、城市、水體 (водоем)¹⁾ 發生影響，而且土壤、結石 (камешек)、草的不同密度的個別不均勻性也發生影響。

爲了要認識這些現象的規律以及控制它們，必須懂得這些現象的產生，根據這些現象範圍的觀測，尋求決定這些現象的因素。

應當強調指出：研究小氣候與地方氣候的特殊生產前途，決定於把它們按照我們所需要的方向而改變的完全現實性。1948年12月22日根據斯大林同志的發起，黨和政府光輝地作出決議：“爲了在蘇聯歐洲部分草原和林原地區 (лесостепный район) 保證高額而穩定的收穫，關於護田林、草田耕作制的計劃、貯水池 (пруд)、貯水泊 (водоём) 的建立”。由這個計劃所預見的整體措施，它很大的一部分，目的正是要改變地方氣候與小氣候。

土表附近的氣候特性和地形、植物、水體對它們的影響，早已引起學者和實際工作者的注意，但是開始貼地氣層的有系統研究，應該是在十九世紀後半葉。

1872年在普爾科甫 (Пулков) 物理觀象總台的信號塔 (сигнальная мачта) 上，曾第一次有組織有系統的觀測貼地氣層不同高度的溫度。這些觀測結果給卓越的俄羅斯氣候學家 А. И. 沃耶科夫 (А. И. Воейков) 作出關於土表附近溫度層結 (стратификация) 特性的主要結論，它刊載在1884年“世界氣候與俄羅斯氣候”中。在同樣一篇論文中，А. И. 沃耶科夫也闡明地形對溫度日變幅 (суточная амплитуда) 影響的自身規律，也分出專門章節敘述植物對氣候的影響。在那些結論中，關於地方條件影響的特點，А. И. 沃耶科夫一方面認爲作爲氣候變化基礎的是作用面的熱量差額 (баланс)²⁾ (輻射狀況、對蒸發的熱量消耗等)；同時也把大部分注意力轉向現象的物理基礎上去。

1) 亦可譯爲貯水泊、蓄水庫、水池等不同名詞——譯者註。

2) баланс 一字包含有收支差額的意義，以下簡譯爲“差額”。也有人譯爲“平衡”——譯者註。

А. И. 沃耶科夫寫道：“現代自然科學的重要任務之一，是處理具有氣圈和水圈的地球上所得到的太陽熱量的收支紀錄”。

這個任務即使在現在也被充分地保存下來了。

А. И. 沃耶科夫對於地方氣候特性的說明曾着重地建議專門台站與簡易觀測的組織。

А. И. 沃耶科夫的這些思想，在 В. В. 杜庫查耶夫 (В. В. Докучаев) 的考察工作中得到其反映和發展(197—198頁)。

在記載着 1892—1894 年氣象觀測的考察報告文集中，В. В. 杜庫查耶夫代序道：“根據台站本身的位置，我們大規模台站的極大部分，是研究彼得堡 (Петербург) 本部的氣候，而不是研究它周圍沼澤地 (болото) 與荒野地 (пустырь) 的氣候；是研究哈爾科夫 (Харьков)、薩拉托夫 (Саратов) 的氣候，而不是研究其鄰近的廣闊草原的氣候；是研究諾夫哥羅得 (Новгород) 下游、科斯特羅馬 (Кострома) 的氣候，而不是研究維特盧日斯克 (Ветлужск) 與烏恩札斯克 (Унжанск) 的荒林氣候……。” В. В. 杜庫查耶夫一方面強調指出城市、森林、草原、高原和谷地的氣候區別，一方面指出實際工作者所提出的問題迫使接受研究它們的必要性。

В. В. 杜庫查耶夫和他的學生們的工作，奠定了世界上規模巨大的、為斯大林計劃所規定的防止旱災和乾燥風的改造自然措施的基礎。隨着基本任務——試驗和計算“在俄羅斯草原上的林業和水利的各種方法與方式”的解決，考察隊(指 В. В. 杜庫查耶夫所領導的考察隊——譯者註)已經順便地把不同種類和森林培植對地方氣候與小氣候的影響的特徵作了說明。

杜庫查耶夫考察隊的參與者 Г. Н. 維索茨基 (Г. Н. Высоцкий)，早在 1894 年便說明了隨着植物對地方位置的遮被程度和下墊面的特性而轉移的最低溫度分佈的基本規律性。

但是 1909 年人們又重新給他們提出“為了研究隨地形和植物覆蓋特徵而轉移的特殊地方氣候變化的地方觀測網”的問題。

在這些相同的年份裏，Г. А. 劉波斯拉夫斯基 (Г. А. Любос-

лавский)在列斯諾依(Лесной)(列寧格勒)曾研究過土壤中的熱量循環和植物覆蓋對它的影響。

П. В. 奧托茨基(П. В. Отоцкий)、阿達莫夫(Адамов)、托爾斯基(Тольский)等人,曾在實驗林務區進行過森林氣象方面的許多研究。

П. И. 郭洛斯科夫(П. И. Колосков)根據墾殖管理局所建立的黑龍江(Амур)地區氣象局的資料,於1915年發表了“地形是一個氣候的因素”的有價值的著作。

