

松林与水分

A·A·莫尔察諾夫著



中國林業出版社

A. A. 莫尔察諾夫著

松 林 与 水 分

杜淪聰 黃普華 徐承鐘譯

中國林業出版社

1958年·北京

А.А.Молчанов

Сосновый Лес

И Влага

Издательство Академии Наук СССР

Москва 1953

版权所有 不准翻印

А.А.莫尔察诺夫著

松 林 与 水 分

杜淪聰 黃普華 徐承鐘譯

*

中国林业出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版營業許可証出字第007号

財政出版社印刷厂印刷 新华書店发行

*

31² × 43² / 32 • 4¹/₂

印張 • 94,000字

1958年11月第一版

1958年11月第一次印刷

印數: 0001—3,000册 定价: (10) 0.58元

統一書号: 16046·487

前 言

共产党第十九次代表大会的历史性決議拟定了苏联国民經济所有各部門的大規模工作。为了进一步改善苏联劳动人民的物質福利，党十九次代表大会还极度注意到农业的发展。在共产党第十九次代表大会关于五年計劃指示报告中薩布罗夫說：“在第四个五年計劃期間，已經在苏联欧洲部分各草原区和森林草原区着手实行了大規模的斯大林改造大自然的計劃；現在我們已有一切可能来普遍应用正确的耕作法了。第五个五年計劃規定在集体农庄和国营农場的田野上营造林带，这不但在苏联欧洲部分的草原区和森林草原区是如此，而且在西伯利亚、中亞細亚和其他地区也是如此。規定在五年期間，在集体农庄和国营农場上至少种植2,500,000公頃的防护林，并种植2,500,000公頃左右的国家林带”。①

“計劃中所規定的关于发展灌溉——馬林科夫在苏联共产党第十九次代表大会的报告中指出，——营造防护林和沼泽地带排水的大規模工作的完成，将把我們农业提高到更高的水平，我国将永远不受气候变化的危害。我們的任务是在規定的时期內胜利地完成发展灌溉，营造防护林和沼泽排水的工作”。②

① M. 薩布罗夫：“关于苏联共产党第十九次代表大会关于1951—1955年苏联发展第五个五年計劃的指示的报告”，新华月报1952年12期36頁，人民出版社版。

② Г. 馬林科夫：“向十九次党代表大会所作的关于苏联共产党（布尔什維克）中央委员会工作的总结报告。”新华月报1952年11期81頁，人民出版社版。

在理論上正確說明森林的水文作用對實現改造大自然的斯大林計劃具有很大意義，同時對專家在实际工作中和揭露這一方面的錯誤也是需要的。

1869年瑞士人里茲萊爾所進行的短期調查，使他得出一個結論，認為森林所消耗的水分要比農田和草地多，這在理論上是沒有根據的。里茲萊爾和他的一些信徒們，把森林對各國土壤和河流的水分狀況有危害影響的錯誤觀念鞏固下來了。這些思想甚至在俄羅斯也泛濫過。結果，在十九世紀八十年代即遠在Г.Н.維索茨基的卓越研究以前，關於森林的水文作用的觀點在我們國就已經出現了如下的說法：“森林不單對附近田地沒有任何益處，不單無助於水源的補給；相反的，森林對田地和流水還有危害作用，即奪去其附近的大量水分，這些水分如果沒有森林就會儲存起來；每株樹就是一台抽水機，從土壤中吸取水分，因此森林附近的田地發生干涸，糧食作物生長不好。這種影響很大，從以下的說明就很明顯可以看出：當森林砍伐後，水分不再消失於大氣中而存留在采伐迹地，土壤將會變成沼澤化”（萊茵倍爾格1884年）。十九世紀末葉，在俄羅斯的特羅道留培小村和大阿納道里地方進行的草原造林的典型試驗駁斥了這種謬言；但是今天這些陳舊的觀點不單還存在，而且在資本主義國家里還為了森林工業家們的利益正在大力宣傳，為他們掠奪式的毀滅森林的辯解作幌子。

美國人霍依特和特洛克賽爾的結論則認為集水區森林的毀滅將大大增加河流的年平均流量，水流將會更加均勻，並使河流的最小流量得以提高。這種不科學和有害的結論，曾經沒有經過任何批判性的分析就企圖搬到我們蘇聯的國土上；這一結論甚至被水文學家С.Н.克里茨基和

