

国有林治山主要地区の判定法

I 試験担当者氏名

防災部治山第一研究室長 難波 宣 士
同 室 員 秋 谷 孝 一

II 試験 目 的

昭和40・41年度に、全国有林を対象として、治山上からみた地域別の重要度を判定する調査が行われた。重要度の判定には、厳密に考えれば考えるほど多方面にわたる考慮が払われねばならない。荒廃の現状と可能性、それら荒廃の下流への影響状態、下流に位置する被害対象の量を明らかにする必要があるし、さらに、国有林の治山事業はどの程度まで国有林の荒廃や、そこからの出水に起因する災害について責任をもつべきかというような行政的な判断も明確にしておかないと、正しい重要度の判定はできないこととなる。

これらの諸問題は、これまでの知識では一気に解決し得ない面も多いので、上記の調査では、

- イ) 重要度の判定は、全国を1~2万ha程度の流域または地区にわけた地域(以下、基幹流域という)を単位として実施する。
- ロ) 判定の尺度は、各基幹流域内の不安定土砂量と人口密度をそれぞれ指数化し、それらを乗じて平方に開いた値の大小によるものとする。

を基本的な考え方として、各基幹流域内の国有林ごとに重要度の判定が行われた。

治山上の重要地区を判定し、それによって治山投資の1指標とすることは今後の治山事業の効率化をはかる上にきわめて重要なことであり、そのため、上記のごとき考え方も重要度判定の1法であるが、その方法自体のなかにもいくつかの問題点は含まれている。

このような背景をうけて、本試験は昭和43年度及び44年度の2年間に

- A) 現在の重要度判定方式の問題点の整理とその解決法
 - B) 今後、判定の単位区域を小さくしていく場合の考え方
- の2項目を主な目的として実施されたものである。

III 試験の結果得られた成果

1. 現在の判定方法の問題点

1-1 現在の判定方法

昭和40・41年度に国有林で実施された治山主要地区の判定法の骨子は

- イ) 各基幹流域の荒廃危険度Bと災害の感受性Dの両者によって行なうこととし、両者の

ウェイトは同等とみなす。

ロ) 荒廃危険度 B は、それぞれの基幹流域内の国有林に存在する不安定土砂量をもちて表現する。

ハ) 災害の感受性 D は、それぞれの流域の人口によって表現する。これは、各地域の人口と生産所得の間には、各基幹流域についてみてかなり高い相関係が認められたためでもある。

ニ) 各流域の重要度は、各地域の面積を A、そのなかの国有林面積を N とした場合

$\frac{B}{N} \times \frac{D}{A}$ を単位面積あたりの重要度と考え、基幹流域内の各国有林の重要度は、この値に N を乗じた値、すなわち、

$$\frac{B}{N} \times \frac{D}{A} \times N = B \times \frac{D}{A} \quad (1)$$

を基礎として重要度を類別していく。

ホ) B は不安定土砂量、D は人口であるため、それぞれを無次元化するため、上記の第 1 項と第 2 項は I_B 、 I_A に置きかえ

$$\text{重要度指数 } I = \sqrt{I_B \cdot I_A} \quad (2)$$

$$I_B = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^n B_i} \quad \text{ただし } I_B: \text{荒廃危険度指数}$$

B_i : i 基幹流域内の不安定土砂量

n: 地域番号

$$I_A = \frac{D_i/A_i}{\sum_{i=1}^n D_i/A_i} \quad I_A: \text{災害感受性指数}$$

A_i : i 基幹流域の面積

D_i : i 基幹流域内の人口

n: 地域番号

の I によって各基幹流域の重要度をわけていく。

となっている。

このうち、不安定土砂量は、

a) 現在の山腹荒廃地面積（一般崩壊地、特殊荒廃地、はげ山）からの今後 10 年分の侵蝕土砂量

b) 現在の溪流荒廃地に存在している不安定土砂量

c) 50 年確率の最大日雨量を想定した場合の新規発生崩壊地からの土砂量

d) 今後 10 年までを見込んだ場合の開設林道にまつわる不安定土砂量

の合計で、山腹荒廃地での侵蝕量は年間 40 ㎥、溪床上の不安定土砂は石礫の構成状態、勾配などが著しく不規則になっていて容易に現在の溪床面が変化すると考えられる不安定部分で、図-1 のごとき最低谷底線以上の土砂量として算出する。新規発生崩壊地は幾多の問題が残されているが、ここではつぎのような方式で求められている。

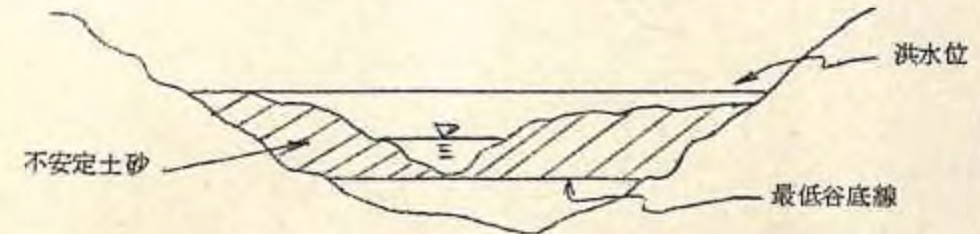


図-1 溪流荒廃地の不安定土砂

崩壊地の発生には、いろいろの誘因が考えられるが、ごく一般的にみれば豪雨による崩壊がその主体を占めよう。この豪雨による崩壊の発生量を予想するには、崩壊に関連する種々の因子を組み合わせて「このような条件の山地では、雨量 P ㎥に対して崩壊の発生は A ㎥、条件の違う山地では……」というような算出がまず必要となる。雨量・地形・地質などの条件を組み合わせて崩壊の危険性を予測する試案もいくつか提起されているが、これまでの資料だけでは各因子の組み合わせ方に何かと疑点がある。

そこで、今回の調査の場合には、「現在までの崩壊の発生状況が、当該地区の豪雨による山地荒廃に対する抵抗性の大小を総合的に反映している」とする考え方から出発している。

こう考えると、各地区ではほぼ固有のものと思われる地形、地質などは考慮の外に置くことができ、今後の崩壊の発生を予想するには、山腹既施工地を含めた崩壊地の面積と、その地区でも変動すると考えられる雨量や山地の土地利用状態に関係した因子に限定してよいことになる。

一方、雨量と崩壊地面積の関係をみると地域によって、平素から雨量が多いため崩壊に対する抵抗性の強いところやそれほどでもないところがあって全国どこでも P ㎥なる雨量で A ㎥とはきめられないが、同一の地域では崩壊面積は最大日雨量にほぼ比例するとみなせる資料は多くの地域での災害調査報告のなかを示されている。

となると、山地の地表状態があまり変化しない地域では、現在の崩壊面積は既往の最大日雨量にほぼ対応させうることとなり、計画に際して考慮する雨量をかりに50年確率最大日雨量とすれば、図-2の $B_{50} - B_p = B_1$ が今後あらたに崩壊すると考えられる面積となり、次式によって算出する。

$$B_1 = B_{50} - B_p = \frac{P_{50} - P_0}{P_p - P_0} \times B_p - B_p = \left(\frac{P_{50} - P_0}{P_p - P_0} - 1 \right) \times B_p \dots\dots (3)$$

