

林道路面の保全と横断排水溝の配置間隔について

瀬戸内マサ土地域の例

伏見 知道*

Studies on the conservation of forest road and the space
between the cross drain ditches arranged
on the road surface
an example in the weathered granite region

Tomomichi FUSHIMI*

Summary : Author investigated the actual circumstances of the surface erosion of the forest road on the weathered granite in the Seto inland sea region. The routes of the forest road were divided into two groups, A and B, and the erosion scale of the surface of road was observed. The route A was scarcely repaired, but the route B was repaired from time to time. At the 60 percent of the eroded spots, the eroded length was within 30 meters. The maximum frequency of the eroded width was in the range 40 centimeters to 60 centimeters. The maximum frequency of the average depth of surface erosion was in the range 2 centimeters to 4 centimeters, and at the 80 percent of the eroded spots, the average depth of the surface erosion was within 6 centimeters. At the 85 percent of the eroded spots, the soil volume of surface erosion was within 0.02 cubic meters per one meter of the eroded length, and the maximum frequency was in the range 0.005 cubic meters to 0.01 cubic meters per meter.

In order to clarify the standard for conservation of the forest road on the basis of the results of those investigations, the allowable limit of the soil volume of the surface erosion at the forest road was supposed in the range 3.0 millimeters to 3.5 millimeters of soil depth by the author. And then the distance between the cross drain ditches was determined within the range 50 meters to 60 meters. Though, such routes as the steep slope and the abundant estimate of construction must select shorter distance than that.

要 旨 瀬戸内の花崗岩風化土地域における、林道路面侵食の実態を調査し、侵食長、侵食幅、侵食平均深さ、単位長当り侵食土量の頻度分布を求め、路面侵食の規模と、傾斜を含めた侵食要素間の関係を考察した。この結果に基づき、林道路面の許容侵食土量を年間3.0mmないし3.5mmと仮定したうえで、林道路面保全のための横断排水溝

* 森林工学研究室 Laboratory of Forest Engineering

の配置間隔を考察した。その限界区間長として50mないし60mをとり、急勾配部および経済的余猶のある林道路線では、より短かく設定することが望ましい。

I はじめに

瀬戸内の花崗岩風化土地域は、特に裸地斜面では、侵食崩壊を起しやすく、かつて大面積のはげ山が存在し、長年にわたって、治山緑化工（砂防造林）による復旧に努めてきた所が多い。だが、この緑を回復した地域の中には、再び森林を伐開して、大小いろいろの規模の果樹園を造成し、農地に転用する外、各種レクリエーション施設の造成が進んでいる所もある。このような開発された里山地域は、営農用道路を含む各種の道路が、密度高く開設されているし、また森林地帯自体においても、生産基盤の整備のために、各種の林業用路網の建設が、積極的に進められている。この事は、瀬戸内の花崗岩地域の土質道の延長が、年々増加の一途を辿っている現状を意味するものにはならない。

このような地域の、土質道の開設は、積極的な裸地造成であるから、降雨による侵食や崩壊に対する保全対策として、路面の舗装やのり面保護工の積極的実施が望ましいところである。ところで、この地域の道路土工構造物は、緑化工を施しても、はげ山同様、降雨侵食を受け易い一面を内蔵していることに注意しなければならないのであるが、道路の開設と同時に緑化を図るべきなのか、あるいは植生の自然回復を待つので十分なのか、判別してゆくことも大切である。また同時に、林道ではその主要部分を占めるのが土質道であるから、路面の侵食崩壊についても、降雨の滲透流出、土中水分の上昇および交通車輛の影響等の面から、対処することが肝要である。

先に実施した民有林林道の路面実態調査の結果¹⁾によると、開設当初、素掘り側溝を設けているのが普通であるけれども、時とともに埋没消失する例が多く、開設後の補修は、車輛通行上必要な部分が主体になり、排水溝は放置されがちである。そのため、調査路線のなかでなお、側溝が存在するのは、よほど手入れのよい路線を除くと、湧水や小溪流等によりほぼ常時流下水がある部分に限られた。したがって、路面侵食発生原因の70%以上が、降雨流下水による結果となっている。

