

東京都八王子市のスギ林および ヒノキ林における土壤水の動態

岩 波 基 樹

Dynamics of Soil Water at *Cryptomeria japonica* Forest
and *Chamaecyparis obtuse* Forest in Hachioji, Tokyo

Motoki IWANAMI

Summary

The purpose of this paper is to study dynamics of soil water by ARIMITSU's tension free lysimeter at a *Cryptomeria* forest and a *Chamaecyparis* forest for two years.

1. Soil water flux through the tension free lysimeter at the *Cryptomeria* forest was always larger than that at the *Chamaecyparis* forest. It is considered to be due to the difference of topography and of water permeability between two forests.

2. The correlations between the throughfall and the soil water flux through the lysimeter were low in the 1st year and high in the 2nd year at both forests. It seems that the low correlation in the 1st year due to the influence of disturbance of soil by setting the apparatus.

3. The relationship between the precipitation and the throughfall at the *Cryptomeria* forest was similar to that at the *Chamaecyparis* forest.

4. NH₄-N and P₂O₅ contents in the soil water at the *Cryptomeria* forest were almost the same at the *Chamaecyparis* forest. NO₃-N, K, Ca, and Mg contents in the soil water at the *Cryptomeria* forest were always higher than those at the *Chamaecyparis* forest.

5. Nutrient contents of the soil water in the 2nd year were lower than those in the 1st year, and the fluctuations of them in the 2nd year were smaller than those in the 1st year.

I 緒 言

林地土壤水の動態を調べることは、森林生態系の物質循環や土壤生成などについて重要な情報をもたらすとともに、林業の諸作業（伐採、林地肥培など）が林地や下流の生態系におよぼす影響など環境保全的な面を知るうえでも重要なことである。

林地土壤水の動態を調査した報告は、志賀高原の亜高山帶針葉樹林（1）や静岡県浜北のアカマツ林（2），尾鷲山系のスギ，ヒノキ林（3）などがある。これらの結果によれば、土壤水の動態は地形および土壤のタイプなどによって異なっている。

この研究は、東京都において、林業的に最も重要なスギ林とヒノキ林を対象に、林地土壤水についての基礎資料を得るために、2年間にわたり調査したものであり、そ

の結果2，3の知見を得たので報告する。

本文に先立ち、本研究を遂行するにあたり、御教示ならびに御校閲を賜った農林水産省林業試験場土壤部有光一登博士に厚く御礼申し上げる。また、本研究は、前当場五日市分場長菊池盛太郎氏（現：東京都労働経済局西多摩経済事務所林務課長）の御理解と、当場五日市分場の藤岡牧夫研究員および農工大学農学部平山良治氏（現：科学博物館筑波実験植物園）の御協力によって実施したものであり、厚く謝意を表する。

II 試験地および試験方法

1. 試験地

試験地は、八王子市恩方町に位置し、1959年春にスギ、ヒノキを植林した拡大造林地である。この試験地では、尾根筋には弱乾性褐色森林土（B C型）さらに中腹にか

東京都八王子市のスギ林およびヒノキ林における土壤水の動態

では適潤性褐色森林土（偏乾亜型）（BD（d）型）が認められ、これらの地域にはヒノキが、また、沢筋の崩積土を主体とした適潤性褐色森林土（BD型）の地域にはスギが植栽されている。地質は、東京都の地質（8）によれば、中生代白亜紀鳥の巣統で砂岩と粘板岩の互層となっている。標高は200～300m、傾斜は30度前後である。立木本数はスギ、ヒノキ林とも約2,700本/ha、平均樹

高は13年生のスギ林で9m、ヒノキ林で7m、地位は中程度である。林床植生は、スギ林の草本類がミソシダ、ジャノヒゲ、オオバジャノヒゲ、木本類がアラカシ、マルバウツギ、アブラチャン、ヒノキ林の草本類がゼンマイ、ヤブラン、木本類がアラカシ、マルバウツギ、ヒサカキ、ヤマツツジなどである。気象条件は、調査地付近の八王子市元本郷町の観測値（7）を表1に示した。