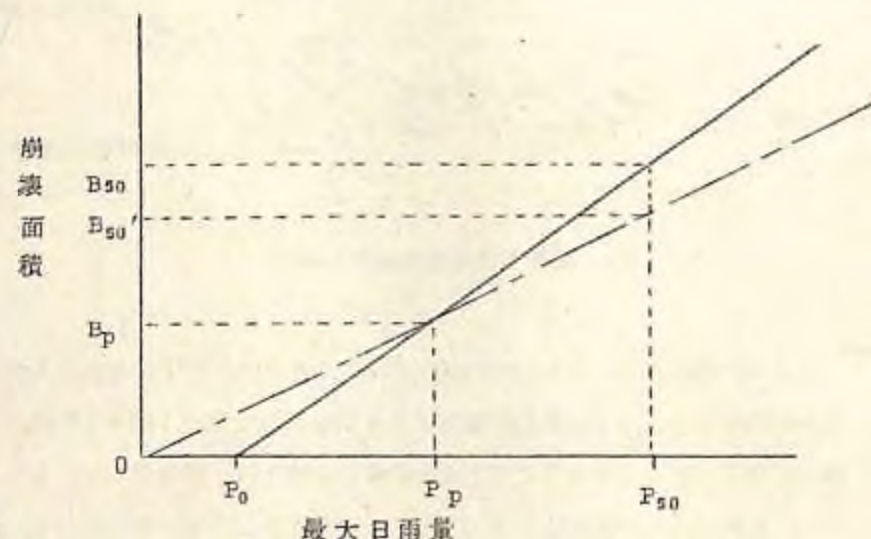


図-2 雨量と崩壊面積

ただし、 P_0 ：崩壊が発生しはじめる雨量

P_p ：既往最大日雨量

P_{50} ：50年確率最大日雨量

B_p ：現在までの崩壊地面積

B_{50} ：50年確率最大日雨量に対する崩壊面積

ここで、 $P_{50} < P_p$ の場合、つまり、すでに計画の目標とした雨量以上の豪雨を経験した地域では、今後の崩壊の新規発生はないとみなすこととなっている。

なお、今後の山地開発その他で地表の状態が大巾に変化するところは、上記の考え方のみでは処理できない。厳密なことは判らぬが、いろいろの山地開発のうち、森林伐採による危険性の増大だけは見込むこととなっている。当該地域のうち、幼令林地あるいは無林地に変化していく地区については、(3)式の B_p で代表される当該地区の危険性の尺度を2倍(昭和

30年度に全国的に崩壊地を調査した結果が、無林地は有林地の2倍の崩壊面積率を示していることによる)し、しかも、その地区は、無林地の状態のままで既往最大日雨量の襲来を受けていないという理由から、(1)式中の括弧の中のマイナス1を考慮しないこととしている。

以上が崩壊予想面積の算出法の概要であるが、現時点で、各地域ごとに変化すると思われる P_0 を決定することが困難であった。そこで、今回の調査をとりまとめるにあたっては P_0 を省略し、結局は

(国有林面積-特殊荒廃地面積-幼令林地面積)

$\times \left(\frac{\text{一般崩壊地面積} + \text{一般崩壊地の既施工地面積}}{\text{国有林面積} - \text{特殊荒廃地面積}} \right) \times$

$\times \left(\frac{50\text{年確率最大日雨量}}{\text{既往最大日雨量}} - 1 \right) + 2 \times \text{崩壊面積率} \times \text{幼令林面積} \times \frac{50\text{年確率最大日雨量}}{\text{既往最大日雨量}}$

※：崩壊面積率

で面積を求め、それに平均崩壊深1mをかけて土砂量としてある。

林道による不安定土砂量は、最近5年間に開設された林道と、今後10年間に開設される林道の延長合計に、1mあたり5m³の拾土量を見込み、その1/2を不安定土砂量としている。

このようにして得られた不安定土砂量は、後に掲記する表-2、表-3の一部に記されている通りである。

1-2 問題となる事項

1-2-1 荒廃現況の把握

現在の重要度判定調査のなかでは、国有林にまつわる不安定土砂のウエイトは高く、そのベースとなっているのが現在の荒廃現況である。国有林に存在している箇所で0.01ha以上の荒廃地はすべて調査されている。種類としては、まず、山腹面における荒廃地と、溪床面における荒廃地の2種に大別され、このうち、山腹面の荒廃地はさらにイ)一般的にみられる山腹崩壊地や溪岸崩壊地、ロ)森林限界や温泉作用など関連していて、古くから荒廃している特殊荒廃地、ハ)はげ山、ニ)地すべり地の4種にわけられている。

結果を営林局別に掲記したものが表-1であり、全体としてみると次の事が指摘し得る。第1には、国有林内の全山腹荒廃地面積中、特殊荒廃地が過半を占め、特に、アルプスを含んだ長野、名古屋両営林局の特殊荒廃地が非常に多い。第2は、国有林内には地すべり、はげ山は少なく、はげ山などはほとんどないといっている。

表-1 国有林の荒廃地面積（治山全体調査第一部結果）

営林局名	国有林面積① km ²	山腹荒廃地面積 ha					溪流荒廃地 面積 ha	荒廃地 面積合計② ha	荒廃率 ③ = ② / ① %
		一般 崩壊地	特殊 崩壊地	はげ山	地すり	計			
旭川	8,834	2,450	1,391	0	23	3,864	437	4,300	0.49
北見	4,367	220	1,559	0	0	1,779	1,316	3,096	0.71
帯広	6,941	3,106	1,654	23	6	4,790	915	5,705	0.82
札幌	6,796	5,100	5,647	36	232	11,015	1,876	12,891	1.90
函館	3,895	2,066	5,554	0	219	7,839	3,149	10,988	2.82
青森	9,233	4,140	2,388	0	512	7,040	653	7,692	0.83
秋田	7,740	8,533	232	64	224	9,053	772	9,825	1.27
前橋	10,149	3,188	2,041	0	983	6,212	726	6,938	0.68
東京	1,695	1,298	26	0	1	1,325	784	2,109	1.24
長野	4,003	3,257	18,559	0	0	21,816	801	22,617	5.65
名古屋	2,779	2,252	18,788	0	15	21,054	1,324	22,378	80.5
大阪	3,560	2,238	1,014	9	0	3,262	358	3,620	1.02
高知	1,980	396	0	1	127	524	214	738	0.37
熊本	5,001	529	342	1	0	872	158	1,030	0.21
計	76,973	38,774	59,196	135	2,342	100,447	13,481	113,928	1.48

これらの傾向は、調査前から予想されていた通りで、それだけに今回の調査はかなりの精度をもったものと判定され、これにより国有林内の荒廃地がタイプ別に明らかにされた意義はきわめて大きい。特殊荒廃地に限って見ると、やや過大にすぎるキライもないではない。

本来、特殊荒廃地は、極言すれば有史以前からの荒廃地に限るべきであり、たとえ激甚な荒廃地で山腹面に対する直接的な施工がほとんど不可能であるとしても、それが豪雨とか、人為的な誘因によるものであれば、復旧対策あるいは今後の崩壊予想の重要な因子に利用するという建前から考えると、それらはすべて一般の崩壊地とすべきものであろう。

今回の調査では、古くからの素因にもとづくものを特殊荒廃地として調査されているとは思われるものの、調査要領中にある「森林限界以上につらなる荒廃地、温泉作用による裸地など山腹面に対する直接の施工が全面的に甚だ困難なもの」のうち、山腹面に対する直接の施工が全面的に甚だ困難なものを強く意識し、現時点で岩盤までが広く露出したよ

