

## 雨水の鉛直浸透過程に及ぼす樹木根系の影響に関する実験的研究

佐伯響一\*・平松晋也\*\*

\*信州大学大学院 農学研究科 森林科学専攻

\*\*信州大学 農学部 森林科学科

**要約** 地表面に到達した雨水の移動の場である森林土壌中には、樹木根系やその腐朽、地中の小動物の活動や雨水の集中により形成される大小の孔隙（パイプ）、土層中に点在する礫（転石）、地震に起因したクラック等が多数存在するため、土壌構造の不均一性は極めて大きい。加えて、これらの土壌の不均一性は土層内の水文過程のみならず、斜面崩壊に対しても多大な影響を及ぼすことになるため、土層内の水移動を正確に把握し水循環や崩壊発生の予知・予測問題へと展開していくためには、これらの土壌の不均一性が土層内部での雨水の挙動に及ぼす影響を定量的に把握する必要がある。従来、斜面内の選択的な流出経路の一つであるパイプに焦点を当てた研究が数多く行なわれている。しかし、パイプに関する研究事例を除き、土層内部の不均一性に焦点を当てた研究事例は少ない。特に、樹木の根系は土壌の不均一性の中でも最も一般的に見られるが、その周辺部での雨水の挙動の定量化にまでは至っていないというのが現状である。本研究では樹木根系の存在が土層内部での水移動に及ぼす影響を定量的に把握するとともに、将来的には崩壊予測問題へと展開することを目的とし、擬似根系を用いた室内鉛直浸透実験を実施した。その結果、樹木根系の存在が地下水流出開始時間を短縮させ、地下水流出量を増大させるなど、土層内部での雨水の挙動に多大な影響を及ぼすことが明らかになった。また、それらが擬似根系の円周長と降雨強度を用いて近似可能であることが確認された。

**キーワード**：斜面崩壊，樹木根系，浸透流，鉛直浸透実験

### 1. はじめに

山腹斜面を構成する表層土（森林土壌）は、地表面に到達した降雨波形を流出波形に変換する場であると同時に、表層崩壊の発生源として位置付けられる。このため、山地源流域において地形・地質・植生に代表される流域の立地条件が降雨流出に及ぼす影響を解明することは、水文学は言うに及ばず水資源確保や国土保全を考える上で極めて重要な課題となっている。

地表面に到達した雨水の挙動の場である森林土壌中には、樹木根系やその腐朽、地中の小動物の活動や雨水の集中により形成される大小の孔隙（パイプ）、土層中に点在する転石（礫）、地震に起因したクラック等が多数存在し、土壌構造の不均一性が極めて大きいことが指摘されている<sup>1)</sup>。このため土層内部の水移動を正確に把握し水循環や崩壊発生予測問題へと展開していくためには、土壌の不均一性を解明する必要がある<sup>2)</sup>。従来、斜面内の選択的な流出

経路の一つであるパイプに焦点を当てた研究が数多く行なわれ<sup>3,4)</sup>、パイプ流の実態やその機能は徐々に明らかにされるようになった。一方、パイプ以外の土層内部の不均一性に焦点を当てた研究として、熊沢・平松<sup>5)</sup>は斜面内に点在する礫に着目し、模擬礫を用いた室内実験を実施し、礫の周辺部で局所的に流速や浸透力が増加し、地下侵食の誘因となる場合があることを指摘した。また、森林土壌中に存在する不均一性のなかでも最も一般的で多量に見られる樹木の根系やそれが朽ちたもの（腐朽根）に着目した研究として、Durocher<sup>6)</sup>は、平地林における樹木の根元付近の土壌水分吸引圧の測定から、降雨時に樹幹流を起源とした鉛直下方への速い流れが生じていることを指摘しているものの、樹木の根系周辺部での雨水の挙動の定量化にまでは至っていないというのが現状である。

このような現状を踏まえ、本研究では実験室において、実際の花崗岩地域の土壌に種々の擬似根系を埋設した供試体に対して散水（人工降雨）を行なうことにより鉛直浸透実験を実施し、斜面内の不均一性を構成する要素の一つである樹木根系（活性根、腐朽根）が雨水の鉛直浸透過程に及ぼす影響につい

受付日 2008年12月10日

採択日 2009年1月27日

て定量的評価を試みた。

## 2. 実験装置および実験方法

実験装置は、図1に示すように供試体が充填された内径200mm、高さ300mmの塩化ビニル製の円筒、散水装置、貯水タンク、貯水タンクから供試体へと給水するための微量定量ポンプ (EVELA MP-3 N; 定量送液ポンプ マイクロチューブポンプ)、流出量計測用の電子天秤及びデータロガー (パソコ

ン) から構成される。供試体内部を浸透した雨水は、下端部に配置された定水位槽に設置した三角堰からの越流量 (地下水流出量) の重量変化として電子天秤により10秒間隔で自動計測される。

供試体には、信州大学農学部附属 AFC 手良沢山演習林の表層から50~350mm 深度の現地土壌 (花崗岩) を50mm 深度毎に採取したものを現場密度で充填した。表1に供試体の土質諸元を示す。

