

林道の路面侵食について (IV)

—1982年度の侵食量調査結果—

古谷 士郎・酒井 徹朗・藤井 禧雄・佐々木 功

Study on erosion of forest road surface (IV)

—The results of investigation on the erosion in 1982—

Shirou FURUTANI, Tetsurou SAKAI, Yoshio FUJII, Isao SASAKI

要 旨

1982年、5月～11月にかけて、京都大学芦生演習林内の林道上の2ヶ所、京都市北部の公有林林道上の2ヶ所、計4ヶ所に設定された固定調査区において、林道路面からの掃出土砂量、路面流量、林道横断面の変化等が計測調査された。

調査結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) 林道路面からの流出土砂量の推定には Meyer-Peter & Müller の掃流土砂公式が使用可能であり、林道上を通行する車輛が比較的多い場合 (300台/月) にも適用できそうである。
- 2) 本調査期間全体について集計した、単位時間あたりの路面流量の分布から、その超過確率が求められた。その超過確率関数は、 e^{-aQ^b} (a, b : 係数, Q : 流量) の形で表わすのが妥当であった。
- 3) 林道横断面は、冬期間の積雪により、平滑化され、それが、初夏から秋にかけての降雨流水により侵食が生じ、より凹凸の激しい断面が形成される傾向が確認された。

I はじめに

我国の急峻な山岳林内に開設される林道は、高い法を持った、急勾配の林道になることが多い。このことは、林道の開設が、山林内に勾配の急な裸地斜面を作り出したことを意味し、とりもなおさず、林内への土砂流入、河川の濁りなどの問題を発生せしめる原因となる。

とくに、路面は、林道にあっては、そのほとんどが未舗装であり、それが恒久的に使用されるとすると、路面から流出する土砂量は、恒常的に続くことになり、問題も多い。林道路面からの流出土砂量の増大は、路面の侵食量の増大を意味し、極端な侵食の発生は、車輛通行の困難性を増し、路体そのものの破壊を引き起こすことにもなる。これは、道路の維持管理費の増大要因ともなり、林業経営上も問題となる。以上のような問題に対処するためには、より定量的な状態把握が必要であり、我々は、林道路面の侵食について、調査を行ってきた^{1)～6)}。

そして、京都大学芦生演習林4林班内を通る林道上に設定された固定調査区 (以下A1と称する) について、1980～1981年の2ヶ年間の、林道路面からの流出土砂量、路面流量の実測結果について報告した際⁶⁾、河川工学関係で使用され、山岳地での適合性が良好とされる、Meyer-

Peter & Müller の掃流土砂量公式⁷⁾⁸⁾による、林道路面からの流出土砂量の推定を試みた。これは、一般の裸地斜面についての流出土砂量に関する報告⁸⁾⁹⁾、および、A1の林道が、後述のように、切りっぱなしで、しかも通行車輛がほとんどない、いわば、普通の裸地斜面とみなしてよいという考えに基づいている。そして、一応、推定の可能性を述べたが、データ数が少なく、さらに検討する必要ありとされ、今回、A1で引続き調査を行なうことにした。さらに、比較的通行車輛の多い林道の場合、流出土砂量はどのようになるか、また、M.P.M式での推定が可能かなど、通行車輛の大小が、土砂流出の様相に差異を与えるのではないかと考え、新たに、同演習林5林班内の林道に調査区（以下A2と称する）を設定し、調査を行なった。さらに、本論文では、京都市北部の八丁平近くの、公有林林道に設定された固定調査区（H1, H2の2ヶ所）についての、流出土砂量、流量などの計測結果についても合せて報告することにする。

II 調査区の概要

表1に各固定調査区の概要を示し、図1にそれらの平面図を示した。なお、表1において、A1, A2を総称するときは芦生地区、H1, H2の場合は八丁地区と称する。

Table 1. Conditions of investigation plots

plots	A1	A2	H1	H2
altitude	770 (m)	490	840	720
opening year	1976	1957	1981	1976
area	200 (m ²)	236	245	323
average width of road	4.0 (m)	3.2	4.4	4.2
road length	50 (m)	74	56	77
average inclination	11.2 (%)	7.0	10.0	13.5
gravel ballast	no-used	no-used	used	used

ところで、A1設定の経緯については、既報で³⁾⁴⁾で述べられているように、傾斜急な、よくリルの発達した、通行制限が可能な林道ということで行なったが、調査区A2では、通行車輛が比較的多く、勾配の急な、直線区間という条件で、芦生演習林内に調査区設定を行なうことにした。八丁地区についても、通行車輛の条件は無視し、A2とほぼ同じ条件で設定にあたったが、H1については、開設直後の林道区間の中で設定するという条件が加えられたため、直線区間の設定ができなかった。ここで、林道の開設年を見ると、A2を除き、H1はもちろん、A1, H1とも、比較的新しく、これらの3ヶ所は補修はまだ行なわれていない。A2では、正確な回数は不明だが、何回か、路面の補修が行なわれている。通行車輛台数は推定ではあるが、A1では、数台~10台/月、A2では、250~300台/月H1, H2では、30~40台/月程度である。