表一 気象条件

月区分		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
降雨量 (mm)	1975年	50	97	90	114	132	244	135	185	78	257	225	50	1657
	1976年	—	110	70	114	219	246	72	106	222	155	12	38	1454
温度 (℃)	1975年	2.6	3.4	6.6	13.6	17.9	21.8	25.4	26.5	24.1	16.1	11.2	4.6	14.5
	1976年	2.8	5.1	7.8	12.1	17.1	21.1	23.5	25.2	21.2	16.4	9.1	4.9	13.9

表二 土壤の化学性

林相 深さ	成分 単位	pH		炭素①	全窒素	炭素率	塩基② 置換容器	置換性塩基③			飽和度		有効態④ リン酸 mg/100g
		H ₂ O	KCl					カリウム	カルシウム	マグネシウム	カルシウム	マグネシウム	
				%		me./100g				%			
スギ林	5cm	5.2	4.1	5.32	0.45	11.8	20.6 15.6	0.77	2.34	0.46	11.4	2.2	1.2
	15cm	5.1	4.0	2.16	0.21	10.3		0.42	0.98	0.35	6.3	2.2	0.5
ヒノキ林	5cm	5.0	3.9	5.12	0.34	15.1	20.2 15.3	0.57	2.13	0.35	10.5	2.6	0.9
	15cm	4.9	3.6	0.92	0.09	10.2		0.30	0.50	0.41	3.3	2.7	0.5

注. ①硫酸希釈熱法、②ピーチ法、③中性1N酢酸アンモニウム抽出、④ブレー第2法、

2. 土壤水の採取方法

スギ林、ヒノキ林とも深さ5cmと15cmの層に、有光式テンションフリーライシメーター（図1）を5個ずつ埋設して土壤水の捕集を行なった。ライシメーター容器を設置した位置は、スギ林が斜面下部の崩積土のBD型土壤、ヒノキ林が中腹の飼行土のBD（d）型土壤の部分である。装置を設置した時期は、1974年11月17日であり、設置地点の土壤断面を図2に、土壤の化学性を表2に示した。

土壤水の採取時期は、1975年3月から1976年11月までの2年間、原則として月1回（毎月15日から25日の間）行なった。しかし、降雨量が少ない時は捕集される水が

少ないので採取は翌月に行なった。なお、土壤水の採取と同時に、図3に示す装置により林内雨量も計測した。

3. 溶存成分の分析項目および分析方法

採取した土壤水（原水）は、分析に先立って東洋濾紙No.6で濾過した。pHは、ガラス電極法、無機態窒素は、アルカリ剤として酸化マグネシウムを用いてアンモニア態窒素を、還元剤としてデバルダ合金を用いて硝酸態窒素を通気蒸留法（9）で測定した。カリウム、カルシウムおよびマグネシウムは、原水を原子吸光法、磷酸は、原水を10倍に濃縮して硫酸モリブデンによる比色法により測定した。

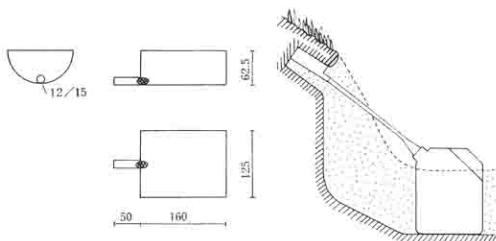


図-1 有光テンションフリーライシメーター

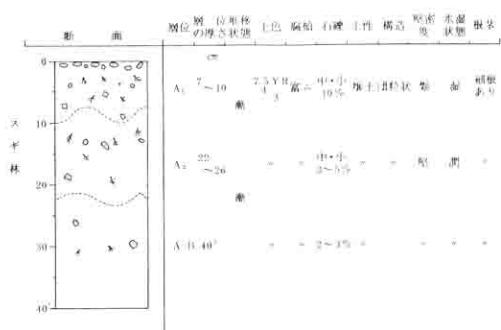


図-2 土 壤 断 面

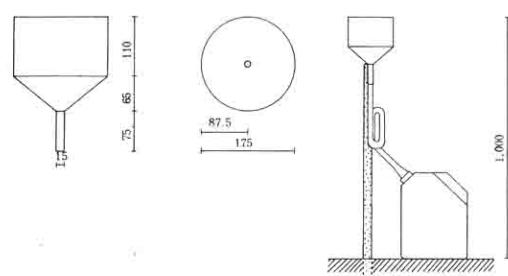


図-3 林内雨量採取装置

III 試験結果

1. 林内雨量と土壤水捕集量の関係

図4は、林内雨量と土壤水の捕集量を経時的に示したものである。スギ林、ヒノキ林とも林内雨量が多ければ捕集量も多かった。

スギ林とヒノキ林の捕集量を比べると、常にスギ林のほうが多く、ヒノキ林のほうが少なかった。また、深さ別の捕集量は、スギ林では、5cm層と15cm層の間には顕著な差は見られないが、ヒノキ林では、5cm層よりも15cm層のほうが常に少なかった。