うな崩壊地であると、その成因が豪雨や人為作用によるものも多少含まれたキライがないでもない。

第2の問題点としては溪流荒廃地の把握法である。

山腹の荒廃地と違って、溪床上の荒廃地（土石が不安定に堆積している部分）はかなり把握しにくい要素をもっている。

対象の不明確さから、従来この溪流荒廃地についての調査はあまり行なわれたことがなく、その定義は現在でもなお明確でない面が少なくない。しかし、山地からの異常な土砂石礫の流下を想定する場合には、単に山腹面からの流出土砂だけを考慮したのでは不十分であり、溪床堆積物の移動がかなりのウェイトを占める場合が多い。

この溪流荒廃地は、その起源をさかのぼれば山地からの異常な土砂石礫の流下によるものであろう。

となると、山腹の荒廃と溪流の荒廃の間には何等かの比例関係が存在していると思われる。大きく見れば、山が荒れているところほど溪流もあれているとみなせないこともない。

表-1の結果を見ても、一応は山腹の荒廃地面積が大きいところほど溪流荒廃地の面積が大きいといえないことはないが、詳細にみるとかなりの変動が指摘される。

ごく単純に、山腹荒廃地面積と溪流荒廃地面積を対比させてみると、溪流荒廃地面積は大部分の営林局で山腹荒廃地面積の1/5～1/8程度のもとなっている。しかし、1, 2の局では1/10以下になっており、長野では1/25にも達しておらず、逆に、1, 2の局は山腹荒廃地面積の1/2以上の面積の溪流が荒廃していることとなっている。

それぞれの区域の地況 さらには、豪雨が襲来して激甚な山地荒廃をうけた時期などにより山腹荒廃地と溪流荒廃地の面積的關係がそれぞれの地域性をもつのはもとより当然のことである。場所によっていろいろの場合があっても差支えないというものの、前述のごとき定義のみでは、調査者の判断によって同一の地域に対してもかなり主観的判断が入るおそれは少なくなく、このため局にとって相当大きめに溪流荒廃地が計上されたり、逆にかなり少なめに調べられたのではないかと判断されるところが少なくない。

今後の荒廃現況調査にあたっては、前記の特殊荒廃地についての定義をより徹底させるとともに、溪流荒廃地については、より客観的な調査ができるよう定義そのものをさらに具体的にすることがあると思われる。

1-2-2 崩壊予想面積の算出

不安定土砂量を構成するものは、現在の荒廃地にまつわるものと、今後、50年確率の

最大日雨量に対応して発生すると予想される崩壊地からの土砂量、及び林道開設にともなう不安定土砂量である。このうち、現在の荒廃地にまつわる土砂は、前項のごとき問題点はあるとはいえ、入念な調査によってほぼ満足しうる結果が得られることとなり、また、林道関係についてもそれほど問題はない。

これに比すると今後の崩壊地からの土砂量は、その予測法にいろいろの問題を含んでおり、仮に、前記のごとき考え方に立ったとしても、現在求められている方式のなかに次のごとき問題点がまず指摘される。

イ) 各地域は平均 1 万 ha 程度の広さをもっているが、既往最大日雨量や 50 年確率最大日雨量は、各地域内に数多くの資料があっても、そのなかの最大のもののみで代表させてある。

ロ) 前記、図-2 或は(3)式のうち、 P_0 の値を各地域ごとに客観的に明示し得なかったため、 P_0 は考えずにとりまとめている。このため、結果として図-2 のなかの B_{50} は B_{50}' の点を算出していることになっている。

イ) については、基本的に山地地域における雨量資料の少なさが第一の問題点であり、この解決なしに種々の検討を加えても徒勞に帰す面も少なくない。しかし、現在の資料を最大限に利用していくという建前にたてば、ある程度の改善は考えられる。

1 基幹流域内に多いところで数箇所、少なくとも数基幹流域に 1 箇所の雨量資料が存在していることから判断すると、各地点での既往最大日雨量及び 50 年確率最大日雨量を基礎としてそれぞれ等雨量線を面き、その等雨量線図から各基幹流域の位置、面積を考慮してそれぞれの雨量を決定した方が合理的であると思われる。

ロ) については、 P_0 を 0 とみた結果、常に過少の崩壊面積が求められている点がよく問題となる。

たしかに、各地域ごとの P_0 を適正に決めることには難題が多いが、この値を少しでも見込めば、必ず図-2 の B_{50}' は B_{50} に近づくこととなる。

大きくみれば、北海道地方のような寡雨地域では P_0 はほぼ数十 mm、紀伊半島から四国、九州の南部にかけての多雨地域では 150 ~ 200 mm 程度（いずれも測候所の位置における雨量）が P_0 の目安と思われる。しかも、このような多雨、寡雨といった違いは、およそ、それぞれの地域の確率降雨量の違いに反映されている。これらのことを考えると、50 年確率雨量を基準に、その何割かを P_0 にとれば、今回の資料だけによってもかなりの精度向上が期待できるのではなかろうか。

1-2-3 重要度指数の算定

今回の調査では、前記(1)式を基本的な考え方とし、(2)式によって各基幹流域までの重要度が算定してある。

今、1 基幹流域内がすべて国有林であったとする。その時には、(1)式は

$$\frac{B}{N} \times \frac{D}{N} \times N = \frac{B \cdot D}{N}$$

となり、この値は、単位国有林面積あたりの重要度のようにみえる。この重要度の判定結果は、その地域全体に対する治山投資の総額をきめるために使われるものであって、単位面積あたりの治山投資をきめるために使われるものではないことを考えると、単純に $B \times D$ を指数化するほうが合理的に思われる。

ただし、現実の基幹流域には国有林、民有林の両者が含まれ、人口も各基幹流域ごとにとってあることは注意されなければならない。

治山上からみた国有林の地域別重要度をきめる 1 因子としての人口は、正しくはそれぞれの国有林内の山地荒廃に起因して被害をうけると考えられる人口でなければならない。

この影響範囲の人口はしばしば氾濫区域内の人口として調べられるが、どこまでを氾濫区域とみるかにいろいろ問題もあるので、ごく単純にわりきると、基幹流域内の全人口に N/A を乗じたものが国有林の荒廃に関係する人口とみなせるのではなかろうか。

一面からいえば、各基幹流域内の全人口のうち、その N/A の人口に対して国有林が責任をもつという解釈に立つという方式がこの方式であるともいえる。

このようにして求める人口は、

$$D \times \frac{N}{A} \text{ であり、これを } B \times D \text{ の中に代入すると、 } B \times D \times \frac{N}{A} \text{ となり、こ}$$

の式で重要度を判定していくとすると、すでに行なわれた(1)式に N （国有林面積）を乗じたものということになる。

また、果して人口はそのまま国有林の荒廃に関係する不安定土砂量と同等のウェイトで扱ってよいかという疑問がある。

なぜならば、国有林の荒廃そのものについては、その防止対策には国有林の治山事業が全面的に責任をもたなければならないのに対し、被害対象となる人口には、治山事業以外の国土保全事業も関連してくることが多いからである。