III 調査方法

III-1 流出土砂量の計測；前回³⁾⁶⁾までと同様に、各調査区の下流側末端の谷側法面に設置された土砂溜柵（以下：溜柵という）に林道を流下した土砂を導き、溜柵内に溜った土砂を約1ヶ月ごとに取り出し、その重量を計測した。また、溜柵から取り出したばかりの、含水状態の土砂から数回、サンプルを採集し、室内で乾燥し、溜柵に溜った乾燥土砂重量、および、見かけの体積を推定した。

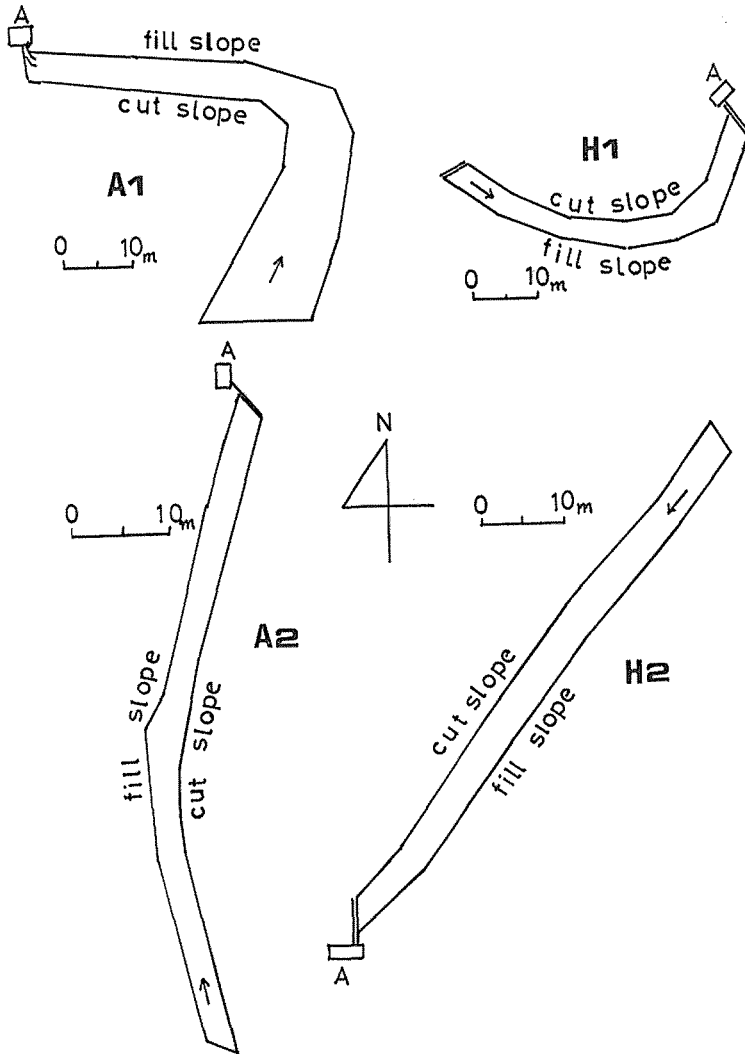


Fig. 1 Investigation plots
(A1, A2, H1, H2)

Ⅲ-2 流量の計測：林道を流下し、溜柵に流入したときの流量の計測は、既報で³⁾述べられているように、この流量が、溜柵の側壁の一部に設けられたノッチを単位時間に通過する流量と（溜柵の断面積×単位時間当り水位上昇高）との和で求められることより、溜柵に水位計を設置して自記させ、得られた記録紙から計算する方法で行った。なお、A1を設定した際、水位上昇高ができるだけ大きくなるようにと、幅1cmの矩形ノッチを設置したが、A2の場合は、流量観測に一般に使用されるV型ノッチを使用した。なお、矩形ノッチの場合、ノッチからの流量は、板谷、手島公式を使用して求め、Vノッチの場合は、 $Q = C \cdot \tan \alpha \cdot H^{\frac{5}{2}}$ （ Q ：流量、 C ：流量係数、 2α ：ノッチの開き角、 H ：水深）より、 $C = 0.6$ として求めた。本研究の場合、 $2\alpha = 30$ 度である。