M.Φ. 孟盖尔贊成过来作实际运用（見H. M. 底郝米洛夫的材料1951年）。

讀者面前的這本書就是要說明苏联最近的研究成果，同时也給我們一个关于不同組成、不同年龄和不同郁閉度的松林水文作用的完全而詳尽的概念，这个概念和以前提到的是不相同的。

著者簡要地講完在地壳构造現象的結果下以及土层侵蝕和水文网加深的作用下土壤水分状况的变化后，就說明由于干旱时期和湿润时期周期交替下所造成的土壤湿度和地下水位的升降情况。尽管在干旱期內森林和大田都一样会减少土壤湿度和降低地下水位，但森林在干旱时期总是对附近田地的水文气候状况具有良好的影响，即防止农地免受旱风、高温和土壤干涸的致死的危害。本書主要分析了森林和水分之間的相互关系。分析中指出林地土壤水分状况之变化与林木年龄有关，而无林地土壤水分状况之变化則与其面积的大小有关。

本書內所引述的材料可以給我們在造林时，以及在解决主伐、間伐、水源涵养林的經營組織等有关問題时，指出合理的經營措施的选择和实施的方向。

目 录

前言	2
第一章 研究史	1
第二章 研究方法	20
第三章 研究地区的自然历史条件	23
第四章 自然界中的水循环	30
第五章 地面径流	32
第六章 林木在其发育过程中的生态学规律和生态学规律的改变及其在调节当地水文上所起的作用	35
林分质量的变化与林地的关系 (39)	
太阳辐射 (41) 植物气候和林分年龄 (41) 土壤冻结和林分年龄 (47)	
针叶量与林分年龄的关系 (49) 林冠对降水的截拦量 (55) 雪的融解过程 (57) 苔藓复盖层和枯枝落叶层在水分配中的作用 (61) 林木的蒸腾 (72) 不同年龄林分的总蒸发量与林型的关系 (80)	

第七章	营养物質循环与林齡的关系.....	85
第八章	土壤的湿度.....	88
	不同地理带的沙土湿度 (91) 土壤湿度 的年内变化 (96) 土壤湿度变化与 地下水位变化的关系 (99) 在不同年 齡的森林林冠下土壤湿度与林型的关 系 (101)	
第九章	无林地的特征.....	106
	风速的变化 (106) 温度的变化 (107) 空气湿度的变化 (108) 无林地区的积 雪 (109) 水份蒸发力与距离森林远近 的关系 (111) 蒸发耗水量与作物种类 及土壤耕作状况的关系 (113) 无林地 的总蒸发 (115) 无林地上的土壤湿 度 (116)	
第十章	森林和地下水.....	118
第十一章	結論.....	127
第十二章	实践上的建議.....	130

第一章 研究史

在旨在获得高额而稳定产量的大规模改造苏联欧洲部份大自然的斯大林计划中，护田林带和营造森林有着极大的作用；因此，从各方面去研究森林对水份的影响便具有异常的意义了。

对森林水文问题发生兴趣不是偶然的，因为水份在植物的生命中起着巨大的作用。森林的生长，一方面需要依靠土壤中的水份，另一方面森林不单对林冠下的土壤水份状况，而且也对森林周围地区的土壤水份状况产生极其巨大的影响。此外，森林能减弱风力，降低风速，调节温度和改善气温，增加空气中的绝对湿度和相对湿度以及促进土壤表面积雪的重新分配。必须指出，降落到森林的降水量有10—37%都散落在林冠上，然后又蒸发到空中；其中樺木林林冠阻拦的水份最少，云杉林和松林阻拦的水份最高达20—25%。森林中土壤表面水份的蒸发比林外空地少数倍。森林内大量降水渗入土壤供给林木的生理活动，补充地下水，成为地下径流流入河内；在森林内的积雪不象在旷野上一样会被风吹走，当春天来临后，雪水就完全渗入土壤，因为林内土壤的冻结程度要比空旷地小得多。由于积雪融化的缓慢，因此森林地区的洪水就不会象无林地那样猛烈。森林在极大程度上能够减轻水灾，防止土壤遭受水蚀和风蚀。