また、人口の発達は河川沿いから始まり、人口を増すにつれて、その居住地は次第に河川から離れたところのびていくと考えると、例えば、10 万人の人口をもつ基幹流域と

5万人の基幹流域の被害危険度は単純に2:1とはならず、線と面の関係で $\sqrt{2}:1$ の比率になるのではないかと考えられる。

人口に関することは、本来いかにあるべきかは簡単にはきめられぬ面が多い。

しかし、上述のような点を考えると、最終的に重要度を決定する指数の求め方には、少なくとも

$$B \times D \text{ と } B \times \sqrt{D}$$

を指数化した値ぐらいは求めてみて、これまでの方法による値と対比させて見ることも意味のあることと思われる。

2. 現方式の検討 — 現在の資料による再計算

2-1 不安定土砂量のうち、各種の荒廃地や、開設される林道に関係したものについては、前項で述べたとき調査上の問題点はあるが、これらは再調査によって修正されるべき性質のものであるため、ここでは、今後の豪雨によって発生すると思われる崩壊地からの土砂量の再計算のみを行なった。

この再計算は、イ) 50年並びに100年確率の最大日雨量と既往最大日雨量の等雨量線図を画く。ロ) その等雨量線図から、各基準幹流域又は、各大分類流域内の国有林ごとに、それぞれの雨量を25mm単位で想定する。ハ) 各国有林における限界雨量を、それぞれの50年確率最大日雨量の30%として計算する。ニ) その後の計算は従来どおりとすることで行なった。

このようにして求められた崩壊予想面積を営林局別に整理して従来の算出結果と対比させたものが表-2である。

各地域で最大の雨量(既往最大、50年確率最大及び100年確率最大の日)を用いた場合と、等雨量線上から国有林の位置、面積を考慮して推定した各種の雨量を用いた場合とは、それぞれの雨量の絶対値ではかなりの差があっても、計算に使うのは既往最大雨量に対する50年確率あるいは、100年確率の日雨量の比となるため、この修正による崩壊予想面積の変化はあまり考えられない。

しかし、 P_0 の導入は崩壊予想面積をかなり変化させることとなり、比較的雨量の少ない地域では2倍以上の面積増をみたところがある。

すでに50年確率あるいは100年確率の雨を経験した区域の多少によって、各営林局別にみると従来の結果にくらべ大きく増加したところと、それほどでもないところはあるが、総じて同じ50年確率の雨を基準にしても崩壊予想面積は4割方増加している。これに比す

ると、計画目標雨量を100年確率にしてもそれほどの増加は見込まれないようであり、各局別にみれば約2割程度の増というのがせいぜいである。

表-2 営林局別の崩壊予想面積

局 名	従来の結果	再 計 算 結 果	
		50年確率 降雨による	100年確率 降雨による
旭 川	2,821	5,798	6,248
北 見	362	625	780
帯 広	1,316	1,930	2,139
札 幌	1,674	2,220	2,858
函 館	963	2,005	2,042
青 森	2,635	3,422	3,493
秋 田	5,959	8,940	9,728
前 橋	1,727	1,435	2,148
東 京	1,376	1,818	2,018
長 野	1,845	2,034	3,004
名 古 屋	1,697	1,901	2,427
大 阪	3,197	3,124	4,420
高 知	733	673	829
熊 本	645	888	1,064
計	26,951	36,813	43,198

これらの点を考えると、今後の崩壊面積の予察にあたっては、既往の災害実績などをもととし、各地域によって適宜 P_0 を定め、その値も用いて予察精度の向上を心掛けることが必要であろう。なお、ここで用いている雨量資料は、すべて長期間の観測資料をもった地点——平地部に多い——のものを利用しているため、 P_0 の値も、山地での P_0 というより、その観測点での P_0 であるべき点は注意を要する。

今回あらたに計算した崩壊予想面積に崩壊の平均深1mと仮定して乗ずると3億余ないし4億余 m^3 の崩壊土砂量がみこまれる。この数量は、国有林に現存する荒廃地(約半数は森林限界その他に関連する特殊荒廃地となっている)。全体からの10年分の優食量とほぼ同等ないしそれ以上のものとなる。

崩壊の深さを1mとし、それによって予想崩壊地からの土砂量を含め、その他の荒廃地および林道に係属した従来の不安定土砂量を合計した不安定土砂量を大分類流域および営林局ごとに集計したものが表-3、表-4である。

2-2 重要度指数の算定

重要度指数をいかに定めるべきかは、単に自然科学的意味からの検討だけでは不十分で、多分に政策的判断も加味しなくてはなるまい。その過程においては、例えば、荒廃地の実態あるいは、その荒廃地からの土砂生産量のごとく、これまでの調査結果を十分活用しなければならぬ面はあるが、国有林の荒廃による災害の感受性などは、これまでの資料のみでは必ずしも十分な科学的根拠が与えにくく、今後の国土利用計画とも対応させていこうとすれば、それをうけた今後の治山事業のあり方から出発した政策的判断で重要度の判定因子をきめなければならない面も多くなる。きめこまかい重要度の判定をしようとすればするほど、自然科学的因子のみではその方法がきめにくくなる。

このような前提背景と、とりあえず1~2年の調査でマクロ的な重要度を決めるという精神で、今回の調査では、1~2万haの基幹流域内の国有林ごとに、ごく単純な方式で重要度指数の算定が試みられた。この結果の善悪は、その評価方法の困難性から現在直ちに論議することはできにくい、かりに、ごく素朴な段階での重要度の判定というオーダーにおいても、さききのべたとき問題点もないではない。

そこで、ここでは、従来の(不安定土砂量 B_1 × 人口密度 D_1)をベースとした方法を多少かえてみて、(さきに示した方式で再計算した50年確率最大日雨量を想定した場合の不安定土砂量 B_2 × 国有林が加害すると思われる人口 D_2)、および、(B_2 × 国有林が加害すると思われる人口の平方根 D_3)をベースとした方法によって重要度指数を求めてみた。参考として(B_2 × D_1)の方式による値も計算してみた。

計算は基幹流域および大分類流域ごとに行なったが、そのうちの、大分類流域ごとの結果を表示したものが表-5である。

表-3 大分類流域別の不安定土砂量

大分類 流域名	従来の 結果 B_1	再計算結果		大分類 流域名	従来の 結果 B_1	再計算結果	
		50年確率 降雨による B_2	100年確率 降雨による B_3			50年確率 降雨による B_2	100年確率 降雨による B_3
渡島地区	33,078	36,489	36,489	湧別川	6,331	4,021	8,372
檜山地区	20,184	28,779	28,779	清滑川	3,015	3,822	4,255
尻別川	10,680	11,162	11,427	宗谷地区	7,151	8,638	9,836
積丹地区	4,452	4,787	4,787	秋田県境~ 岩木川	7,965	9,476	9,476
胆振地区	11,489	11,706	11,950	岩木川	12,598	14,024	16,869
鶴川	1,845	2,908	3,239	岩木川~ 駒込川	773	1,028	1,190
沙流川	53,742	54,444	60,316	駒込川~ 奥入瀬川	218	422	439
日高地区	9,027	10,641	10,641	下北地区	1,290	2,506	2,894
石狩川	27,677	39,290	42,269	奥入瀬川~ 五戸川	987	1,735	1,735
厚田地区	1,038	1,292	1,533	馬淵川	1,923	1,999	2,447
留萌川	16,996	24,026	24,026	青森県境~ 小本川	424	1,042	876
天塩川	6,981	12,859	15,243	小本川~ 閉伊川	1,356	1,851	1,851
十勝川	16,616	19,539	21,975	閉伊川	1,211	1,556	1,724
広尾地区	12,397	14,519	14,519	閉伊川~ 宮城県境	244	381	528
阿寒川	3,123	3,355	3,876	米代川	33,983	32,833	40,850
釧路川	1,789	2,300	2,660	北上川	19,573	22,372	25,734
根室地区	5,063	6,606	6,910	岩手県境~ 北上川	71	156	156
斜里地区	6,482	7,770	8,170	鳴瀬川	4,357	4,055	4,216
網走川	713	1,309	1,406	鳴瀬川~ 名取川	43	56	56
常呂川	3,481	4,946	5,494	名取川	1,082	1,537	1,537