土壤水の供給源は、閉鎖した林分では主として林内雨と樹幹流によってもたらされると考えられるが、その主体は林内雨であると思われる。そこで、林内雨量と捕集量の関係を図5に示した。両者の年度別の相関関係は、1975年のヒノキ林では、5cm層が0.44, 15cm層が0.33と低く、同年のスギ林では、5cm層が0.67, 15cm層が0.80であった。しかし、1976年では、スギ林の5cm層が0.88, 15cm層が0.98、ヒノキ林の5cm層が0.84, 15cm層が0.94であり、高い相関関係が認められた。

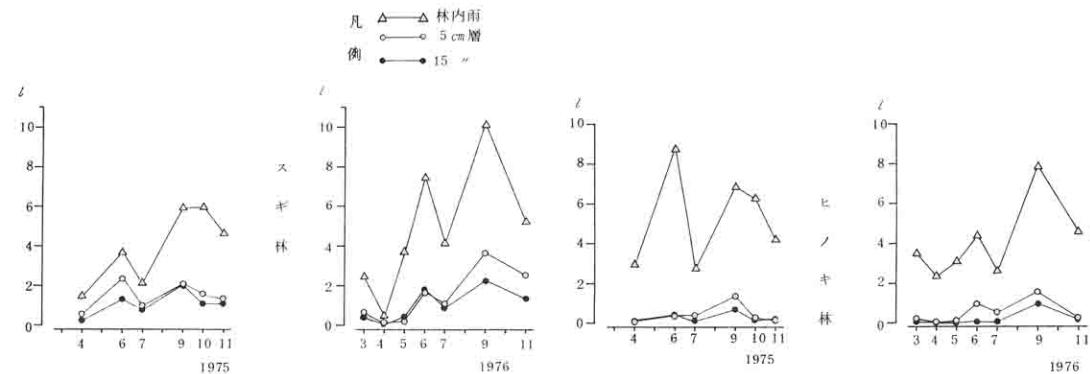
スギ林とヒノキ林の林内雨量は比較的近似しており、降雨量が多ければ当然林内雨量も多い場合が多かった。