本研究では、樹木根系が土層内の水移動に及ぼす影響を解明する第一歩として、自然の根系に見られ

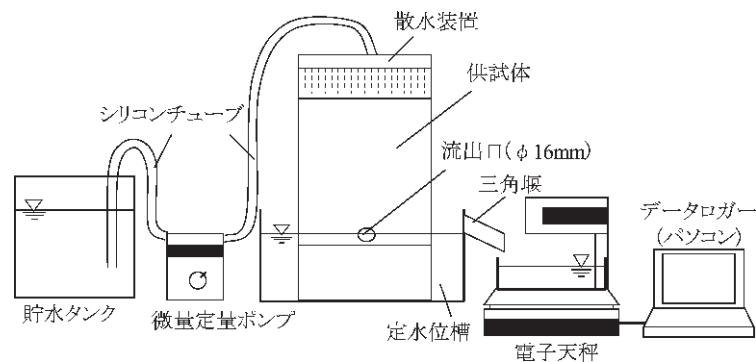


図1 鉛直浸透実験装置の概要

Fig.1 Experimental apparatus

表1 供試体の土質諸元

Table 1 Soil characteristics coefficients

土壌採取深度 (mm)	湿潤単位体積重量 (供試体充填密度) $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	乾燥単位体積重量 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	間隙率 n (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	体積含水率 $\theta$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	飽和透水係数 K <sub>s</sub> (cm/sec)
50-100	1.175	0.944	2.373	0.602	0.231	0.0142
100-150	1.331	1.131	2.471	0.542	0.200	0.0116
150-200	1.254	1.039	2.512	0.586	0.215	0.0118
200-250	1.365	1.157	2.488	0.535	0.208	0.0103
250-300	1.370	1.171	2.511	0.455	0.199	0.0095
300-350	1.348	1.205	2.516	0.464	0.175	0.0072



写真1 供試体に埋設した擬似根系

Photo 1 Variation of simulated root

る分岐や屈曲，樹皮の凹凸などの不確定要素を排除し現象を単純化するため擬似根系を用いた。また自然斜面内の樹木根系には斜面方向に伸長する水平根と鉛直方向に伸長する鉛直根が存在するが，土層内の雨水の鉛直浸透過程により大きな影響を及ぼしうる鉛直根を対象とした。供試体に埋設した擬似根系は，写真1 a) に示すように，長さ270mmで直径10mm，18mm，25mmの木製円柱を擬似活性根として，同長，同直径で上下端が開いた中空のアルミパイプを擬似腐朽根として使用した。アルミパイプには上端部から135mmまで10mm間隔で直径5mmの横穴を二方向に開け，内部に供試体土壌が流入しないようにメッシュ（メッシュサイズ1～2mm，水切り用ポリエチレン製ネット）を巻いた（写真1 b）。これは，根系の風化（腐朽）が進む

と内部が空洞となり外縁の樹皮だけが残し，さらに年月を経ると樹皮に裂け目が発生し，周辺部の水が内部へと浸入し流下するものと想定したことによるものである。擬似根系は，図2に示すように，上部に10mm厚の土壌部分を残し擬似根系が露出しない

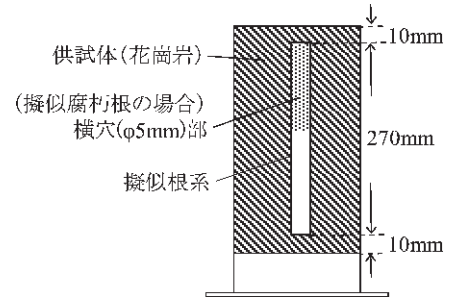


図2 擬似根系の埋設状況

Fig. 2 Simulated root installed in experimental specimen

表2 鉛直浸透実験で実施した実験ケース

Table 2 Experimental cases

実験ケース	散水強度 (mm/hr)	実験開始前の散水強度 (mm/hr)	実験終了後の散水強度 (mm/hr)	実際の散水強度 (mm/hr)	擬似根系			散水時間 (sec)
					形態	直径 (mm)	円周長 (mm)	
90mm-N	90	90.78	91.48	91.13	—	—	—	6,000
90mm-R10		90.65	91.16	90.91	活性根	10	31.42	
90mm-R18		91.29	91.80	91.55		18	56.55	
90mm-R25		90.72	90.97	90.85		25	78.54	
90mm-D10		91.33	91.86	91.60	腐朽根	10	31.42	
90mm-D18		90.85	91.16	91.00		18	56.55	
90mm-D25		90.34	90.27	90.30		25	78.54	
75mm-N		75	75.69	75.57	75.63	—	—	
75mm-R10	75.76		75.95	75.85	活性根	10	31.42	
75mm-R18	75.93		76.38	76.16		18	56.55	
75mm-R25	75.38		75.65	75.51		25	78.54	
75mm-D10	75.59		76.04	75.82	腐朽根	10	31.42	
75mm-D18	75.86		76.52	76.19		18	56.55	
75mm-D25	75.82		76.28	76.05		25	78.54	
50mm-N	50		51.06	51.31	51.18	—	—	—
50mm-R10		51.72	52.20	51.96	活性根	10	31.42	
50mm-R18		51.02	50.79	50.91		18	56.55	
50mm-R25		50.93	51.35	50.14		25	78.54	
50mm-D10		50.74	51.32	51.03	腐朽根	10	31.42	
50mm-D18		51.18	51.44	51.31		18	56.55	
50mm-D25		50.99	51.10	51.05		25	78.54	
25mm-N		25	25.66	25.27	25.46	—	—	—
25mm-R10	25.69		26.26	25.97	活性根	10	31.42	
25mm-R18	25.78		25.69	25.74		18	56.55	
25mm-R25	25.91		25.97	25.94		25	78.54	
25mm-D10	25.85		25.78	25.81	腐朽根	10	31.42	
25mm-D18	25.66		25.69	25.67		18	56.55	
25mm-D25	25.40		25.50	25.45		25	78.54	