然而，造林事业虽然在数百年的实践中证明具有完全的优良作用，但至今森林对于土壤水份的影响还没有确立一个统一的具有科学基础的概念。

其原因乃在于对有关土壤水份的許多因素研究不够。

現代的科学已經知道森林地区和无林地区的土壤水份会发生长期变化，年变化和季变化。

长期变化是在土层冲刷和水文网加深所引起的地面升高和陷落的地壳构造現象的影响下发生的。此外，周期性的气候变化和植被的更替也能对这种长期变化发生影响。

土壤水份状况的年变化决定于气象因素，其中特别是降水量。降水充沛年份，土壤水份就会增多和使地下水位升高；而降水缺乏年份，土壤水份則急剧减少，地下水位亦随之下降。

土壤水份状况的季变化取决于土壤蒸发和植物在生长期內蒸騰的耗水量，以及秋季和春季林地的儲水量。三月、四月土壤湿度最大，八月、九月最小。

在秋雨恢复土壤蓄水量方面，无林地比森林土壤早。通常在生长期初期空曠地蓄积的蓄水量最多。中緯度地带在积雪融化后經過两星期，放牧地和栽有农作物的大田就变得比森林土壤干涸。这种对比一直保持到整个夏天。但从九月中旬开始到冬末阶段，大田、放牧地和草地又重新比森林土壤湿润。

在地壳构造过程中所引起的土壤水份状况的变化，虽然是我国許多地区的自然特征，但我們还没有經過詳細的研究。

道庫查耶夫（1892年）和依茲馬依尔斯基（1893年）曾詳細的写下了关于在冲刷沟（侵蚀沟）、荒溪与河谷加深的影响下土壤水份状况的情形，以及由于地形改变后徑流的有利变化。

· 詳細研究了苏联欧洲部份的草原，使道庫查耶夫得出

一个結論，即由于有排水管作用的河床，冲刷沟（侵蝕沟）和荒溪的加深，在地球发育历史的最近年代里土层已經逐漸干涸，地下水位已經逐漸降低。

唐波夫草原的著名研究者依格納齐也夫指出，在斜坡上复被有草本植物的洼地，以及促进土壤吸收春水的未开垦草原的植物，都对我国草原的水份状况起着极其良好的影响。从影响水份状况的作用来看，草原植被近似于森林。但草原經過开垦后，土壤的侵蝕作用就加强，出现了冲刷沟，降低了单位面积的降水量，毫无阻碍地产生了降水的地面徑流。

根据对草原进一步的研究，依茲馬依尔斯基(1893年)曾得出一个結論，認為在現有的条件下不可避免地一定会变干涸。如果注意到地势的变迁，徑流的增加以及由地势引起的单位面积降水量的减少，那么我們毫無疑問的可以推論出地下水位是在逐漸降低。

在被冲刷沟（侵蝕沟）割切得特別支离破碎的地面上，草原上的干涸将达到如此强烈的程度，即使在雨量充沛的年份，土壤也几乎得不到湿润。依茲馬依尔斯基的著作“我国草原多么干涸”（1893年），我們認為，揭露这种現象是相当深刻的。

道庫查耶夫（1892年）研究出用造林和建造貯水池的方法来改良我国草原的一系列措施。

气候周期性的变化对土壤水份和地下水位的影响很大。在石头草原上的多年观察証明，地下水位和降水量之間存在着一定的关系。这种关系在比較三年的总降水量資料和地下水常水位变化曲綫时便清楚地表明出来了。在47年的观察期內，出現过两次长期低落：一次是1904—1909

年；另外一次是1935—1940年。地下水位每次低落的延續期为5年（Г.Ф.巴索夫1948年）。

根据森林經理調查報告材料以及詢問老居民，位于石头草原邻近的沃龙涅什省的赫雷諾夫斯克松林，从1840年初次經理的日子到現在为止，地下水位有几次发生急剧降低和急剧上升的情况。地下水的剧烈上漲，引起了当地地下水在低凹的地方流出地面。在水淹的影响下，不止一次地淹死了甚至是II—IV龄級的松林，同时也变成沼泽，形成湖泊。在1845、1874、1908、1931和1948諸年內記載有大面积的低位沼泽地和盆地被水淹沒。从1928年到现在，赫雷諾夫斯克松林的地下水升高了2公尺。1925年发生大量降水（915公厘）后，广大地区出現了湖泊氾濫。由于松林受淹，根据森林經理調查小組的資料，区内有466公頃的松林被淹死；1845年也因松林被水淹沒而有大面积林木干枯。1947年的大量降水引起1948年湖泊氾濫，其后淹死很多地方的幼松林（莫尔查諾夫1949年）。