2. 土壤水の溶存成分

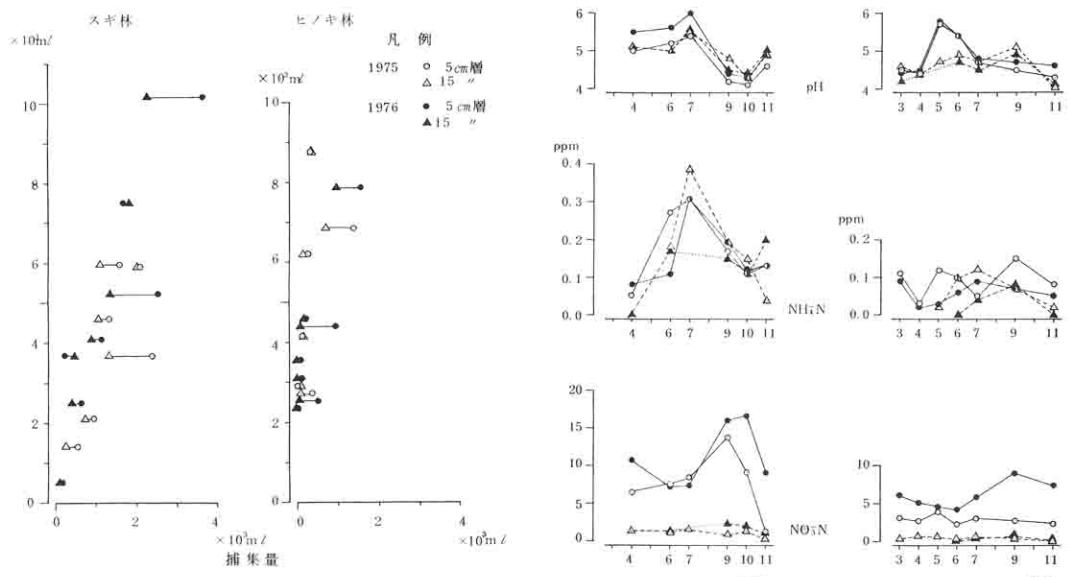
図6, 7は、土壤水中の溶存成分を経時的に調査した結果を示したものである。

pHは、1975年ではスギ林、ヒノキ林とも比較的類似の傾向を示した。4月から7月までは5.0~6.0の範囲とやゝ高く、9月以降は4.5前後と低かった。1976年では、経時的な変動は少なく周年4.0~5.0の範囲であった。しかし、スギ林の5月は、5cm層が5.7, 15cm層が5.8, 6月は、5cm層、15cm層とも5.4とやゝ高かった。また、土壤の深さによる違いは、スギ林では15cm層のほうが、ヒノキ林では5cm層のほうが常に高かった。

無機態窒素のうち、アンモニア態窒素は、スギ林、ヒノキ林とも1975年では夏（7月）に高く、春（4, 6月）と秋（9, 10, 11月）には低かった。1976年のアンモニア態窒素の経時的な変動は前年にくらべて少なかった。アンモニア態窒素の濃度は、最も高い1975年7月のヒノキ林の5cm層でも0.39 ppmであり、全体に低濃度であった。林分によるアンモニア態窒素の違いは、スギ林ではヒノキ林よりもやゝ高いように見受けられた。土壤の深さ別では、両林分とも5cm層のほうがやゝ高いように見受けられた。硝酸態窒素は、ヒノキ林では、5cm層、15cm層とも1975年では0.35~2.34 ppm, 1976年では0.03~0.74 ppmの範囲の低濃度に終始し、経時的な変動も少



図一4 林内雨および捕集量の経時的変化



図一5 林内雨と捕集量の関係

なかった。スギ林ではヒノキ林よりも常に硝酸態窒素の濃度が高かった。スギ林の経時的な硝酸態窒素の変動は、1975年では9月の5cm層が13.8 ppm, 15cm層が16.0 ppm, 10月の15cm層が16.6 ppmと高く、11月の5cm層が1.33 ppmと低かった。1976年では、15cm層の9月(9.13 ppm)と11月(7.48 ppm)が高かった。15cm層の他の季節(5 ppm前後)や5cm層(3 ppm前後)では顕著な差が見られなかった。

燐酸は、調査成分中最も濃度の低い成分であり、最も高い場合でも0.022 ppmであった。経時的な変動も少なく、0.005~0.022 ppmの範囲であり、林分や土壤の深さによる違いの差には一定の傾向が見られなかった。

カリウム濃度は、スギ林、ヒノキ林とも15cm層よりも5cm層のほうが常に高かった。経時的な変動の結果から

図一6 PHおよび無機態窒素

1975年ではスギ林、ヒノキ林とも3月(スギ林の5cm層が1.83 ppm, 15cm層が1.18 ppm, ヒノキ林の5cm層が0.75 ppm, 15cm層が0.60 ppm)から除々にカリウムの濃度が高まり、9月(スギ林の5cm層が5.01 ppm, 15cm層が3.96 ppm, ヒノキ林の5cm層が2.27 ppm, 15cm層が1.20 ppm)に最高となり、以後低下して11月にはスギ林の5cm層が1.50 ppm, 15cm層が1.66 ppm, ヒノキ林の5cm層が0.98 ppm, 15cm層が0.95 ppmであった。1976年