林道の側溝は、豪雨時に埋没し、路面流下水を増して、路面の洗掘侵食や路側の崩壊を来す例が多いと報告²⁾されている。また、林道の排水用に、横断勾配や側溝を敷設し維持することは、経費や労力の投入が必要であり、どちらかという側溝よりも横断排水溝が有利と考えられている。近年増設されつゝある簡易林道を中心に、土質道における横断排水溝の設置が強調されてきて、その研究^{3) 4) 5)}も進められている。

愛媛県の瀬戸内側花崗岩風化土地域に開設された林道路面の実態調査¹⁾に基づき、路面の保全と横断排水溝の配置について、一つの考察を試みたので報告する。

II 実態調査の考察

林道路面の降雨流下跡を観測し、侵食規模と侵食要素の関係を考察する。調査林道は、次の2種類の路線に区分した。(A) 手入れがあまり実施されないが、急傾斜部が少ない林道、5路線延長約4.5km。(B) 手入れが比較的实施されるが、急傾斜部が多い林道、2路線延長約3.2km。

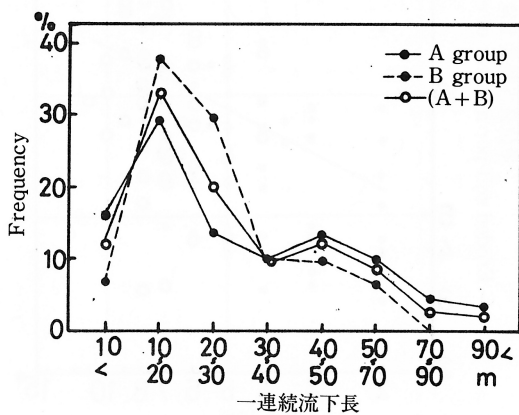
1. 林道路面の侵食規模

一侵食箇所での侵食延長は、図-1に示すように、箇所数の約60%が30m以内、40mを越える例は平均30%程度である。手入れがあまり実施されない林道(A)では、侵食延長50m以上が23%、30m以内が57%であるのに対し、比較的手入れが実施される林道(B)では、侵食延長50m以上が11%でやゝ少なく、30m以内が67%である。

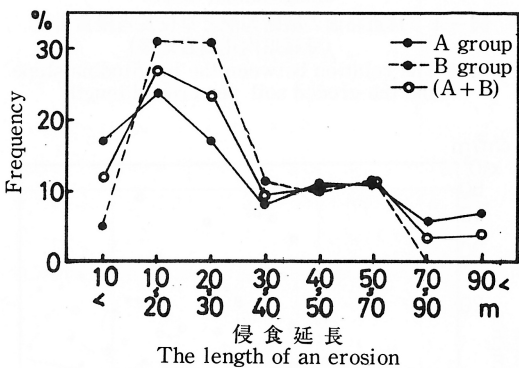
次に、一連続流下長の分布を図-1に示す。路面流下の途中から、側溝あるいは谷側斜面へ分流している場合は、流下侵食の始点から路面外流出点までを、一侵食延長の中での一連続流下長として区分している。一連続流下長の最大頻度は10ないし20mで、30m以内に60%強があり、40mを越えるのは20%程度である。Aに属する林道では、50m以上が18%、30m以下が約58%であるのに対し、Bに属する林道では、50m以上が約6%、30m以下が約74%であって、手入れが比較的实施される場合は、急傾斜部が多くても、一連続流下長が比較的短い場合が多いようである。

最大侵食幅は、0.5ないし1.0mで最大頻度を示す。Aに属する路線では、1m以内が約54%、1.5m以内が約80%で、なかには全路幅にわたって流下侵食している例も見られる。Bに属する林道では、1m以内が約72%、1.5m以内が約90%である。平均侵食幅は40ないし60cmで最大頻度を示し、40ないし80cmに70%内外が入っている。