Ⅲ-3 路面横断面の計測：既報²⁾⁵⁾で詳述されているように、断面測定器を利用して測定した。なお、測定は、A1、A2で行なったが、H1、H2では実施しなかった。

Ⅲ-4 降雨量の計測：雨量と流量のより密接な関係を知るべく、A2で雨量計測を行なった

が、雨量計の故障で、このデータが使用できず、各調査区に比較的距離の近い従来から雨量観測の行なわれている場所の雨量データを利用することにした。

IV 結果と考察

流出土砂量等の実測結果は表2に示すとうりである。

Table 2. the results of observation

	period	5.11~ 6.12	6.12~ 7.2	7.2~ 7.28	7.28~ 8.12	8.12~ 9.16	9.16~ 10.16	10.16~ 11.19	TOTAL
A1	rain fall	142.5(mm)	66.5	122.0	335.0	319.5	138.0	130.5	1254.0
	outflow	6.3(m ³)	3.2	6.5	32.1	19.5	5.9	8.8	83.1
	max discharge	15.8(l/m)	26.4	84.0	61.6	66.9	70.5	80.8	—
	sediment yield	3.6 (l)	9.3	89.6	167.6	237.6	47.9	42.4	558.2
A2	rain fall	—	35.0	110.5	288.5	244.0	138.0	122.5	941.5
	outflow	—	3.6	6.2	36.7	16.3	11.6	4.8	79.2
	max discharge	—	38.0	79.6	252.3	(445.0)	227.2	17.2	—
	sediment yield	—	7.5	93.0	638.0	163.0	88.5	7.6	929.0
H1	period	5.25~ 7.3	7.3~ 7.26	7.26~ 8.16	8.16~ 9.9	9.9~ 9.28	9.28~ 10.26	10.26~ 11.25	TOTAL
	rain fall	181.5	287.5	416.5	202.0	270.0	54.0	111.0	1139.0
	outflow	—	45.8	81.4	—	31.8	7.5	21.6	188.1
	max discharge	—	45.8	381.4	—	116.9	28.2	49.7	—
	sediment yield	—	30.0	265.3	59.3	16.7	2.0	2.6	375.9
H2	rain fall	H1と同じ	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
	outflow	29.0	69.1	184.5	44.8	45.9	—	16.9	380.2
	max discharge	104.0	78.1	432.6	148.2	86.6	—	36.7	—
	sediment yield	41.7	16.7	702.2	40.8	18.7	27.3	13.7	842.0

IV-1 流出土砂量：各調査区の年合計流土量は表2に示されているように、A1では558.2l、A2では、929l、H1では、376l、H2では842.0lであった。各調査区の面積が異なることから、調査区的面積でこれらの数値を割った値、すなわち、平均侵食厚さを求めて図示すると、図2のようである。図2に見られるように、芦生地区の方が八丁地区より大きい値となっている。地質は、芦生、八丁両地区とも古生層であり、この地区の違いによる差は、路面の仕上げ状態の差と見られる。すなわち、表1に見られるように、八丁地区はいずれも碎石を路面に敷いた道路であるのに対し、芦生地区の場合、切りばなしであるということによる差とみられ、砂利の敷設が支持力確保のみならず、対路面侵食性を増す効果があると推定される。

同一地区内のA1とA2との差を見ると、表1のA2の方が1mm程度侵食厚さが大きくなっている。表1の調査区概要より、侵食量の差に関係すると思われる、勾配、面積、路線長から考えると、路線長が大きなファクターとなっていることが推定される。さらに、A2の場合、通行車輛による路面の攪乱等の影響も考えられるが明らかではない。路線長の大小による侵食量の差は、H1とH2との差の場合についてもあてはまりそうである。

表3は流出土砂の粒土分析の結果を示したものであるが、A2、H2といった雨水の流下距離の長くなる調査区で2mmを越える粒径の割合が大きく、より大きな掃流力が発生していることを示

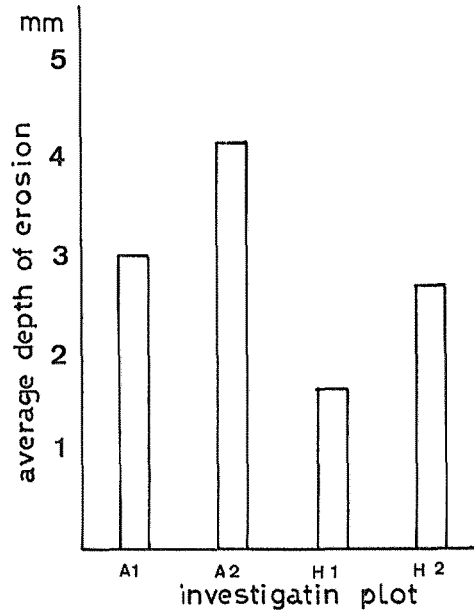


Fig. 2 The average depth of erosion in each investigation plot

Table 3. the grain size distribution of total outflow load in 1982

plot	A 1	A 2	H 1	H 2
grain diameter				
10.0mm<	9.9%	11.9	5.5	16.2
2.0~10.0mm	43.6%	34.8	39.7	38.5
0.074~2.0	44.6%	46.8	52.1	2.7
<0.074	1.9%	1.8	43.2	2.2