ように供試体中央部に鉛直に埋設した。

実験開始前に本実験と同強度で予備散水を行い、流出量が供給水量とほぼ同一になり変化の見られない状態（定常状態）に達したことを確認後に予備散水を停止し、12時間自然排水させた状態を初期条件として設定した。本実験でも、供試体からの流出量が定常状態に達したことを散水の停止条件とした。なお定常状態への到達時間は、流出量に変化が見られなくなってから散水を停止する直前までの30分間の平均流出量の95%を基準とし、この値を上回った時点で定常状態に達したものと判断した。各実験ケースで実際に与えた散水強度（実降雨での降雨強度に相当）は、実験開始前と終了後にそれぞれ散水強度を計測し、それらを平均することで求めた。実験ケースは表2に示す計28ケースである。なお表2には、実験開始前と終了後及びそれらを平均した実際の散水強度も併記した。

### 3. 実験結果

#### 3.1 擬似根系を埋設しない場合の地下水流出量の経時変化

擬似根系を埋設しない場合の供試体下端部からの地下水流出量の経時変化を図3に示す。なお各時間

の流出量は、供試体の断面積で除した水高を流出高（mm/hr）と定義して用いた。

図3より、散水時間の継続とともに供試体下端部からの地下水流出高は散水強度と概ね同値を示すようになり、定常状態に達していることがわかる。散水強度の増加とともに地下水流出開始時間は1～6分（70～370sec）程度、定常状態に達する時間は2～16分（110～980sec）程度早くなり、この傾向は、各種の擬似根系を埋設した場合にも同様に確認された。

#### 3.2 擬似根系を埋設した場合の地下水流出状況の変化

擬似根系を埋設した場合の地下水流出高の経時変化を擬似根系の形態（活性根、腐朽根）毎にとりまとめたもののうち、散水強度50mm/hrを与えた場合を例として図4に示す。

全ての実験ケースにおいて、散水開始3～21分後（180～1,300sec）に地下水流出が開始し、散水の停止とともに速やかに地下水流出高は減少している。擬似活性根や擬似腐朽根を埋設した場合には、擬似根系を埋設しなかった場合と比較して地下水流出開始時間は2～9分（130～580sec）程度、地下水流出が定常状態に達するまでに要する時間は1～15分

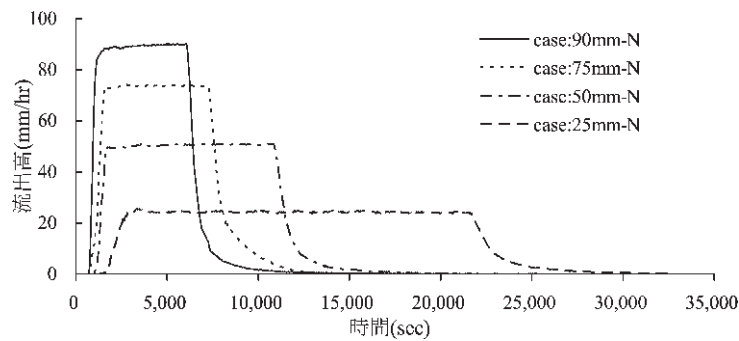


図3 擬似根系を埋設しない場合の地下水流出高の経時変化  
Fig. 3 Changes with time of ground-water runoff without simulated root

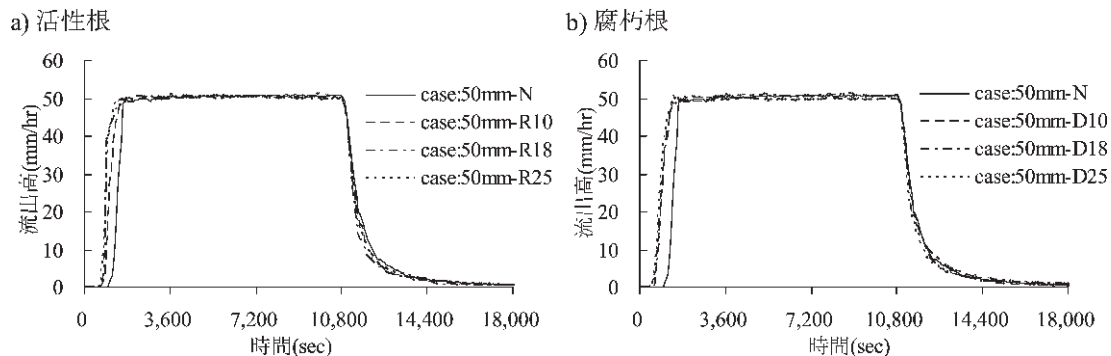


図4 擬似根系を埋設した場合の地下水流出高の経時変化（散水強度：50mm/hr）  
Fig. 4 Changes with time of ground-water runoff (sprinkling intensity: 50mm/hr)



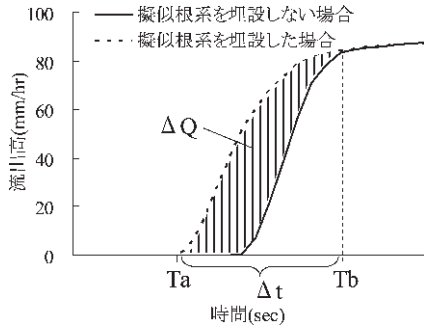


図5 根系の存在による地下水流出状況の変化の模式図  
Fig. 5 Changes of ground-water runoff with root

(40~900sec)程度短縮され、この傾向は、全ての散水強度において認められた。

図5に示すように、擬似根系の埋設によって顕著な変化が認められた各値をそれぞれ Ta:地下水流出開始時間(sec), Tb:擬似根系を埋設した場合の地下水流出高が擬似根系を埋設しなかった場合の地下水流出高と等しくなる時間(sec), Δt:根系の影響時間(根系を埋設した場合の Ta から Tb までの時間)(sec), ΔQ:擬似根系を埋設した場合の地下水流出高の増加量(mm)と定義し、これらの値を指標として、擬似根系の埋設にともなう地下水流出状況の変化について考察する。