最大侵食深さは、2ないし4cmと10ないし20cmに頻度の山がある。これは、Bに属する林道では10ないし20cmで最大頻度、8cm以内に55%が入るのに対し、Aに属する林道では8cm以内が70%あるものの、10ないし20cmの頻度が10%を越えることに影響されている。これらを、平均侵食深さで見ると、2ないし4cmで最大頻度を示し、全路線で均斉を示し、6cm以内が約80%を占める。



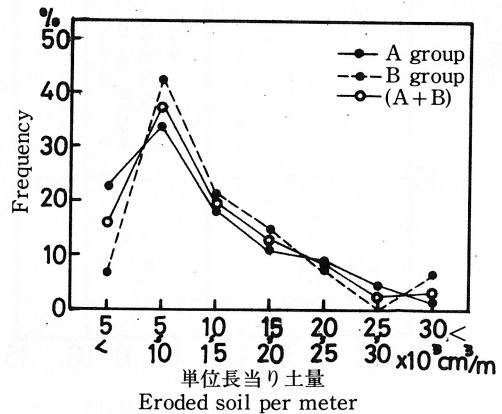
The length of one branched flow in an erosion



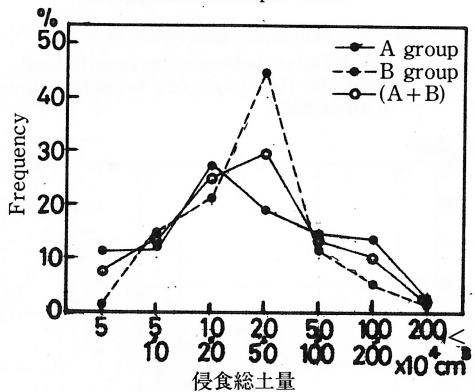
The length of an erosion

図-1 林道路面侵食長の分布 (愛媛県マサ土)

Fig. 1 Distribution of the eroded length of the surface on the forest road (The weathered granite region in Ehime prefecture)



Eroded soil per meter



Total erobeb soil of an erosion

図-2 林道路面侵食土量の分布 (愛媛県マサ土)

Fig. 2 Distribution of the soil volume of surfaces erosion on the forest road (The weathered granite region in Ehime prefecture)

次に侵食土量の分布を図-2に示す。一侵食箇所総土量は、1m³以内が88%内外、0.5m³以内に約75%が入る。Aに属する林道では、0.1ないし0.2m³で最大頻度を示し、1m³以内が約84%、0.5m³以内が約70%であるのに対し、Bに属する林道では、0.2ないし0.5m³で最大頻度を示し、1m³以内が約93%、0.5m³以内が約78%である。侵食長1m当りの土量で見ると、0.02m³以内に85%が入っていて、全路線では0.005ないし0.01m³/mに最大頻度があり、ほぼ一様の傾向を示している。

2. 侵食要素の検討

縦断勾配が緩くても、降雨流下長が長い場合、したがって侵食長あるいは一連続流下長が長くなる場合があり、変動が大きく、勾配と侵食長との相関係数は小さい。図-3に示すように、手入れがあまり実施されない林道(A)では、手入れが比較的実施される林道(B)に比べて、各勾配で侵食長が著しく長い例がある。これに対し、Bに属する路線では、縦断勾配が大きくなると、侵食長が短くなる様相がうかがわれる。縦断勾配が大きくなると、路面状況や曲部の影響を受けて、流下水が路側へ流出しやすい箇所ができるように思われる。