している。

つぎに、時期別の流出土砂量を見ると、表1に示されているように、A1を除き、ある期間に大量の土砂流出が発生していることがわかる。これは、台風10号により8月1日未明より始った集中豪雨による土砂流出が、その大半を占めている。ちなみにこのときの1連続降雨量はA1では268.5mm、A2では、252.5mm、H1、H2で255.5mmとなっている。また、最大流量もA1を除きいずれも100ℓ/分を越えている。そしてA1ではこの期間の流出土砂量はかなり少なく、次の期間の方が多い。図3はこの集中豪雨中の1分間当り流量の頻度をA1、A2についてプロットしたものである。図3に見られるように、A1ではすべて、65ℓ/分以下の流量で最大流量も61.6ℓ/分である。一方A2では65ℓ/分を越す流量の頻度が60を越し、大きな流量が5時間以上もあった事をしめている。ちなみに、この図における頻度1とは5分間を表わしている。このように、A1の流量は他に較べて少なかったことを示している。これは、A1が尾根筋に近く、また、図1の道路の方向から考えて、台風による、横なぐりの雨が尾根でさえぎられるような状態となり、調査路面への降雨が少なくなった結果とも考えられ、地形的な路線の位置が路面への降雨に影響を与えることがありえることを示している。以上のように、台風などの集中豪雨により、路面は大

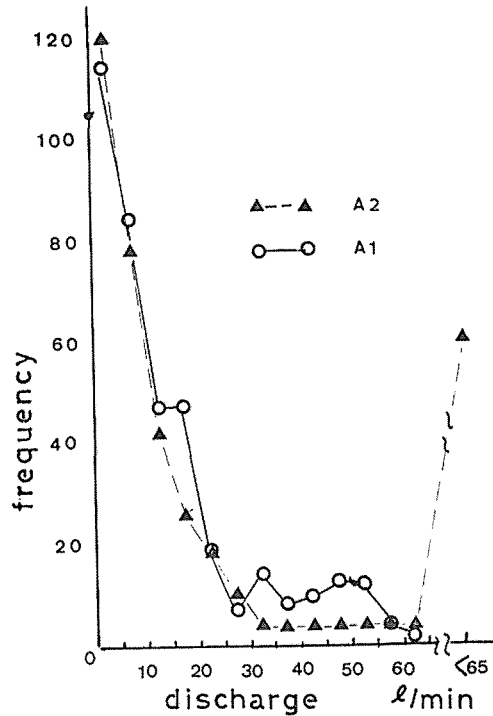


Fig. 3 the frequency of discharge in the continuous rainfall at 8. 1st

きな侵食を受け、林道からの土砂流出量が多くなることがわかる。また、林道の位置的条件が侵食とかかわり合いを持つとみられるのは注目すべきだと思われる。

III-2 流出土砂量：既報⁶⁾で、林道路面からの土砂流出量を、Meyer-Peter & Müller 式(以下 M.P.M 式という)を使って推定できそうだと述べたが、使用データ数が少なく、さらに検討の要ありとされた。また、車輛通行量の比較的多い場合、すなわち、車輛による路面の拡乱が生じるような場合にも使用できるかということも合わせて考えてみたい。ここで M.P.M 式を再掲する。

$$\frac{q_B}{\sqrt{(\delta/\phi-1)g \cdot d_m^3}} = 8 \left\{ \frac{u_*^2}{(\delta/\phi-1)d \cdot d_m} \left(\frac{k}{k'} \right)^{1.5} - \psi_0 \right\}^{1.5} \dots\dots(1)$$

- q_B : 単位幅, 単位時間当り, 流量
- δ : 土粒子の密度
- φ : 水の密度
- g : 重力加速度
- d_m : 平均粒径
- u_{*} : 摩擦速度 (= √ghI)
- h : 水深
- I : 勾配
- (K/K')^{1.5} : 粗度をあらわすパラメーター
- ψ₀ : 限界掃流力 (=0.047)

(1)式において、土砂流出量を推定するため流下する雨水の水深を知る必要がある。そこで、上式を適用するに当たって、つぎの仮定を設けることにした。溜樹に流入する直前のリル断面を流路断面とするという仮定である。