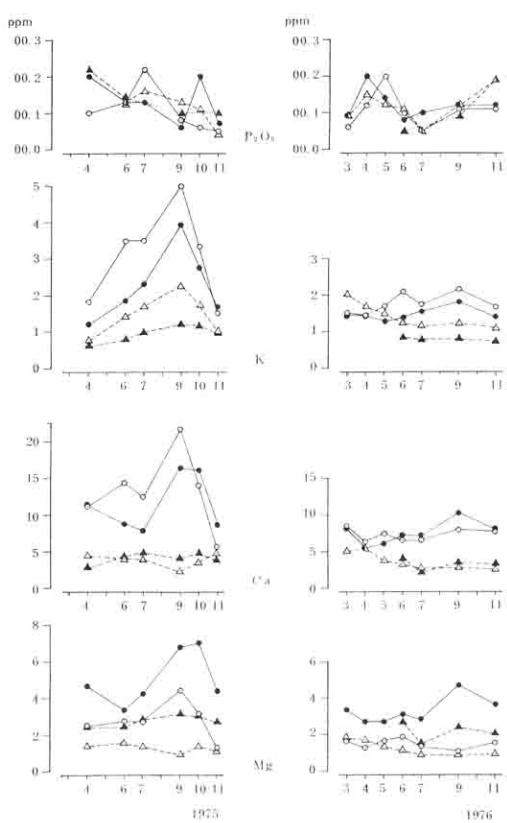


図-7 無機塩類

ではスギ林、ヒノキ林とも経時的なカリウム濃度の変動は少なく、スギ林の5cm層が1.46~2.16 ppm、15cm層が1.29~1.82 ppm、ヒノキ林の5cm層が1.10~2.03 ppm、15cm層が0.76~0.85 ppmであった。

カルシウムは、調査成分中最も濃度の高い成分であった。経時的な変動は、1975年のスギ林では、9月(5cm層が21.2 ppm、15cm層が16.5 ppm)に高く、カリウムに類似した傾向を示した。ヒノキ林では5cm層、15cm層とも周年4 ppm前後であり、経時的な変動は少なかった。1976年ではスギ林、ヒノキ林とも経時的な変動は少なかった。スギ林では5cm層が6.4~8.6 ppm、15cm層が5.5~10.3 ppm、ヒノキ林では5cm層が2.6~5.5 ppm、15cm層が2.1~4.1 ppmであった。

マグネシウム濃度は、スギ林、ヒノキ林とも5cm層よりも15cm層のほうが常に高く、その差はかなり明確であった。経時的なマグネシウム濃度の変動は、1975年のスギ林では、5cm層の9月(4.44 ppm)と15cm層の9月(6.80 ppm)と10月(7.05 ppm)が高かった。ヒノキ林では5cm層が0.88~1.54 ppm、15cm層が2.42~3.12

ppmの範囲であり、経時的な変動は少なかった。1976年では、スギ林の15cm層の9月(4.70 ppm)と11月(3.62 ppm)が高かったが、5cm層では1.09~1.90 ppmヒノキ林では5cm層が0.88~1.81 ppm、15cm層が1.46~2.70 ppmであった。

IV 考 察

1. 林内雨量と土壤水捕集量の関係

有光式テンションフリーライシメーターによって捕集される土壤水は、非毛管孔隙を下する土壤水と、ライシメーター容器につめた土壤の毛管ボテンシャル以下の力で保持されている毛管移動水が捕集されるものと考えられており(1)，捕集量は土壤水の流れかたによって異なるものであると考えられる。

今回調査の捕集量は、5cm層、15cm層ともヒノキ林よりもスギ林のほうが常に多かった。また、土壤の深さ別の捕集量は、スギ林では5cm層と15cm層の間には顕著な差は見られなかつたが、ヒノキ林では5cm層のほうが15cm層よりも常に多かった。これらの原因は、スギ林は斜面下部の崩積土に位置し、A層が厚く堆積しており、土壤構造の発達した透水性の良い土壤であり、ヒノキ林は匍匐土でA層が薄い透水性の悪い土壤であるためと考えられる。

林内雨量と捕集量の相関関係は、スギ林、ヒノキ林とも1年目は低く、2年目は高かった。この原因是、土壤水の捕集装置を埋設する時にかなりの土壤を攪乱するので、これらが影響して1年目の相関が低く、2年目の相関が高くなったものと考えられる。したがって、2年目の土壤水の捕集量が本来の土壤水量であると思われる。

降雨量と林内雨量の関係によれば、有光ら(3)が指摘したスギ林よりもヒノキ林のほうが雨の遮断効果が大きいという傾向は、2年目の6月以降一時に見られたが、かららずも調査期間中一定した傾向ではなかった。この点については、林冠の閉鎖度など林分の状態や雨の降り方の強弱によって異なるものであると考えられ、ヒノキ林のほうが雨の遮断効果が高いとは断定しかねた。