大分類 流域名	従来の結 果	再計算結果		大分類 流域名	従来の結 果	再計算結果	
	B ₁	50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃		B ₁	50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃
阿武隈川	9,322	10,388	13,082	多摩川	70	105	120
米代川～ 雄物川	1,813	2,409	2,964	島嶼 (東京都)	2	2	2
雄物川	17,094	23,273	26,322	相模川	94	97	135
子吉川	2,407	3,404	4,263	相模川～ 酒匂川	107	82	82
秋田県境～ 最上川	11,274	19,243	19,243	酒匂川	3,994	3,529	3,631
最上川	38,778	46,985	46,985	酒匂川～ 静岡県境	68	80	158
荒川	2,517	4,427	4,427	山形県境 ～荒川	669	741	922
最上川～ 新潟県境	103	107	115	信濃川 ～関川	25	24	24
宮城県境～ 請戸川	133	269	271	関川	1,259	1,463	1,463
請戸川～ 夏井川	367	645	645	姫川	18,229	17,384	17,384
夏井川～ 茨城県境	262	562	562	佐渡	0	0	0
久慈川	504	769	866	新潟県境 ～黒部川	263	275	275
阿賀野川	8,124	9,193	9,193	黒部川	68,443	67,874	67,874
福島県境～ 久慈川	190	320	344	黒部川～ 常願寺川	4,417	4,472	4,472
那珂川	4,758	5,405	5,576	常願寺川	2,870	2,732	2,732
那珂川～ 利根川	25	30	30	神通川	10,607	10,639	12,050
利根川	22,355	30,487	36,652	庄川	18,176	19,710	19,710
信濃川	62,898	63,500	63,500	庄川～ 石川県境	12	21	24
荒川	2,238	2,565	2,565	能登地区	27	20	22
利根川～ 夷隅川	12	31	40	能登地区 ～手取川	141	169	178
加茂川～ 養老川	112	178	198	手取川	15,965	23,259	29,833

大分類 流域名	従来の結 果	再計算結果		大分類 流域名	従来の結 果	再計算結果	
	B ₁	50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃		B ₁	50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃
手取川 ～福井県境	19	26	69	淀川	3,461	4,557	4,557
九頭龍川	5,160	5,557	5,557	由良川	63	105	108
九頭龍川 ～京都府境	677	989	989	由良川 ～兵庫県境	111	116	130
富士川	692	901	901	神崎川	104	100	133
矢作川	2,176	1,906	1,906	大和川	283	339	53
庄内川	510	610	832	大和川～ 和歌山県境	25	31	91
木曾川	36,438	45,744	52,992	武庫川	16	13	21
南伊豆	642	783	798	六甲地区	300	1,166	1,166
北伊豆	954	1,154	1,293	加古川	4,604	4,627	5,675
安部川	1,630	1,538	1,538	加古川 ～揖保川	283	617	617
大井川	13,522	13,674	13,674	揖保川	975	1,419	1,419
大井川 ～天龍川	605	822	1,084	千種川	28	57	75
天龍川	41,286	45,054	52,965	円山川	56	86	101
天龍川 ～愛知県境	37	77	82	円山川 ～鳥取県境	318	232	338
豊川 ～矢作川	310	495	495	淡路	12	27	28
愛知県境 ～鈴鹿川	248	323	508	紀の川	164	268	314
鈴鹿川	222	212	481	有田川	124	135	173
鈴鹿川 ～宮川	63	52	181	日高川	185	244	262
宮川	238	307	467	富田川	234	222	222
宮川～ 熊野川	396	730	798	日置川	38	49	57
熊野川	1,881	2,528	2,870	古座川	18	17	17

大分類 流域名	従来の 結果 B ₁	再計算結果		大分類 流域名	従来の 結果 B ₁	再計算結果	
		50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃			50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃
千代川	410	667	812	太田川	550	565	565
天神川	162	306	345	山口県境 ～太田川	370	430	506
日野川	2,953	2,957	2,957	島嶼 (広島県)	30	57	106
鳥取県境 ～斐伊川	52	43	43	島根県境 ～橋本川	2	2	3
斐伊川	145	293	382	橋本川	51	70	77
斐伊川 ～江の川	780	755	891	橋本川 ～吉田川	0	0	0
江の川	728	870	963	吉田川 ～厚東川	0	0	0
江の川 ～高津川	97	136	136	厚東川 ～佐波川	248	245	342
高津川	996	1,190	1,190	佐波川 ～錦川	27	24	28
島嶼 (島根県)	1	1	1	錦川	181	167	225
兵庫県境 ～吉井川	1,380	1,421	1,421	島嶼 (山口県)	0	0	0
吉井川	343	684	684	吉野川	1,469	2,067	2,067
旭川	331	641	641	吉野川 ～那賀川	0	0	0
児島	0	0	0	那賀川	147	200	200
高梁川	425	439	439	那賀川 ～高知県境	112	166	166
高梁川 ～広島県境	0	0	0	香川地区	517	586	1,457
芦田川	783	762	1,285	香川県境 ～加茂川	303	313	392
芦田川 ～沼田川	22	45	79	加茂川 ～重信川	122	156	172
沼田川	102	131	152	重信川	104	98	117
沼田川 ～黒瀬川	63	156	156	肱川	12	11	15
黒瀬川 ～太田川	170	212	359	肱川 ～高知県境	62	136	137

大分類 流域名	従来の 結果 B ₁	再計算結果		大分類 流域名	従来の 結果 B ₁	再計算結果	
		50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃			50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃
四万十川～ 愛媛県境	362	403	560	球磨川	936	1,340	1,719
四万十川	3,569	3,443	3,741	島嶼 (熊本県)	48	61	69
仁淀川～ 四万十川	139	186	186	山国川～ 駅組川	524	526	626
仁淀川	516	667	667	駅組川～ 大分川	141	136	172
物部川	1,597	1,677	1,677	大分川	183	180	189
物部川～ 徳島県境	3,463	3,398	3,398	大野川	381	447	466
山国川	31	54	56	番匠川	83	144	144
山国川～ 遠賀川	35	49	49	北川	146	264	282
遠賀川	162	240	219	五ヶ瀬川	204	392	401
遠賀川～ 佐賀県境	76	137	167	耳川	255	369	388
矢部川	16	23	23	一ツ瀬川	3,930	4,491	4,491
筑後川	823	1,147	1,147	大淀川	2,935	3,689	3,824
川上川	137	125	132	大淀川～ 鹿児島県境	790	1,048	1,091
川上川～ 長崎県境	21	47	49	川内川	757	1,289	1,331
佐賀北部	52	94	103	川内川～ 甲突川	97	217	217
佐賀県境～ 川棚川	16	49	49	甲突川～ 本城川	305	405	405
中半島部	479	1,031	1,031	本城川～ 肝属川	866	1,287	1,371
島嶼 (長崎県)	105	287	288	肝属川～ 宮崎県境	308	337	337
菊池川	112	200	208	島嶼 (鹿児島県)	330	753	769
白川	2,168	2,766	2,766	計	843,265	978,409	1,061,118
緑川	637	995	1,080				