散水強度50mm/hrを与えた場合を例として、実験開始~1時間経過部分(地下水流出開始から地下水流出高が定常状態に達するまでを含む)の地下水流出高の経時変化を図6に示す。

Taは擬似根系の直径の増加とともに早くなり、Δtは擬似根系の直径の増加とともに増大するようになる。これらの傾向は、散水強度の減少とともにより顕著に認められた。埋設した擬似根系の直径の増加による Taの短縮や Δtの増加といった傾向は、擬似活性根よりも擬似腐朽根を埋設した場合においてより顕著にみられた。擬似根系の埋設にともなう

ΔQも、埋設した擬似根系の直径の増加とともに増大し、その傾向は活性根よりも腐朽根において顕著に認められた。

#### 4. 考察

##### 4.1 樹木根系が地下水流出の時間的变化に及ぼす影響

Taと埋設した擬似根系の円周長:Sや散水強度:Rとの関係を図7に示す。

擬似腐朽根を埋設した場合において、TaとSとの間には顕著な関係が認められなかったものの、TaとSやRとの間には明瞭な負の相関関係が認められた。擬似根系を埋設した場合の Ta(sec)は、S(mm)とR(mm/hr)を用いて活性根の場合(1)式で、腐朽根の場合(2)式でそれぞれ近似可能となる。

$$Ta = e^{(-0.0055 \cdot S + 8.8386)} \cdot R^{-0.5343} \quad \dots\dots(1)$$

$$Ta = e^{(-0.0095 \cdot S + 9.7248)} \cdot R^{-0.7903} \quad \dots\dots(2)$$

擬似腐朽根を埋設した場合の(2)式のSの係数は、擬似活性根を埋設した場合の(1)式よりも2倍程度大きくなっていることより、活性根よりも腐朽根の方が地下水流出開始時間に大きな影響を及ぼすことが明らかになった。

ΔtとSやRとの関係を図8に示す。

Δtは、Sと正の相関関係を示し、Rと負の相関関係を示した。このため、Sの増加にともなう Δtの増加量は、Rの増加とともに減少傾向を示している。これは、供試体に用いた土壌の透水係数が  $7.2 \times 10^{-3} \sim 1.4 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ と高く、高強度の散水を行った実験ケースにおいて供試体内のマトリクス流(土壌間隙中を通る降下浸透流)が増加したため、相対的に根系の影響が弱められたものと推測

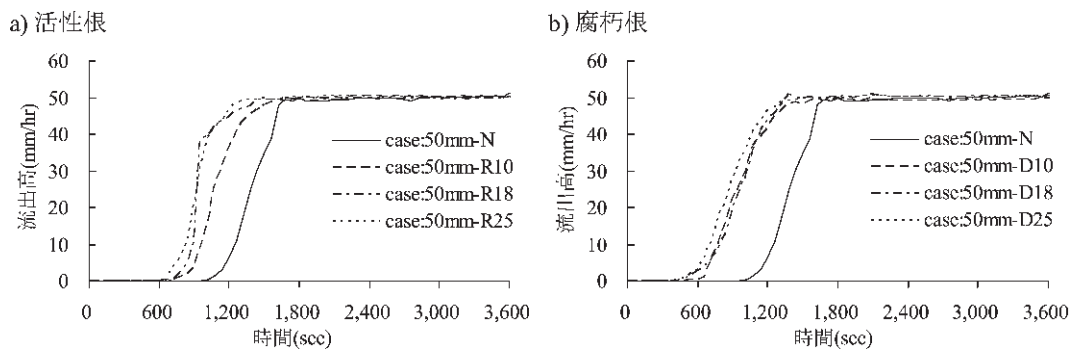


図6 実験開始~1時間経過部分までの地下水流出高の経時変化(散水強度50mm/hr)  
Fig. 6 Changes with time of ground-water runoff from starting experiment to one hour after (sprinkling intensity: 50mm/hr)

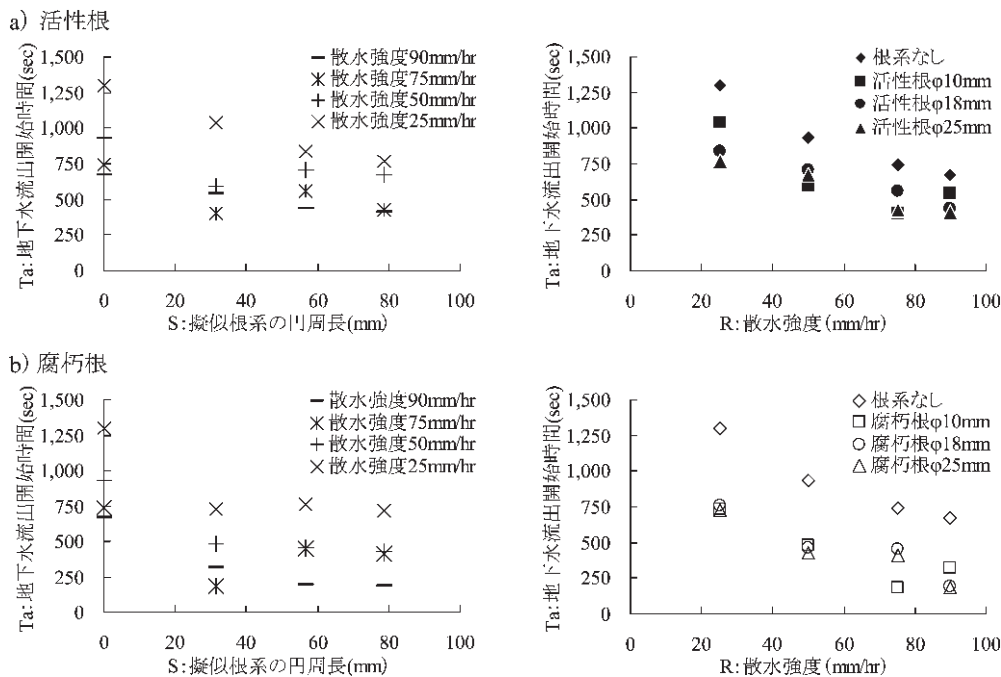


図7 地下水流出開始時間と擬根系の円周長，散水強度との関係

Fig. 7 Relationship between time of starting runoff, circumferential length of root and sprinkling intensity