河川工学では、流量を独立変数とし、他量（水深、河幅など）を従属変数として解析する、いわゆるレジム説¹⁰といわれる方法が使用されることがある。ここでも、水深、流路幅を流量で表現し解析することにした。そこで流路の断面形状を知るため、上述の仮定よりA1, A2についてリルの断面形状を計測したA1については、既報⁹の通り、流路断面は三角形として近似でき、 $A=0.5 \cdot B \cdot h'$ （A：流路断面積、B：流路幅、 h' ：水深）、 $B=8 \cdot h'$ であった。一方、A2についても同じようにして流路断面とそのときの流路幅、水深との関係を求めると、三角形断面と近似でき、このとき $B=20 \cdot h'$ という関係式が得られた。

以上の関係から、マニング式を使用することにして、平均水深(h)と流量(Q)との関係式を求め、(1)式に各値を代入して、A1, A2の単位時間当りの流出土砂量(Q_B)を、流量の関数として求めると、A1では

$$Q_B = 25.197 Q^{\frac{3}{8}} (0.0117 Q^{\frac{3}{8}} - 0.047)^{1.5} \quad \dots\dots(2)$$

A2では

$$Q_B = 19.567 Q^{\frac{3}{8}} (0.0172 Q^{\frac{3}{8}} - 0.047)^{1.5} \quad \dots\dots(3)$$

となった。

(2), (3)の関係式を求めるときに、流路の粗度係数を知る必要があるが、直接求めることはできないので、流路付近の粒土分布より、相対粗度を求め、トライアルにより粗度を表わすパラメーター $(k/k')^{1.5}$ を求めた。その結果、A1では粗度係数 $n=0.02$ 、 $(k/k')^{1.5}=0.53$ 、A2では、 $n=0.021$ 、 $(k/k')^{1.5}=0.60$ を得た。なお、以上の方法は、文献7で示されているものを参考にして行なったことを付記しておく。

図4に、流出土砂量の計算値と実測値を比較したもので、前回の結果も合せて示した。図4に見られるように、A1, A2とも、実測値と計算値はほぼ適合していると思わせる。A2の場合にも、流出土砂量の少ない場合はやや計算値の方が大きくなるものの、適合性ありとみなせることは、自動車走行による路面の攪乱されるような状態であっても、(1)式のような掃流土砂量式を使って流出土砂量の推定が可能となる。

VI-3 流量の超過確率と降雨量：林道路面から流出する土砂量は路面を流れる流量と密接な関係があることは上述のとおりである。ところで、流量は個々の降雨ごとに見た場合、当然のことながら、降雨量、降雨の前の路面の含水状態、路面の形状などに影響を受け、流量は種々に変化する。したがって、一連続降雨ごとに解析を行なうのは非常に難しい。そこで、流量を、個々にではなく、時間間隔を広げ、今回調査した期間における単位時間当り流量の分布を調べることにした。図5は1982年の5月～11月における各調査区の1分間当り流量を5ℓ/分ごとに階級別けし、その相対度数分布と累積相対度数分布を示したものである。図5の分布型から、単位時間当り流量が大きくなると、指数分布的に、その占める割合が減少することが解る。一般に水文資料においては、指数分布を用いて超過確率を求めることが多い。そこで、本研究においても、流量の超過確率を指数分布 ($e^{-\lambda Q}$, Q:流量, λ :係数 (>0)) とみなし、回帰式を求めたが、この場合、 λ が一定値の場合は適合せず、Qが増加したとき指数的に λ を減少させると適合した。すなわち、流量の超過確率は e^{-aQ^b} (a, b:係数, $a>0$) という形で現わすことが妥当となった。このとき、各調査区における、流量の超過確率をあらわす係数a, bは以下のようになった。