表-4 営林局別の不安定土砂量

営林局名	従来の 結果	再計算結果		営林局名	従来の 結果	再計算結果	
		50年確率 雨量による	100年確率 雨量による			50年確率 雨量による	100年確率 雨量による
函館	72,628	85,609	86,018	東京	33,367	36,387	37,166
札幌	84,571	89,983	98,611	長野	109,870	131,586	140,543
旭川	47,141	67,600	72,740	名古屋	129,255	131,815	135,674
帯広	38,988	46,318	49,940	大阪	47,841	61,867	72,297
北見	20,022	21,869	27,697	高知	12,494	13,507	14,953
青森	59,268	69,462	77,589	熊本	18,062	24,621	25,657
秋田	107,415	142,839	140,928				
前橋	62,251	52,391	59,058	総計	843,173	975,854	1,038,871

表-5 大分類流域の重要度指数

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$
渡島地区	560	233	65	173	天塩川	147	103	33	58
檜山地区	229	128	45	80	十勝川	193	138	43	62
尻別川	163	50	22	49	広尾地区	121	42	22	38
積丹地区	355	143	31	108	阿寒川	74	26	12	23
胆振地区	320	108	33	95	釧路川	99	40	14	33
鶴川	49	19	10	18	根室地区	92	41	18	31
沙流川	277	123	52	82	斜里地区	111	43	19	36
日高地区	139	55	23	44	網走川	50	17	8	19
石狩川	561	600	107	196	常呂川	117	55	19	41
厚田地区	38	10	6	12	湧別川	119	37	15	28
留萌川	233	141	45	81	清瀬川	98	98	15	32

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$
宗谷地区	157	83	27	51	秋田県境 ～最上川	248	56	27	95
秋田県境 ～岩木川	160	51	22	51	最上川	647	450	96	209
岩木川	373	148	19	115	荒川	91	42	16	35
岩木川～ 駒込川	103	38	11	36	最上川～ 新潟県境	24	2	1	7
駒込川～ 奥入瀬川	38	12	5	15	宮城県境 ～請戸川	37	10	4	16
下北地区	78	39	14	32	請戸川～ 夏井川	55	19	7	22
奥入瀬川 ～五戸川	84	25	10	33	夏井川～ 茨城県境	65	24	7	29
馬淵川	92	18	9	27	久慈川	73	21	7	27
青森県境 ～小本川	44	14	7	20	阿賀野川	240	167	39	75
小本川～ 閉伊川	54	10	7	18	福島県境 ～久慈川	85	17	5	31
閉伊川	78	22	9	26	那珂川	270	74	23	84
閉伊川～ 宮城県境	47	12	5	17	那珂川～ 利根川	25	0	0	0
米代川	435	240	65	126	利根川	651	490	90	223
北上川	434	295	65	136	信濃川	855	555	115	252
岩手県境 ～北上川	30	5	3	15	荒川	348	49	15	109
鳴瀬川	197	31	14	55	利根川～ 夷隅川	14	0	0	0
鳴瀬川～ 名取川	30	2	1	13	加茂川～ 釜老川	45	6	3	18
名取川	190	47	13	67	多摩川	164	8	3	58
阿武隈川	378	149	38	117	島嶼 (東京都)	4	0	0	0
米代川～ 雄物川	147	26	11	50	相模川	57	2	1	17
雄物川	398	225	57	136	相模川～ 酒匂川	97	2	1	27
子吉川	122	30	13	43	酒匂川	182	21	11	50

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$
酒匂川～ 静岡県境	41	2	1	14	木曾川	711	386	89	234
山形県境 ～荒川	51	14	6	16	南伊豆	87	10	5	28
信濃川 ～隅川	17	0	0	0	北伊豆	190	28	10	62
隅川	144	30	11	46	安部川	255	15	8	73
姫川	242	41	23	69	大井川	330	66	27	98
佐渡	0	0	0	0	大井川～ 天龍川	132	6	4	44
新潟県境 ～黒部川	61	5	3	19	天龍川	606	235	69	186
黒部川	598	172	65	175	天龍川～ 愛知県境	45	6	2	22
黒部川～ 常願寺川	267	36	15	79	豊川～ 矢作川	87	10	5	32
常願寺川	111	13	8	32	愛知県境 ～鈴鹿川	28	1	1	9
神通川	219	66	25	64	鈴鹿川	37	1	1	10
庄川	131	34	21	40	鈴鹿川 ～宮川	20	1	1	7
庄川～ 石川県境	13	0	0	0	宮川	27	3	2	9
能登地区	16	0	0	0	宮川～ 熊野川	59	7	4	23
能登地区 ～手取川	84	9	4	29	熊野川	79	15	9	27
手取川	345	80	34	122	淀川	302	55	19	102
手取川～ 福井県境	18	0	0	0	由良川	24	2	1	9
九頭龍川	284	61	21	87	由良川～ 兵庫県境	37	2	1	10
九頭龍川～ 京都府境	74	9	5	26	神崎川	25	1	1	7
富士川	105	18	7	35	大和川	142	7	3	42
矢作川	188	21	9	51	大和川～ 和歌山県境	38	0	0	0
庄内川	280	14	6	89	武庫川	22	0	0	0

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$
六甲地区	272	22	9	157	高津川	70	10	6	22
加古川	311	27	13	91	島嶼 (島根県)	3	0	0	0
加古川～ 揖保川	99	8	4	42	兵庫県境～ 吉井川	168	6	5	51
揖保川	106	19	8	38	吉井川	59	11	5	24
千種川	17	2	1	10	旭川	40	8	4	17
円山川	20	1	1	8	児島	0	0	0	0
円山川～ 鳥取県境	35	2	2	8	高梁川	38	6	3	11
淡路	13	0	0	0	高梁川～ 広島県境	0	0	0	0
紀の川	60	6	3	24	芦田川	130	11	5	38
有田川	41	2	1	11	芦田川～ 沼田川	37	0	0	0
日高川	40	3	2	12	沼田川	39	3	2	11
富田川	57	3	2	15	沼田川～ 黒瀬川	30	2	2	16
日置川	12	0	0	0	黒瀬川～ 太田川	120	11	4	38
古座川	9	0	0	0	太田川	121	17	6	37
千代川	68	13	6	26	山口県境～ 太田川	100	3	3	30
天神川	42	7	3	17	島嶼 (広島県)	6	1	1	3
日野川	199	22	11	58	島根県境～ 橋本川	4	0	0	0
鳥取県境～ 斐伊川	23	0	0	0	橋本川	21	2	1	8
斐伊川	44	5	3	18	橋本川～ 吉田川	0	0	0	0
斐伊川～ 江の川	96	6	4	28	吉田川～ 厚東川	0	0	0	0
江の川	63	14	6	20	厚東川～ 佐波川	67	6	3	21
江の川～ 高津川	29	1	1	8	佐波川～ 錦川	25	0	0	0