2. 土壤水の溶存成分

溶存成分の濃度は、アンモニア態窒素と磷酸をのぞき、各成分ともスギ林では1年目が高く、2年目が低かった。ヒノキ林ではスギ林よりも低濃度であり、1年目と2年目には顕著な差が見られなかつた。今回得られた土壤水の溶存成分濃度を各地で得られている結果と比較すると、ヒノキ林では他の調査地の結果(2, 3, 7)と大きな違いは見られないが、スギ林では硝酸態窒素やカルシウムおよびマグネシウムはやや高い傾向を示した。溶存成

分の濃度は捕集量が多いと高くなる傾向は加藤ら（6）によれば指摘しており、スギ林は捕集量が多く、溶存成分濃度がやゝ高かったものであると考えられる。また、スギ林の下層での硝酸態窒素やマグネシウム濃度が高いのは、両成分は動きやすい成分であると同時に、A層の厚い崩積土ではかなり深くまで土壤水が浸透することをしめしていると考えられる。

有光式テンションフリーライシメーターによって捕集される土壤水中の溶存成分は、植物が直接利用出来るものではないと考えられているが（4），今回の試験結果は、森林生態系の物質循環の解明や林地保全のための基礎資料として重要な情報をもたらしたものと思われる。また、スギは湿性立地を、ヒノキはやゝ乾性立地をこのむ樹種であり、今回の試験結果において、スギ林はヒノキ林よりも周年土壤水の捕集量が多く、土壤が湿润な状態にあると考えられ、土壤調査における適地判定の基準が正しかったことが立証されたといえよう。

V 摘 要

林地土壤水についての基礎資料を得るために、スギ林とヒノキ林を対象に有光式テンションフリーライシメーターを使い林地土壤水の動態を2年間にわたり調査した。

1. 土壤水の捕集量は、ヒノキ林よりも常にスギ林のほうが多いかった。この原因は、堆積様式や土壤の透水性の違いによるものであると考えられた。

2. 林内雨量と土壤水捕集量の相関関係は、スギ林、ヒノキ林とも1年目が低く、2年目が高かった。この原因は、土壤水の捕集装置を埋設する時にかなりの土壤を攪乱するので、これらが影響したものであると考えられた。

3. 降雨量と林内雨量の関係は、スギ林とヒノキ林の間には、顕著な差が見られなかった。

4. 溶存成分の濃度は、アンモニア態窒素と磷酸ではスギ林とヒノキ林の間には顕著な差が見られなかつたが、硝酸態窒素、カリウム、カルシウムおよびマグネシウムでは常にスギ林が高かった。

5. 溶存成分濃度は、各成分とも1年目よりも2年目のほうが低く、2年目は経時的な変化も少なかつた。

VI 引用文件

- 1) 有光一登, 1973, 志賀高原亜高山帯針葉樹林の土壤水分動態, 第84回日本林学会大会講演集, 93~94。
- 2) ———・県富美夫, 1973, 静岡県浜北アカマツ林の土壤水分動態, 同上, 97~98。
- 3) ———・大角泰夫・松井光瑠・太田誠一, 1973, 森林伐採の土壤環境に与える影響(Ⅱ), 奈良県上北山村スギ・ヒノキ林の土壤水分動態, 同上, 102~104。
- 4) ———, 1974, 森, そのしくみとはたらき(只木良也・赤井竜男編書), 204, 共立出版, 東京。
- 5) 大角泰夫・有光一登・松井光瑠・平山良二, 1973, 森林伐採の土壤環境に与える影響(Ⅰ), 表日本の亜高山針葉樹林の場合, 第84回日本林学会大会講演集, 100~102。
- 6) 加藤正樹・有光一登, 1977, 林地の土壤水分動態とその溶存成分について, 第88回日本林学会大会講演集, 133~135。
- 7) 気象庁・東京管区気象台, 東京都の気象年報, 1975, 1976。
- 8) 東京都經濟局農林部林務課, 1958, 東京都の地質, pp 96。
- 9) 堀田庸・松井光瑠, 1974, 林外雨, 林内雨, 樹幹流に含まれるNH₄-N, NO₃-N, Organic-N, 第85回日本林学会大会講演集, 77~78。