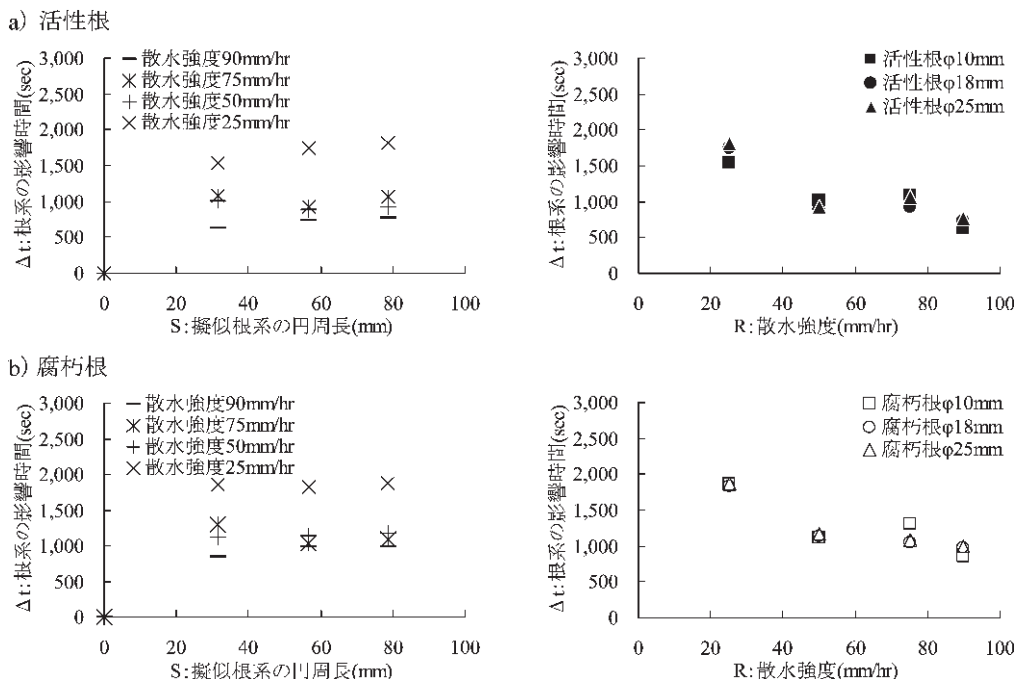


図8 根系の影響時間と擬根系の円周長，散水強度との関係

Fig. 8 Relationship between duration of effect of root, circumferential length of root and sprinkling intensity

される。

$\Delta t$  (sec) は,  $S$  (mm) と  $R$  (mm/hr) を用いて活性根の場合(3)式で, 腐朽根の場合(4)式でそれぞれ近似可能となる。

$$\Delta t = S^{0.0567} \cdot R^{-0.5906} \cdot e^{9.0737} \quad \dots\dots(3)$$

$$\Delta t = S^{-0.0023} \cdot R^{-0.4858} \cdot e^{9.0565} \quad \dots\dots(4)$$

擬似腐朽根を埋設した場合の(4)式の  $S$  の係数はマイナスを示し, その絶対値は擬似活性根を埋設した場合の(3)式よりも1/20程度小さくなっている。これは土層や土層と根系の境界面付近の浸透流よりも速い, 擬似腐朽根の中空部分を直接降下する雨水の存在に起因すると推測される。

4.2 樹木根系が地下水流出高に及ぼす影響

擬似根系の埋設によって確認された  $\Delta Q$  は、擬似根系の種類や散水強度によって変化する  $\Delta t$  の影響を受けることになる。このため、根系の存在による地下水流出高の増加度合いの指標として、(5)式を用いて  $\Delta Q$  (mm) を  $\Delta t$  (sec) で除した値を  $\Delta q$  : 地下水流出高の単位時間増加量 (mm/sec) と定義して用いる。

$$\Delta q = \Delta Q \div \Delta t \quad \dots\dots(5)$$

$\Delta q$  と S や R との関係を図9に示す。

$\Delta q$  は、S や R と明瞭な正の相関関係を示した。

$\Delta q$  (mm/sec) は、S (mm) と R (mm/hr) を用

いて活性根の場合(6)式で、腐朽根の場合(7)式でそれぞれ近似可能となる。

$$\Delta q = S^{0.8881} \cdot e^{(0.0108 \cdot R - 9.5859)} \quad \dots\dots(6)$$

$$\Delta q = S^{0.2046} \cdot e^{(0.0118 \cdot R - 6.8770)} \quad \dots\dots(7)$$

擬似腐朽根を埋設した場合の(7)式の S の係数が、擬似活性根を埋設した場合の(6)式より1/4程度小さくなっている。これは、擬似腐朽根の中空部分を直接降下する雨水が、根系と土層との境界面付近の浸透流よりも卓越していることによるものと推測される。