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$
錦川	42	3	2	13	矢部川	27	0	0	0
島嶼 (山口県)	0	0	0	0	筑後川	113	21	8	39
吉野川	139	39	13	48	川上川	66	4	2	17
吉野川～ 那賀川	0	0	0	0	川上川～ 長崎県境	20	0	0	0
那賀川	15	1	1	5	佐賀北部	30	3	2	12
那賀川～ 高知県境	27	2	2	10	佐賀県境～ 川棚川	18	0	0	0
香川地区	133	16	6	42	中半島部	129	26	9	56
香川県境～ 加茂川	97	10	4	28	島嶼 (長崎県)	34	6	3	17
加茂川～ 重信川	51	5	3	19	菊地川	50	6	3	20
重信川	60	3	2	17	白川	306	22	11	101
肱川	10	0	0	0	緑川	95	18	7	34
肱川～ 高知県境	37	5	2	14	球磨川	99	27	10	35
四万十川～ 愛媛県境	51	8	4	15	島嶼 (熊本県)	30	1	1	12
四万十川	138	33	14	40	山国川～ 駅館川	76	5	3	22
仁淀川～ 四万十川	37	4	2	13	駅館川～ 大分川	58	2	1	14
仁淀川	61	11	5	21	大分川	41	3	2	12
物部川	192	26	10	58	大野川	71	9	4	24
物部川～ 徳島県境	146	31	13	43	番匠川	42	7	3	13
山国川	24	3	2	12	北川	36	5	3	15
山国川～ 遠賀川	28	3	2	14	五ヶ瀬川	37	1	2	15
遠賀川	113	15	4	37	耳川	42	5	3	15
遠賀川～ 佐賀県境	70	8	3	23	一ッ瀬川	191	41	16	60

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_4}$
大淀川	321	126	27	106	甲突川～ 本城川	62	7	4	21
大淀川～ 鹿児島県境	87	21	8	30	本城川～ 肝属川	79	19	8	28
川内川	94	30	10	36	肝属川～ 宮崎県境	67	10	4	19
川内川～ 甲突川	47	8	3	19	島嶼 (鹿児島県)	37	15	6	17

表の値をみると、各地域によって指数そのものの値はかなり変動し、さらに、もしこれによって重要度を定めようとする、方式いかんによって順位が逆転するところもないではない。

しかし、各指数について、従来求められている値との相関係数を求めてみると、

$$\sqrt{B_2 \times D_1} \text{ については、大分類流域単位 } r = 0.99$$

$$\text{基幹流域単位 } r = 0.98$$

となつて、ほぼ完全相関に近い。

$$\sqrt{B_2 \times D_2} \text{ では、大分類流域単位 } r = 0.61$$

$$\text{基幹流域単位 } r = 0.84$$

となり、従来の値とはかなり違っていることがわかる。しかし、大分類流域の数は206、基幹流域の数は763であることを考えると、この値でも、それほど従来の値と変わった傾向があるというのではなく、大きくみれば同じ傾向であるとするほうがより正しい。

これに比すると

$$\sqrt{B_2 \times D_3} \text{ となると、大分類流域単位 } r = 0.91$$

$$\text{基幹流域単位 } r = 0.81$$

となつて、従来の値とかなり密接な1次的関係があることが認められる。参考までに、不安定土砂量を、100年確率の最大日雨量に対応するものに変えた計算も行なってみた。その場合の各種の重要度指数は、いずれも従来の重要度指数との相関は高く、すべて0.80～0.98の相関係数を示している。

これらの点から判断すると、不安定土砂量と人口をベースとする限り、不安定土砂量の算出法を多少変更したり、また人口の密度をとったり絶対値をとったりしても、それほど大きな重要度の変更はきたさないと考えられる。

個々の基幹流域をみれば順位が逆転する場合もあるが、このように、基幹流域や大分類を単位にした場合の重要度がそれほど変動しないということは、それだけに、現在の方式もかなり実用的意味があるともいえる。

さらに、この重要度の求め方を変更させようとする、現在求められている不安定土砂量の扱い方の修正が考えられる。まず考えられることは、特殊荒廃地からの土砂と、一般の林地からの土砂を同じウェイトで考えてよいか否かということである。一般の林地は、その荒廃地を復旧することにより、下流への災害を防止することのほかに、国有林経営基盤の確保に資するという面があるが、特殊荒廃地は、それからの土砂をくい止めることによって下流への加害は減少し得ても、経営基盤の安定にはそれほど関係しない。

したがって、国有林の経営に多少比重をかけるとすれば、同じく不安定土砂量といっても、特殊荒廃地に関係するもののウェイトを何割かさしひいて考えるという案もないではない。しかし、この点は、ある意味で治山事業の方向そのものの決断をしなくてはきめにくい。より大きな立場で検討が加えられ、よりよい重要度の判定方式をきめたいものである。

3. 支流域および単位流域の重要度判定

3-1 支流域および単位流域の重要度

基幹流域の重要度の判定が出来ても具体的に治山事業施行を行なうにはもっと小規模な数千haの支流域あるいは事業実行の際の最小単位となる数百haの流域つまり単位流域の重要度を判定する必要がある。

ここでさきの基幹流域で試みた重要度判定法を、そのまま支流域あるいは単位流域に適用することは出来ない。何故なら、まず保全対象の指標として人口を用いる場合、それぞれの支流域や単位流域からの土砂流出が影響を及ぼす人口が容易に把握できない。また把握できたとしても、荒廃地に接近した、つまり支流域や単位流域内の人口を基幹流域最下流の人口が同じ感受性を持つと見做すわけにはいかない。さらに、基幹流域の重要度判定では、新規発生崩壊土砂量の2/3を有害な土砂として施工対象にしているが、支流域や単位流域になると、この一定の比率をあてはめてよいとは思えない。非常に大量の不安定土砂が存在する支流域や単位流域では放散すれば全量の2/3以上が有害な土砂となるおそれがあるし、逆に不安定土砂の少ない支流域や単位流域などでは、流域全体のコントロール作用によって、土砂の影響は少なくなるから1/3以上が流出してもよい場合があり得る。

要するに、従来の重要度判定で言う、加害性と感受性の両面とも基幹流域のようにマクロなとらえ方でなく、数千haあるいは数百haの流域の特性を反映させるようなキメの細か

い表現をする必要があるわけである。

ここで、従来の基幹流域の重要度指数のように、重要度を予算配分の指数として考えるという具体的な目的を、そのまま単位流域の規模にまで及ぼすとすれば、
$$\text{重要度} = \sqrt{\text{加害性} \times \text{感受性}}$$
であるから、加害性が同じでも感受性が大きい単位流域は高くランクされ、予算も多く配分されることになる。しかし単位流域での事業の規模、言い換えれば事業量の総量は重要度に関係なく土砂量つまり加害性だけで決まるのであるから、感受性が大きい単位流域は予算が多く配分されるだけ事業は早く完了することになる。極端に言えば今年1年で完了する場合もあり得る。そしてその場合は、この単位流域の土砂量はゼロ、つまり加害性はゼロになり、従って重要度も一きょにゼロとなる。こうした点を考えると、重要度という言葉の中には、施工の優先度の意味が含まれていることがわかる。そして現存する荒廃地および今後予測される荒廃地の工事が、かりに短くみて20年で完了するとしても、基幹流域の重要度判定は5年に1回、1年分の施工済の量が大きく影響する単位流域や支流域では、毎年あらたに重要度の判定を行なう必要がある。