赫雷諾夫斯克松林发生水淹的同时，南方諸河流，首先是頓河，比吐克河和德涅泊尔河^①，也出現了大水灾；根据E.Б.奥波可夫（1843—1846年）和后来Л.С.培尔格（1947年）的材料，德涅泊尔河在1845年发生大氾濫，水位上升了6.93公尺，1877年的洪水上升了5.56公尺。規模异常大的大氾濫同样在1917年也发生过。上述各个年份，赫雷諾夫斯克松林也被水淹沒。

В.И.罗特可夫斯基（1950年）曾記載过布苏魯斯克松林湿润年和干旱年的周期性更替現象。在雨水充沛的年份地下水位上升，林木的成活率高，而在干旱年份地下水

^① Л.С.培尔格：“气候与生命”1947年。

位則下降，松樹干枯。

綜上所述，使我們有根據認為土壤干涸以及由此而引起的地下水位的下降，或者相反，周期性的淹沒都不能用消滅森林或營造森林來解釋。地下水周期性的降落和升高是氣候變化的結果。某些著名學者把布蘇魯斯克松林地下水水位的上升解釋為，是伐盡松林的緣故。另外還有一種錯誤的見解，認為無林空地和火燒迹地越少則地下水越少，林分一般情況就變得越壞。

關於在不同組成的植物影響下土壤水份變化的這一問題，很早就成為學者們研究和辯論的對象。我們現在僅僅敘述一下有關該問題的最主要論著。

里茲萊爾在1869年所進行的第一次調查指出，森林土壤特別是深層的土壤要比大田土壤干燥；根據調查人的說法，樹木可以作為排水管來看，它插立在土壤中，通過樹干把水輸送到葉子，然後蒸發至空中。根據這點，里茲萊爾說：“森林是水的源泉”，這一句格言，只有周圍有水流來的情況下才能使人相信。彼得堡林學院的學生A.凡爾米謝夫1882年在П.А.科斯賓切夫領導下進行研究工作，他曾首先證明，在40齡的松林下，夏季上層土壤要比林外空曠地濕潤，而下層土壤則相反，森林的要比林外的干燥。

根據A.И.伏依可夫、Г.Я.波利茲寧教授的建議，1892年曾對原赫爾松省徹爾尼森林的土壤濕度作過調查，觀察是在森林和田間同時進行的。他們證明：夏初（5月）林下深達120公分的土層較田間土壤濕潤。但七月末則比田間土壤干燥。

依茲馬依爾斯基在1894年也同樣注意到諾沃羅西斯克

边区（即現在的敖德薩省）林下深层土壤明显的干旱性。波利茲宁和依茲馬依尔斯基調查的是闊叶林下的壤土，時間一般不超过一个生长期。

1892年維索茨基对25齡的櫟——櫟林的土壤水份开始了最詳細的长期研究。根据他的材料（1899、1900、1901、1902、1904、1938年）和更早的赫拉莫夫^①的材料，在湿润年份，大田和未开垦的草原表层土壤特別干燥，而森林則底土最为干燥。根据П.К.法利可夫斯基的資料（1931—1939），在哈尔科夫省生长茂盛的高原柞树林里很明显看出，森林的耗水量要比林外为多。

表 1

在生育期內 5 公尺厚的土层一昼夜平均的耗水量(毫米)

采 伐 迹 地 (年)	采 伐 迹 地	森 林
1	2.01	4.17
2	2.50	2.88
3	2.70	4.22

在降水量足够的年份，森林的耗水量最大。在年降水量达 846 公厘的极湿年份，土壤的耗水量則大大縮减，七年平均为 3.72 公厘。

Н.П.阿达莫夫（1894年）在引西坡夫柞树林作例时也指出：森林的表层土壤比較潮湿，而草原則在較深土层比較湿润。

根据Г.Ф.莫洛作夫（1900年）1899年在上述相同的地方、第一层为柞——櫟和下木为灌木的老齡林內、有柞

① 該材料引自Г.Н.維索茨基的著作（1930年）。

树萌芽木和其他闊叶树种更新的采伐迹地上，以及林中空地內进行的調查，在生长期的前半期，采伐迹地上萌芽木的土壤最湿，其次是老龄林，最后是林中空地；而在生长期的后半期，則幼龄林的土壤最干旱。而底土的湿度以老龄林最小，其次是幼龄林，而最湿的是采伐迹地和大田。

根据B.И.阿考保夫的材料（1935年），在靠近楚各也夫（ЧУГУЕВ）的高原柞树林內，离地面20公分深的土层含水量是最少。在以下直至离地面深达180公分的土层中，則采伐迹地的含水量最大，幼龄林次之，成熟林最小。在更深的土层中柞树林比起林外空地和幼龄林来就更干旱了。