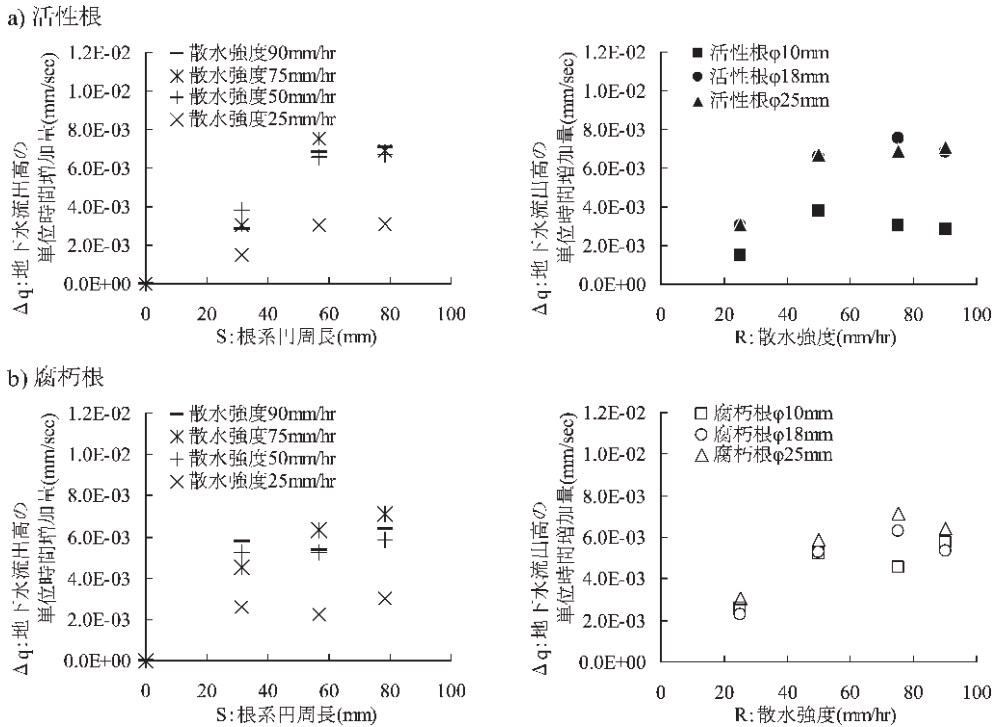


図9 地下水流出高の単位時間増加量と擬似根系の円周長、散水強度との関係

Fig.9 Relationship between unit time increment of ground-water runoff, circumferential length of root and sprinkling intensity

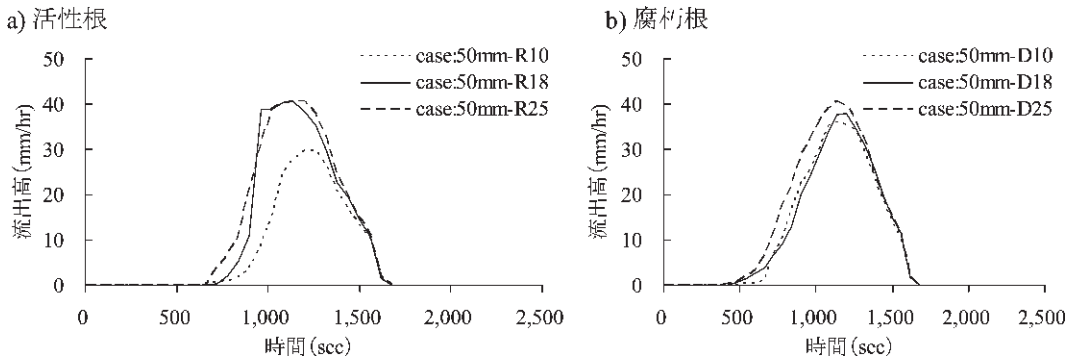


図10 根系周辺部での雨水の挙動 (散水強度: 50mm/hr)

Fig. 10 Changes with time of rainwater movement around root (sprinkling intensity : 50mm/hr)