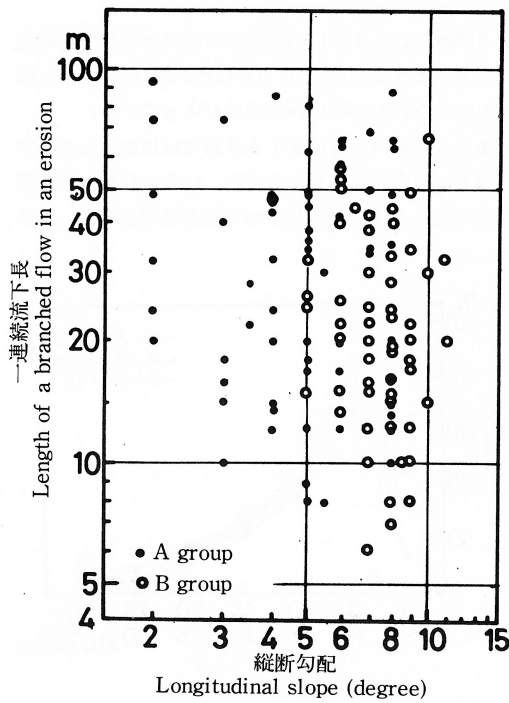


図-3 林道路面の縦断勾配と流下長

Fig. 3 The relation between the longitudinal slope and the length of a branched flow in an erosion

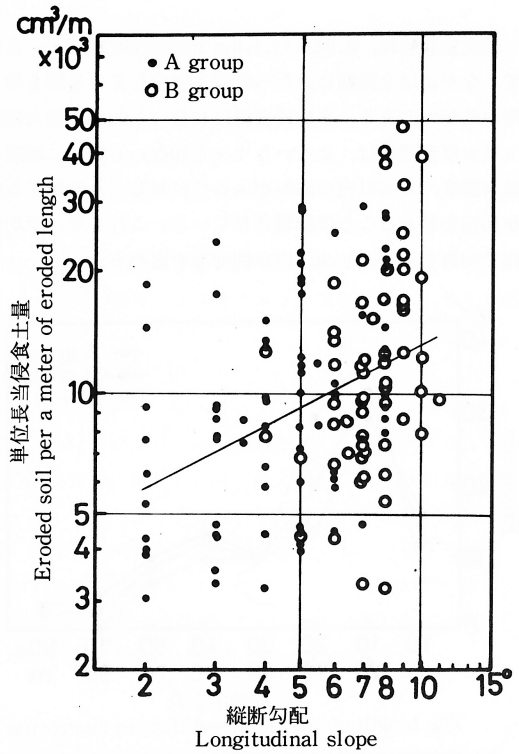


図-4 林道路面の縦断勾配と単位長当侵食土量 (愛媛県内花崗岩地帯)

Fig. 4 The relation between the longitudinal slope and the eroded soil per eroded length

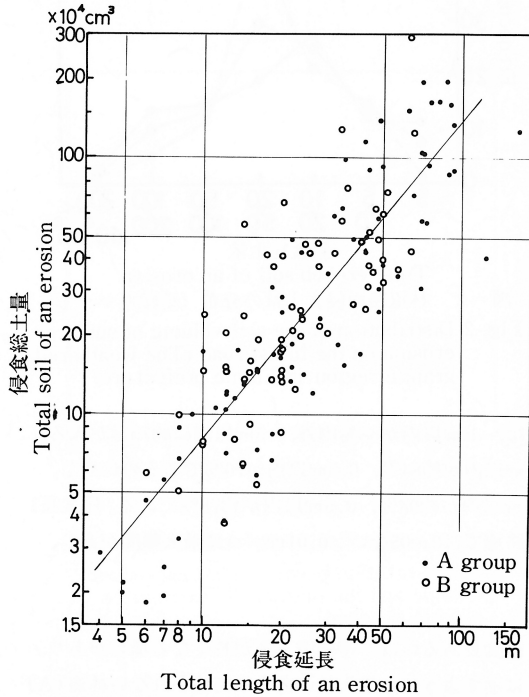


図-5 林道路面における侵食延長と侵食総土量 (愛媛県内花崗岩地帯)

Fig. 5 The relation between the total length of an erosion and soil of an erosion