根据B.И.阿考保夫得出的結論，春季林中的壤土，其湿润程度較之采伐迹地为弱，因为采伐迹地秋季保持的水份較多。林中土壤，在融雪完毕后不久，湿度最大。

仲夏时，林中土壤发生干涸現象。发生湿润和干涸現象的土层的厚度，因乔木根系的深浅、而变动于2.5—3.0公尺之間；在寬65公尺的空曠采伐迹地上，夏季发生水量变化的土层厚度不超过1.5公尺。采伐迹地在未更新成林以前土壤蓄水量将逐年增加。

根据維索茨基和П.К.法利可夫斯基的調查，关于大阿納道里25齡的槭树一櫟林以及特洛斯嘉涅澤試驗站的柞树林內外，离地面不同深度的土壤的湿度变化資料列于表2內。

每年降水滲入土中的深度只能达到3—4公尺，再往下面就是一层不能湿润的干涸层，这层的湿度全年都不发生变化，这一不能湿润的层次維索茨基称之为“死层”。

根据湿润特征的不同，維索茨基把土壤分为三类。

表 2

土壤在不同深度上的湿度变化 (%)

土样的深度, (公尺)	維利科—阿納道里		特洛斯嘉涅澤	
	森 林	大 田	森 林	大 田
0—5	14.7	18.9	14.1	17.0
5—10	14.9	21.3	13.1	19.0
10—15	16.9	22.5	16.7	20.0
16	18.7	21.2	20.2	19.1
17	20.5	21.0	22.1	—
18	22.0	21.5	23.3	—

1. 定期湿透土类。

2. 不定期湿透土类，即在湿润年可以湿透，在干旱年则不能湿透。

3. 不湿透土类。

定期湿透土类在湿度分配方面是极其复杂的。春季融雪能使这类土壤湿透至 5 公尺深。法利可夫斯基 (1935) 认为不湿透土类的特征就是不能湿透至 2—3 公尺以上，2—3 公尺之下即垫有维索茨基所谓的不能湿透的“死层”。不湿透土类的土壤湿透深度的变化取决于空气的含水量，春季降水量以及开春的迟早。根据特洛斯嘉涅泽试验站的观察，不同年份土壤湿润的深度变化如下：

年 份	1928	1929	1930	1931	1932	1934	1935	1936
湿润深度 (公尺)	2.0	3.5	2.5	3.0	3.0	4.0	3.0	3.9

森林采伐后土壤湿润深度的变化就完全成为另外一种情况。例如，根据某些调查者的材料，采伐后三年土壤湿

潤的深度達到11.5公尺。但即使在这种情况下，土壤中還保持有一層厚達3.5公尺的“死層”。

A.Φ.列別席夫(1930)根據高土柱內水份平衡條件的試驗研究，和有關草原土壤水份分布材料的分析，得出一個結論：靠近地表的两層地下水可能是依靠大氣降水的滲透形成的，靠近地面的地下水，根據維利科——阿納道里施業區的觀察，主要是由暴雨降水補給的(И.拉蒲斯基1948年)。地下水位變動和降水降落量之間的關係，在維利科——阿納道里地區已用許多個1—20公尺深的水井加以確定，証實了列別席夫的試驗。

依茲馬依爾斯基(1894年)和維索茨基(1899年)認為南方草原粘土地帶所遇到的地下水，只能由當地大氣降水滲入土中的水份形成。但這種現象只能在一定地點發生，即在完全平坦的地面，凹地或者洼地和谷地的頂部。土壤的干旱性影響了向土壤四面八方的濕潤。

列別席夫(1930)不同意依茲馬依爾斯基和維索茨基的結論，他強調土壤干旱性是一個不充分的指標，因為他們二人誰都沒有確定出停止重力水作用的土壤濕度範圍。在連接“死層”的上層土壤內，土壤濕度相當於最大分子含水量或相當於在完全自由徑流流入土壤深處時(指汽態水——譯者注)土壤所截攔的濕度狀況。在秋末或春初，由於春冬二季的降水，土壤被濕潤到能使水份達到最高分子含水量的土層，並從此時起水份就不可避免地滲入地下成為地下水了。

這個結論與維索茨基的說法有矛盾，即“死層”不會受到完全濕潤，因為濕潤邊界發現有被沖洗出來的石膏和腐植質的累積物。土壤濕潤時，在存在着這些土壤的長時