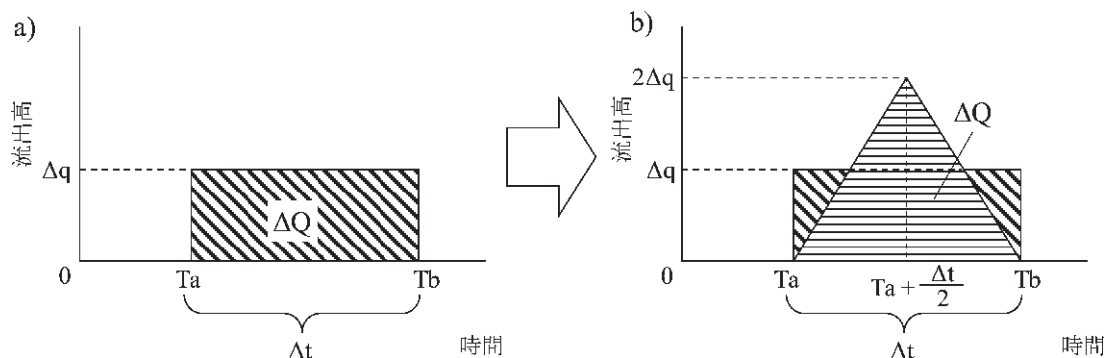


図11 根系周辺部での雨水の挙動の再現概念図  
Fig. 11 Schematic diagram of calculation

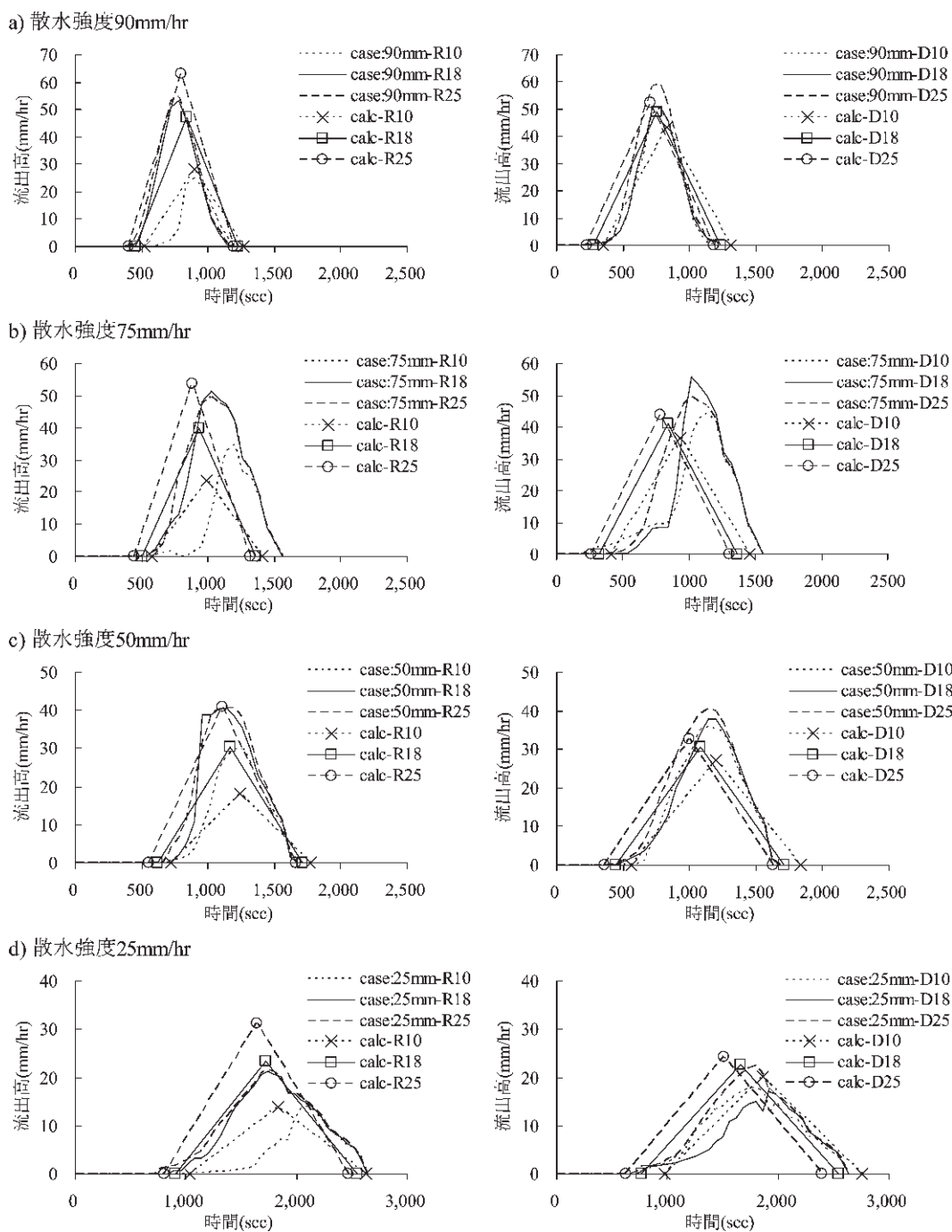


図12 根系周辺部での雨水の挙動の再現結果  
Fig. 12 Calculation result of changes with time of rainwater movement around root



### 4.3 根系周辺部での雨水の挙動の再現

擬似根系を埋設した場合の地下水流出高から、擬似根系を埋設していない場合の地下水流出高を差し引いたハイドログラフを「根系周辺部での雨水の挙動：根系の影響を受けることによって増加した地下水流出高」と定義し、散水強度50mm/hrを与えた場合を例として図10に示す。

根系周辺部での雨水の挙動を示すハイドログラフは擬似根系を埋設した場合の地下水流出開始時より徐々に増加し、散水強度に関わらず  $\Delta t$  の1/2~2/3程度の時間にピークを示し、以降は徐々に減少していることがわかる。散水強度の増加とともにピーク流出高は2~20mm/hr程度増加し、 $\Delta t$ は1~15分(60~880sec)程度減少しているため、散水強度の増加とともにより鋭角な三角形に近似した形状のハイドログラフとなった。

本節では、前節までに得られた  $T_a$  や  $\Delta t$  の関係式である(1)~(4)式と、 $\Delta q$  の関係式である(6)~(7)式を用いて、根系周辺部での雨水の挙動の再現を試みた。具体的には、図11 a) に示すように  $\Delta t$  を底辺とし、 $\Delta q$  (平均値) を高さとする四角形の面積として表される  $\Delta Q$  (総増加量) に対して、図11 b) に示すような a) と同一の底辺と面積を有し  $\Delta t$  の1/2の時間に  $\Delta q$  (平均値) の2倍の流出高(ピーク流出高)を持つ三角形に変形することにより再現を行った。

以上の操作を行うことにより得られた根系周辺部での雨水の挙動の再現結果を図12に示す。なお、凡例中の calc-R10, calc-R18, calc-R25や calc-D10, calc-D18, calc-D25は、それぞれ直径10mm, 18mm, 25mmの擬似活性根や擬似腐朽根を埋設した場合の再現値である。図12中には、比較のために根系周辺部での雨水の挙動の実測ハイドログラフも併記した。

再現結果では、流出高がピークに達する時間は実測値より3~5分(176~288sec)程度早くなる場合があり、 $T_b$ は実測値より2~4分(140~235sec)程度遅くなる場合が認められるものの、全ての散水強度や擬似根系の形態において  $T_a$  は概ね実測値と同値を示すなど、比較的良好な再現結果が得られた。