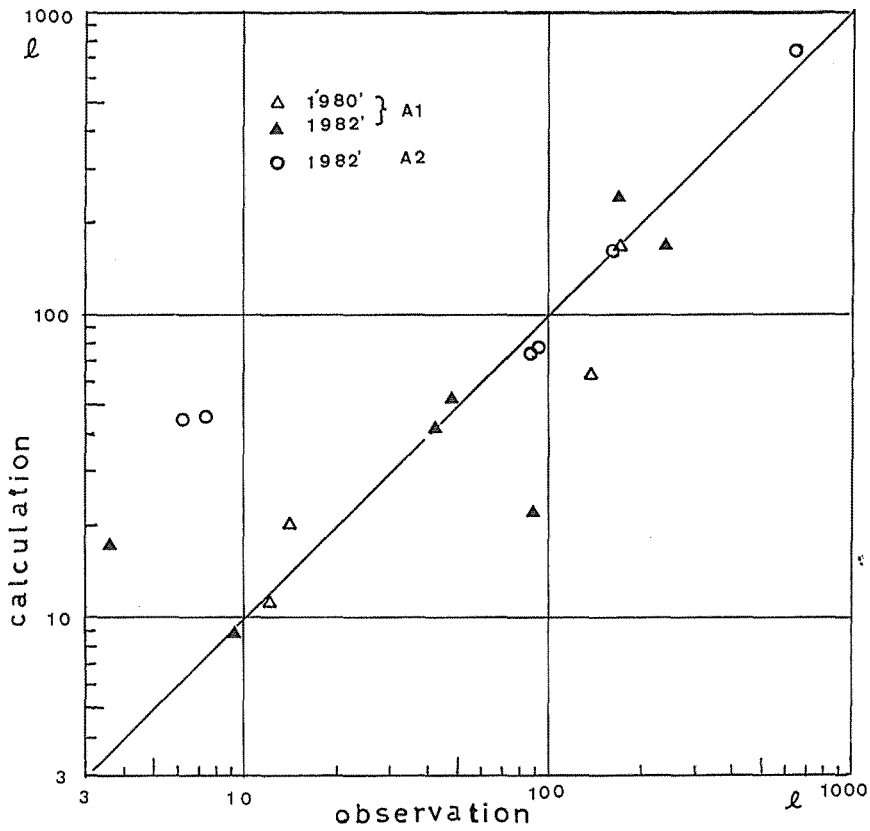


Fig. 4 comparison calculation value with observation value on sediment yield in each terms

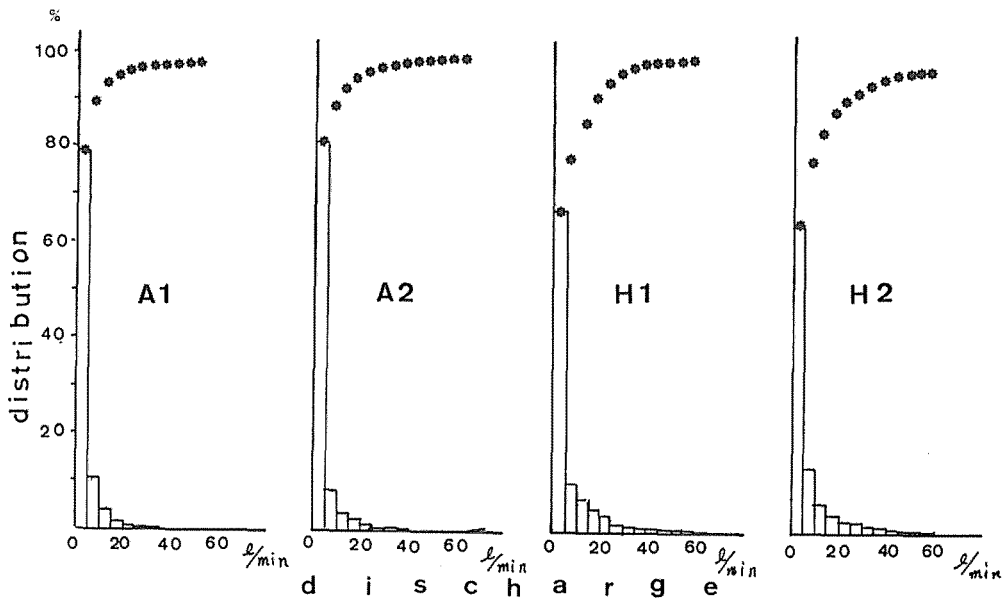


Fig. 5 propotional and cumulative propotional frequency of discharge in total outflow in 1982

A1 ($a=1.003$, $b=0.395$), A2 ($a=1.093$, $b=0.381$), H1 ($a=0.403$, $b=0.590$), H2 ($a=0.479$, $b=0.504$) である。いずれの場合も、相関係数は 0.995 を越え有為であった。

各係数をみると、芦生地区と、八丁地区とでは超過確率は若干異なる。しかし、同一地区内の A1 と A2, H1 と H2 とでは同じような係数値となり、同一地区内の流量パターンの類似性を示し、また、降雨の経緯の類似性を暗示している。このことは、逆に、ある地域についての、もちろん面積をどの程度にとるかは問題だとしても、流量の超過確率の予測の可能性を示していると見てよい。流出土砂量が流量の関数として表現でき、年間総流出水量がわかれば、このような超過確率関数を使って、単位時間当り流量の頻度が求められ、それをもとにして、年間流出土砂量を推定できることになる。

ところで、一連続降雨量と路面流量との関係は必ずしも単純ではないことは明らかだが、当然のことながら、一連続降雨量が増加すれば、路面からの流出水量は増加する。そこで、これらの関係を回帰式 $Q_r = c \cdot R^d$ (Q_r : 路面からの流出量; R : 一連続降雨量, c, d : 係数) として、係数 c, d を求めると、A1 で $c=0.202$, $d=1.15$ (相関係数 (r) = 0.85), A2 で $c=0.144$, $d=1.17$, ($r=0.74$), H1 で, $c=0.172$, $d=1.36$, ($r=0.94$), H2 で, $c=0.218$, $d=1.29$ ($r=0.95$) であった。1980年度の A1 についての調査では, $c=0.133$, $d=1.37$ であった。降雨パターンが毎年同じようにはならないので、係数 c, d は、年ごと集計した場合変化することは避けられない。しかしながら、いずれにしても、 d の値は 1 を越えることは確かなようで、降雨量が増せば、それだけ路面流量の割合が増すとと言える。