第一次世界大戰期間和以後的若干年份,這種氣候學的區劃工作,基本上是沿着積累經驗材料的道路前進着。這一時期的工作中,應當指出 В. Н. 奧波蘭斯基(В. Н. Оболенский)和 Л. Ф. 魯多維茨(Л. Ф. Рудовиц)在彼得洛格勒(Петроград)、Г. Т. 賽爾揚尼諾夫(Г. Т. Селянинов)在索契(Сочи)試驗站和 А. А. 斯克伏爾卓夫(А. А. Скворцов)在中亞細亞的研究,而且最近的工作,目的是要揭示小氣候現象的物理本質。

從三十年代開始,在我們國家中,社會主義建設事業的蓬勃發展,刺激着適應農業生產、療養地建立、運輸事業、國防目的等需要的小氣候與地方氣候方面蘇維埃研究的增長。在這一時期的工作中,特別值得注意的是:在 Г. Т. 賽爾揚尼諾夫領導下的農業水文氣象研究所中所進行的與蘇聯副熱帶的詳細農業氣候區劃有關的研究、Л. А. 高露別娃(Л. А. Голубева)等人在田間農作物的植物氣候(фитоклимат)方面、與在查波遼爾(Заполярь)進行的灌溉及其他實際問題有關的工作。在 А. В. 沃茲聶遜斯基(А. В. Вознесенский)和 А. А. 卡敏斯基(А. В. Каминский)所領導下的國立列寧格勒大學地理系氣候學教研室以及後來他們的學生所進行的小氣候與地方氣候方面的有意義工作。Я. Д. 龐菲洛夫(Я. Д. Панфилов)、В. А. 包得羅夫(В. А. Бодров)、Ю. А. 比亞爾羅維奇(Ю. А. Бялович)等人曾在林帶效果方面進行過大量的研究。在療養地建立方面,值得十分注意的是 Н. А. 郭羅斯切列夫(Н. А. Коростелев)的工作。在副熱帶根據其物理論證和生產效率所作的地方氣候的研究遠超過外

國氣候學者類似的工作。在研究小氣候的物理基礎中，特別是熱量收支差額，В. А. 密赫里松 (В. А. Михельсон) 和 С. И. 沙維諾夫 (С. И. Савинов) 的工作，起着很大的作用。

在偉大的衛國戰爭之後，在蘇聯，適應各國民經濟部門的需要，開始一個新的研究小氣候與地方氣候的高潮；在這種情形下，非常注意現象的物理方面和五十多年以前爲 А. И. 沃耶科夫所發表過的觀念；由於蘇維埃理論氣象學家的成就，由於有良好的技術裝備而主要的是由於與有計劃的開發以及包括貼地層氣候在內的改造自然等有關實際需要的巨大增長而得到了進一步的發展。這裏特別應該指出以 А. И. 沃耶科夫命名的地球物理觀象總台的工作 [Д. Л. 拉依哈特曼 (Д. Л. Лайхтман)、М. И. 布狄科 (М. И. Будыко) 等]。

小氣候學和地方氣候學的發展史，是實踐與理論作用的明顯例證，而且特別是科學成長中蘇維埃的有計劃生產的明顯例證。

第一章 小氣候與地方氣候的 物理基礎

第一節 作用面的熱量差額¹⁾

土壤和植物以及任何別的物體的表面都能藉輻射作用 (радиация) 吸熱和放熱, 從而調節鄰近空氣層和土壤的溫度情況, 這種表面稱為作用面 (действительная поверхность)。

大氣的逆輻射 (встречное излучение) 與土壤和植物本身輻射之差——有效輻射 (эффективное излучение)——幾乎總是負數, 這就是說, 有效輻射的結果是作用面失去熱量。白晝太陽輻射 (солнечная радиация) 通常超過有效輻射。同時土壤和植物表面所獲得的過量的熱便被用於植物、土壤、鄰近空氣層的直接增熱, 以及生物學的過程 [光合作用 (фотосинтез)] 和蒸發-蒸騰作用 (испарение-транспирация)。

在既無直接太陽輻射又無散射輻射 (рассеянная радиация) 的時候, 或在其強度不大的時候, 例如在冬天, 特別是在能夠反射大部分太陽輻射的雪覆蓋 (снежный покров) 上空, 輻射熱的支出超過收入, 結

¹⁾ 在這一節以及以後有關小氣候與地方氣候的物理基礎的各節中對於作用面的熱量差額只從其影響的觀點來加以討論。因此, 在差額的某些方面說明得比較完全, 而另外一些對所述現象無直接意義的方面則完全略去。以後引述的關於熱流的一些近似公式基本上都不是供計算之用, 而是供說明氣溫、濕度和土壤溫度的垂直梯度與熱流、水分流動和亂流交換等作用的關係之用的。