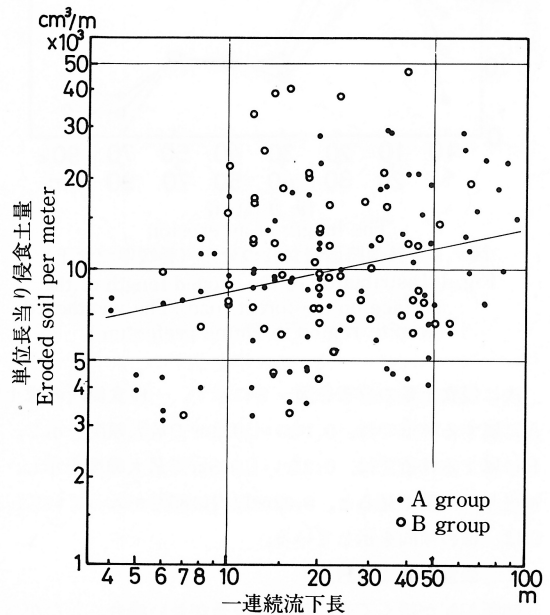


図-6 林道路面における一連続流下長と単位長当侵食土量 (愛媛県内花崗岩地帯)

Fig. 6 The relation between the length of one branched flow in an erosion and the eroded soil per meter

縦断勾配と単位長当り侵食土量の関係は、図-4に示すように、総土量に比べ、分布域はかなり狭く、相関係数もやゝ大きい。縦断勾配が急になると、単位長当り土量の多い例が増すようである。

一侵食区域の侵食延長と侵食総土量は、図-5に示すように、やゝ明らかな関連がうかがわれる。Aに属する林道では、Bに属する林道に比べ、侵食延長の短い範囲で、侵食総土量がいく分少ない方に偏った分布を示し、相関係数もやゝ大きい。また、単位長当り侵食土量と一連続流下長の関係は、図-6に示すように分布幅が広く、相関係数は小さい。

以上の諸点から、路面の侵食土量を抑制するためには、縦断勾配が急になるほど、流下侵食長を短かく切断して、侵食土量の増加を抑制する必要があると判断される。

III 林道の保全と横断排水溝の配置

林道路面の保全には、路面流下水の排除が有効であり、路面勾配や排水施設の適切な配置が重視されている。林道が土質道を主とする現状からみて、路面の侵食抑制には、側溝を維持するよりも、適正間隔を以て配置される横断排水溝の維持が、有効と考えられている。

横断排水施設の集水区域を単位とする、路面侵食深さの調査結果、あるいは一定深さの雨裂が入るに至る、路面上の流下距離をもとに、横断溝の適正間隔について検討された結果が、紹介報告³⁾されている。それによると Trimbleおよび Weitzman は、区間長 L (m) と勾配 I (%) から

$$L = a I^{-b}$$

ただし、 $b = 3/4$ なる式を示しているほか、多くの結果も、縦断勾配に対する区間長について、上式と同様の傾向を示している。

今回の調査結果では、ガリ状侵食は少なく、侵食規模を示す諸要素を基に、前例³⁾とはやゝ異なる立場から考察を進める。縦断勾配 x と一連続流下長 y (m) の間の相関係数は、小さくばらつきも大きい。しかし、前例にならった検討によると、図-7に示すように、

Aに属する路線で $y = 30.0 x^{-0.0816}$

Bに属する路線で $y = 54.03 x^{-0.4863}$

となる。Aに属する路線の平均は、勾配の変化に対する流下長の変化に乏しく、ほぼ26ないし29mとなっている。Bに属する路線では、T~Wの線に近く、勾配6~8%に対し流下長27ないし30m、勾配3~4%に対し40m内外の平均値を示している。また、縦断勾配と侵食延長の間の相関係数は、一連続流下長に対する値よりやゝ大きいけれども、図-7に示すように、大差のない回帰を示している。

ここでまず、一連続流下長の頻度分布を見なおすと、図-1に示すように、平均値の主要分布は30m以内で、50m以内が80%以上を占める。

次に、流下長に対する侵食総土量の回帰線を図-5で見ると、流下長30mでの総土量に対し、50mでは1.9倍、60mでは2.4倍に達する。

そこで、地被別侵食土量の概数⁶⁾から、農耕地の上限值 (= 裸地の下限値) の約3倍 (= 裸地上限値の約3分の1) を、林道路面に関する許容侵食土量と仮定した。この値に基づく、路面の年間侵食土量の限界は、路面の平均侵食深さで3.0mm程度になる。これを調査結果 (図-6) における、一連続流下長と単位長当り侵食土量の回帰式に適用すると、流下限界長 $x = 35 \pm \alpha$ (m) を得る。また、年間侵食土量の限界を3.5mmとすると、同様にして