つぎに、1982, 5月～11月における、全降雨量が、どの程度路面流水として流出したかを見てみると、A1 で 33%, A2 で 36%, H1 で 67%, H2 で 79% となった。芦生地区の場合、いずれも流出率が 30% 台で、これは 1980年の調査結果の 37% と大差ない。若干低い流出率となったが、ここでいう流出率が、路面を流下し溜樹に流入した雨水と降雨量との比ということであり、芦生地区の場合、谷側のり面への流出などがかなりあるように考えられる。

IV-4 路面横断面の形状変化：路面横断面の形状およびその変化についてはすでに A1 に関して詳しい報告^{2) 5) 11)} がなされている。したがって、今回は、路面流量の把握に補助的の意味を与えるということから、溜樹近くの横断面、および、調査区間の中央部付近の横断面の形状計測を行なうことにした。図 6 は A1, A2 での 5月～11月に計測された断面形状の変化を示した 1例である。図中の最大破線が 5月の計測時のもので、細い破線が 2回目、ついで実線の細い方から 3 4回目となり、最太実線が最終の 11月に計測したものである。図 6 にみられるように、第 1回目計測時の路面は割合滑らかであり、その後、雨水流下による侵食で凹凸が激しくなるパターンを示している。すでに報告がなされているように、積雪により、路面はある程度平滑化されることがわかる。時間的な経過を見ると、今回記録されたような、台風による豪雨で生じ大リルが時間の過つにつれて、逆に埋まるという場合も見られ、車輛通行による逆の意味での影響がある場合も考えられる。

ここで、少し見かたを変えて、A1 について、ごく単純に、5月の第 1回目の計測時の断面を基準として、各計測時の断面とで囲まれた部分の断面積を求め、それぞれの値を計測横断面の長さ(林道の幅とほぼ等しい)で割った値、すなわち、ある林道横断面における平均侵食高を図示すると、図 7 のようである。図 7 の場合、値はいずれもプラスであり、この断面が侵食されていることを示している。図 7 に示されているように、溜樹近くの横断面では、1回目と 4回目の計測時の差が 1回目と 5回目の計測時の差より大きくなっている。このことは、5回目の計測時と 4回目の計測時の差がマイナスとなることを意味し、この部分で体積が生じたことを意味している。場所別の値を見ると、上部側横断面で侵食高が最も大きくなっている。このように横断面の