擬似活性根を埋設した場合のピーク流出高の再現値は、実測値を50%程度上回る場合や40%程度下回る場合が若干認められるものの、概ね実測値に近似した再現結果となった。擬似腐朽根を埋設した場合のピーク流出高も同様に、比較的良好な再現結果が

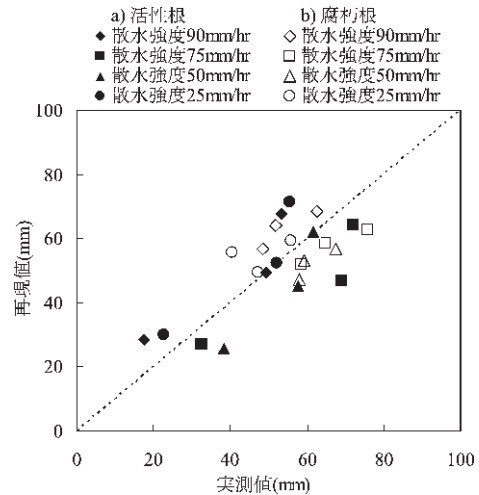


図13 地下水流出高の増加量の再現値と実測値との関係  
Fig.13 Relationship between calculation and measurement of increment of ground-water runoff

得られたものの、全ての散水強度において実測値を10~20%程度下回る結果となった。これは、根系による影響として擬似根系の円周長のみをパラメータに採用したために、擬似腐朽根の中空部分を直接流下する雨水の存在が適正に評価されていないといった事実に起因するものと推測される。

$\Delta Q$  の再現値と実測値の関係を図13に示す。

先に示したように、擬似腐朽根の再現値は根系周辺部での雨水の挙動のピーク流出高に対しては全ての散水強度において実測値を10~20%程度下回ったのに対し、そのハイドログラフの総量である  $\Delta Q$  は擬似活性根と同様に良好に再現されていることがわかる。

## 5. おわりに

本研究では、山腹斜面内部に形成されるパイプや礫(転石)さらに亀裂などの「斜面内の水移動に対する不均一性の構成要素」のうち、樹木根系に着目し、その存在が土層内での水移動に及ぼす影響を定量的に把握するとともに、将来的には崩壊予測問題へと展開することを目的として、擬似根系を用いた鉛直浸透実験を実施した。その結果、樹木根系の存在が地下水流出開始時間を短縮したり地下水流出量の増加を促すなど、土層内での雨水の挙動に多大な影響を及ぼすことが明らかになった。また、それらは埋設した擬似根系の円周長や散水強度を用いて近似可能であることが確認された。ただし実験結果より、本研究で供試体として用いた花崗岩は、透水性が高いため、マトリックス流と根系周辺部での流出

量の差が小さく計測された。このため根系の存在による雨水の挙動をより明瞭に把握するためには、中・古生層やロームといった比較的透水性の低い土壌を用いて検討を加える必要がある。また、これらの結果は、擬似根系に対して実験室内で得られた限られた条件下での結果であるため、今後は現地観測等を通して、本研究で得られた結果に対する現地斜面での確認が必要となる。

#### 引用文献

- 1) 宮崎 毅 (2000), 環境地水学, 東京大学出版会, p.131-149
- 2) 水山高久 (1994): 山腹斜面のパイプフローが表層崩壊発生に与える影響に関する研究, 平成3, 4, 5年度科学研究費補助金(一般研究(B))研究成果報告書, p.1-3
- 3) 太田猛彦・野口晴彦・塚本良則 (1982): 小流域の林地における水の動態に関する研究(Ⅳ), 日林論, Vol.93, p.459-461
- 4) 塚本良則・峰松浩彦・丹下 勲 (1988): 斜面表層に発達する地中パイプ, 波丘地研究6, p.268-280
- 5) 熊沢至朗・平松晋也 (2001): 斜面土層内の大径礫(転石)が雨水の挙動や斜面の安定性に及ぼす影響に関する実験的研究, 砂防学会誌, Vol.54, No.3, p.4-13
- 6) Durocher, M. G. (1990): Monitoring spatial variability of forest interception, Hydrol. Proc, No.4, p.215-229

## Influence of Forest Roots on Vertical Infiltration Processes of Rainwater

Kyoichi SAEKI\* and Shinya HIRAMATSU\*\*

\*Graduate School of Agricultural Science, Shinshu University

\*\*Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

### Summary

There are many heterogeneities (for example living and decayed forest roots, large or small pores (soil pipes), cobbles and cracks etc) in forest soil which is the field where rainwater reaching surface of the ground moves. So soil layer structure of forest is extremely heterogeneous. In addition, these heterogeneities give large influence to not only hydrologic processes in soil layer but also slope failures. Therefore, it is important to estimate accurately the effects that heterogeneities give for water movement in soil layer. Studies on pipes which are portions in primary factor to make soil layer structure heterogeneous were conducted much so far now. However, study on heterogeneities in soil layer has not been almost carried out, except studies regarding a pipe flow. Particularly, forest roots are the most common heterogeneity in soil layer, but we cannot yet quantify the rainwater movement around root at current situation. In order to understand effects of forest root on water movement in soil layer quantitatively, and develop to prediction of slope failure in the future, vertical infiltration experiments with simulated roots were carried out in laboratory. The following matters were confirmed by this laboratory experiment:

- 1) Roots in soil layer accelerated time of starting runoff, and increased amount of ground-water runoff.
- 2) Both acceleration of starting runoff and increment of ground-water runoff were able to approximate with circumferential length of roots and sprinkling intensity.

**Key word**: slope failure, forest roots, infiltration flow, vertical infiltration experiment