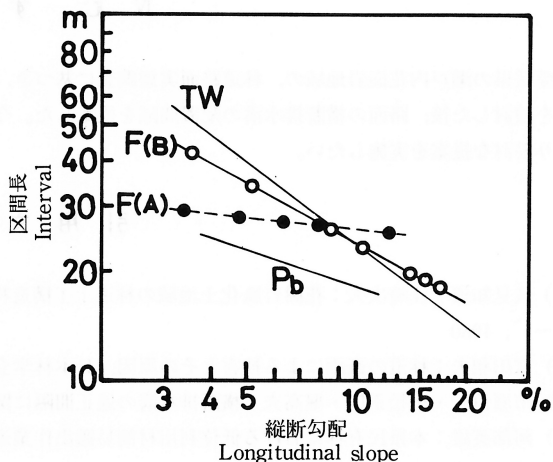


図-7 横断排水溝の間隔と縦断勾配

Fig. 7 The relation between the longitudinal slope and the interval between cross drain bitches

$x = 72 \pm \alpha$ (m) を得る。ここに、Aに属する林道の結果は、年間の侵食土量を示すと見なせるので、勾配と単位侵食長当り侵食土量の関係から、各年間侵食土量を推定し、許容侵食土量を基準に、反比例式によって各勾配当りの限界流下長を求めると、表-1のようになる。

表-1 路面の許容侵食土量に対する限界流下長

Table 1 The relation between the limit length in an erosion and allowable volume of eroded soil at surface of forest road.

勾 配	単位長当り平均 侵食土量 cm^3/m (年間実績)	許容侵食土量当り限界流下長 L(m)	
		3 mm 深さ 10800 cm^3/m	3.5mm 深さ 12600 cm^3/m
6% (3°26')	7,700	48.9 m	75.0 m
7 (4°00')		45.5	69.7
8 (4°34')		42.7	65.0
9 (5°09')		40.3	61.8
10 (5°43')	9,400	38.3	58.8
11 (6°07')		37.1	56.9
12 (6°50')		35.2	54.0
		10,730	

以上の結果を総合し、林道における横断排水溝の配置間隔は、できるだけ短いことが望ましいのであるが、経済性や車輛走行性の問題が増すことを考慮して、配置間隔の限界として50m~60mを設定し、やむをえない急勾配部に適用する場合や、経済的予猶のある路線については、表-1を参照して、できるだけ短い値を考慮すればよいであろう。

IV む す び

愛媛県の瀬戸内花崗岩地域の、林道路面実態調査に基づき、路面保全のための許容侵食土量を設定し、限界流下長を検討した後、路面の横断排水溝の配置間隔を提案した。今後モデル観測区を設けるとともに、実測例を増して、より妥協な提案を実施したい。

引用文献

- 1) 伏見知道・江崎次夫：花崗岩風化土地域の林道土工構造物表面の侵食について、日本林学会大会講演論文集91, ~, 1980
- 2) 宮田和夫：林道の豪雨による被害とその原因、日本林学会大会講演論文集89, 421~423, 1978
- 3) 市原恒一・小松正広・堀高夫：横断排水溝の適正間隔に関する研究。84回日林講, 448~450, 1973, その他。
- 4) 阿部英雄：本県民有林における低位利用材簡易搬出作業道の実態と問題点。新潟県林業試験場研究報告, No.19, 89~93, 1976
- 5) 堀内照夫・宮崎敏孝・林博道：林道路面水の排水工法に関する実験的研究 (I)。28回日林中部支部講, 271~276, 1980
- 6) 川口武雄：地被別の年侵食土量の概数 (中野秀章：森林の水土保全機能とその活用。日本林技術協会, 56~57, 1973)

(1980年 8月25日受理)