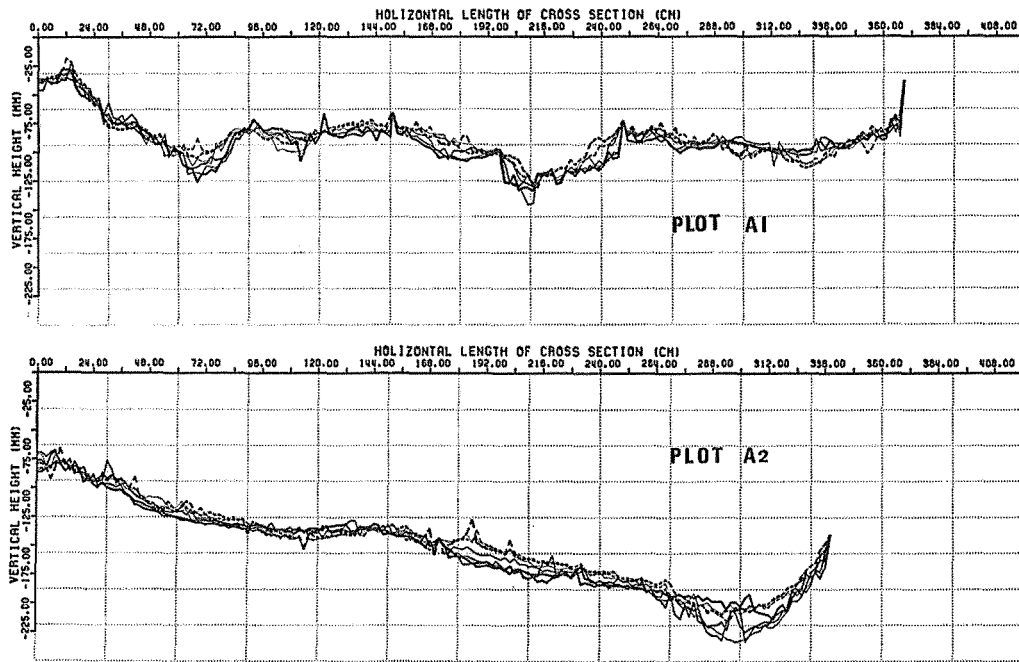


Fig. 6 The profile of cross section of forest road in plot A1 and A2

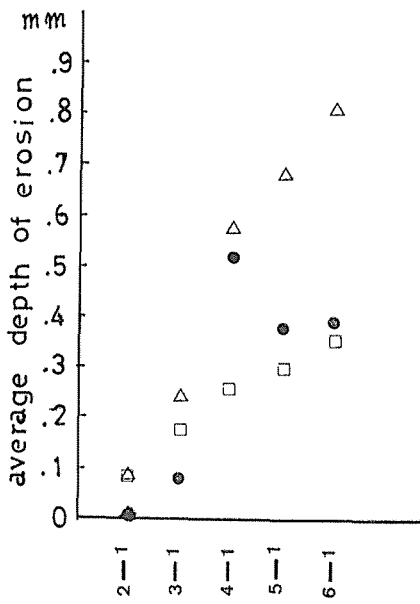


Fig. 7 average depth of erosion at each cross section of forest road surface in plot A1

形状変化を、ごく単純にとらえるだけでも、ある程度、土砂移動の実体を把握できそうである。しかし、いずれにしても林道路面の侵食形態は複雑であることには変りはない。

V お わ り に

以上、林道の路面侵食について、1982年の流出土砂量、流量等の計測結果について述べてきたが、林道を維持管理する上で、最適な横断溝の間隔はどうあるべきかという問題、横断溝の間隔が変化したときの流量、流出土砂量の変化など、検討すべきことも多く、今後の課題としたい。最後に、本調査を実施するにあたり、京都大学芦生演習林の芝正己助手ならびに北川新太郎技官をはじめ、同演習林の教職員の皆様、林業工学研究室の大学院生、専攻生、研修生の皆様に協力していただいたことを付記し、合せて感謝の意を表したいと思います。

文 献

- 1) 酒井, 佐々木, 藤井, 古谷: 林道路面の侵食について, 林道建設が自然植生, 景観, 土砂生産量に及ぼす影響とその対策に関する研究報告書, 35~45 (1982)
- 2) 藤井, 古谷, 酒井, 佐々木: 林道路面におけるリル侵食の形状及びその変化, 林道建設が自然植生, 景観, 土砂生産量に及ぼす影響と対策に関する研究報告書, 46~56 (1982)
- 3) 古谷, 佐々木, 藤井, 酒井: 芦生固定プロットにおける林道路面の流出解析, 林道建設が自然植生, 景観, 土砂生産量に及ぼす影響と対策に関する研究報告書, 57~64 (1982)
- 4) 酒井, 佐々木, 藤井, 古谷: 林道の路面侵食について (I) 93回日村論集, 539~540 (1982)
- 5) 藤井, 古谷, 酒井, 佐々木: 林道路面におけるリル侵食の形状および形状変化について, 93回日林論集 541~544 (1982)
- 6) 古谷, 藤井, 酒井, 佐々木: 林道の路面侵食について(III), 93回日林論集 545~546 (1982)
- 7) 高山茂美: 河川地形 共立出版社 (1980)
- 8) 武居, 小橋, 福嵩; 田上山地土砂生産流出解析, 瀬田川砂防調査報告書 (其の19) (1979)
- 9) 土屋; 地面侵食に関する二, 三の水理学的考察; 土木学会論文集59号 (1958)
- 10) 岩佐義朗, 最新河川工学, 森北出版社 (1981)
- 11) 藤井, 古谷, 酒井, 佐々木; 林道路面におけるリル侵食の形状変化(II), 京大演報 131~139 (1982)

Résumé

In order to investigate the erosion of forest road surface more quantitatively, the observations such as following have been carried out on four fixed investigation plots (plot A1 and A2 on the forest road in Ashu Experimental Forest in Kyoto Univ. and plot H1 and H2 on the public forest road in the north of Kyoto City); (1) sediment yield from the forest road surface and (2) run-off from the road surface in each plots, (3) the mesurment of shape of cross section at a few points on the forest road surface in plot A1 and A2.

The results obtained were as following.

(1) Sediment yield from the forest road surface could be estimated with the sediment discharge fomula by Meyer-Peter & Müller.

(2) The propotional frequency distribution for discharge per minute were obtained from anual out-flow in 1982 and the probability for value more than acertain value of discharge per minute was calculated. The probability function was given by e^{-aQ^b} (a, b: coefficient, Q: discharge per minute).

(3) It was observed from the measurement of shape of cross sections that the roughness of road surface was relatively smoothed owing to snow lay of last winter and increased as a result of rain fall from early summer to autumn.