3-2 基幹流域、支流域、単位流域の重要度の相互関係

基幹流域内の国有林を数千haの単位に分けたそれぞれの流域が支流域であり、支流域をさらに細分した単位が単位流域である。この限りでは基幹流域、支流域、単位流域の重要度は密接に関係している。そこで、単位流域の重要度を積み上げて支流域の重要度を求め、支流域の重要度を積み上げて基幹流域の重要度とすることが当然考えられる。そしてこの手順が観念的には正しい重要度の求め方であると思われる。しかし、例えば単位流域の重要度の積み上げといっても、重要度そのものが大小関係をあらわす指標であり得るが、その絶対値を単純和することには問題がある。また単位流域の重要度の決め方は、単位流域の流域内やその周辺に重点がおかれることになるので、支流域やさらには基幹流域の重要度判定に必要な下流の保全対象などは考慮しにくい面が多くなる。これらの点を考えると、現在の完全とはいえない重要度判定法によって基幹流域、支流域、単位流域の重要度をお互いに関連づけしながら判定するには、積み上げとは逆に、基幹流域、支流域、単位流域おのこの三様にそれぞれの流域規模に適した重要度判定法をとり、この結果を投資配分などの目的で利用する場合には、先づ基幹流域への配分を決め、そのなかの支流域、単位流域へ順に配分をおろしてゆく方法が実際的であると思われる。こうした考え方が正しいかどうかは以下に述べる支流域、単位流域の重要度判定法が妥当であるかどうかの問題とともに、今後の研究にまたないと結論が出せない。しかし、過去に行なわれた国有林治山事業に於ける基幹流域の重要度

判定に対応して、もっと細分化された単位の支流域、単位流域の重要度判定を行なうことは不可欠であるので、その考え方の例として1つの案を提出するものである。

3-3 支流域の重要度判定

3-3-1 既往の判定法とその問題点

支流域における重要度判定法として、まとまった考え方を発表した例はあまりなく、わずかに名古屋営林局の荒川昌久氏が、「治山事業における投資配分について」と題して、支流域への投資配分方法を述べている例がある。これは投資配分と題してあるが、内容からみるとここでいう重要度判定のことであるから、これが重要度判定について述べた唯一の文献といってよい。そこで簡単にその内容を述べると、先づ

支流域の投資配分 = 国有林不安定土砂量 × 土砂の移動性 × 保全対象の被害度
と考える。

ここで土砂の移動性には50年確率の雨量を基礎にして算出した洪水総量を用い、洪水総量の計算には主流路の勾配と流路延長から算出した洪水到達時間及び洪水流量を用いる。

また被害度係数には最寄りの部落と、不安定土砂との距離の長短によって、2km以内1.00から2.2km以上0.10までの係数を想定する。

さらに荒川氏は「民有地内で国有林不安定土砂が与えるであろう脅威」を式に加えることを提唱している。

さて、こまかな点は省略するがこの方法は細部にまで神経を使って、キメ細かに考えられているが、移動性の指標として総洪水量を用いている点に多少の問題がある。即ち総洪水量 Σq は $f \cdot r_0 \cdot A \cdot g^{0.5} \cdot h^{0.2}$ (f は流出係数、 r_0 は時間雨量、 g は流路延長、 h は流路標高差)であらわされるので、 A つまり面積が大きくなると移動性が大きいことになり、土砂量・面積などの等しい2つの流域を加えて1つの流域にまとめた場合、重要度は2倍になるのが正しいのに、土砂量で2倍・移動性で2倍・結局4倍になってしまうというむじゅんを生ずる。また不安定土砂と最寄りの部落による被害度係数についても、最寄りの部落までの距離だけで量的な因子、つまり人口が1人とか100人とかは考慮されない点に問題があるように感じられる。

3-3-2 支流域の重要度判定法

現在入手可能なデータを用いて既往の理論、知識から判定法を見出すのであるから、いかにしてもラフな面や不十分な点が残るが、基本的な姿勢としては、流域別調査の資料とその他に容易に調べうる資料程度を用いるのを前提として基幹流域の重要度判定法の、

加害性と感受性の相乗平均を重要度とし、加害性に国有林土砂量・感受性に人口を用いた考え方を引き継いで、土砂量、あるいは人口を支流域の規模に適した表現であらわし、支流域の重要度判定法としたい。

a) 加害性の指標

基幹流域では国有林土砂量を加害性の指標として、そのまま用いたが前にも述べたように数千ha程度の支流域になると、非常に大量の不安定土砂が存在する支流域では土砂が移動し易いからその点を考慮して、

支流域の加害性指標(A) = 支流域国有林土砂量 × $(1 + 0.5 \times \frac{\text{支流域ha当り土砂量}}{\text{支流域ha当り土砂量最高値}})$
とする。但し、支流域ha当り土砂量最高値は当該基幹流域内での最高値である。この場合、0.5を用いるのは許容流出土砂量(全土砂量の $\frac{1}{3}$)は抑止土砂量(全土砂量の $\frac{2}{3}$)の $\frac{1}{2}$ であるからこれを全部見込む場合で0.5という意味である。また支流域ha当り土砂量最高値は、当該基幹流域内の支流域のうちha当り土砂量が最大の支流域の値をいう。

b) 感受性の指標

支流域内の人口と、支流域外で国有林の直接影響範囲外に住む下流の人口とを分けて考える。支流域内の人口はいわば、直接保全対象であり国有林土砂の影響を強く受けるのに対し、下流の人口は距離は離れているが数多く、また、基幹流域の重要度判定に大きく関係しているから、この両者を1:1のウェイトで扱い基幹流域→支流域→単位流域の判定のスムーズな移行をはかる。

$$\text{感受性指標(B)} = \frac{\text{下流の民有林を含む支流域面積}}{\text{上記の基幹流域面積}} \times 0.5 \\ + \frac{\text{国有林支流域内人口}}{\text{国有林支流域内人口の基幹流域合計}} \times 0.5$$

ここで支流域内の人口は後述のように国有林に近接する人口を一部含めるほかは問題ないとしても、下流の人口については一応支流域からの距離によって影響度が減ずることも考えられるが、下流の人口は点在しており距離の表現も困難なので、ここでは支流域の面積の大小に比例すると仮定した。下流の民有林を含んだ支流域面積を基幹流域面積で割ったのは、下流人口を民有林を含めた各支流域の面積(国有林面積+民有林面積)に比例して配分する意味である。

また、国有林に近接(2キロ以内)して国有林からの流出土砂の影響を直接受ける人口は国有林支流域内人口に含める。感受性の因子、つまり保全対象として人口のみを扱い、建物等は省略したがこれらもおおむね人口に比例すると考えられるからであり、道

路については単位流域でみるのが直接的で妥当なので支流域では省略した。

c) 重要度の計算

基幹流域に於ける方法と同様に

$$\text{重要度指数} = \sqrt{\text{加害性指標} \times \text{感受性指標}}$$

で計算する。さきの基幹流域と同様、感受性指標Bをあらかじめ平方に開くかどうか問題のあるところであるが、この場合、支流域内人口はその数がダイレクトに感受性に比例すると考えられるので、上記の式そのままのBを用いる。

a～cの計算の実例を表-6に示す。

3-4 単位流域の重要度判定

3-4-1 既往の判定法とその問題点

前述の荒川氏の提案による単位流域の重要度判定法は支流域とほぼ同じ方法である。

即ち、単位流域の投資配分＝国有林不安定土砂量×土砂の移動性×保全対象の被害度と考える点は支流域と同様で、わずかに支流域内の雨量を等しいとみると、溪床不安定土砂のうち緩傾斜の部分を除くなど細部で、支流域の判定と異ってはいるがほぼ同じ考えとみてよい。従って問題となる点も支流域の判定とほぼ同様で、単位流域の面積に影響されすぎる点、最寄りの部落への距離によって定められる係数の与え方が客観的に行ない難い点、また、飛弾川の災害に例をみるように道路に近接した荒廃現象が道路に直接影響を与える場合には、道路もまた保全対象とみるべきであるが、ここでは最寄りの部落を保全対象としているだけで、道路については考慮されていない点などが問題とされる。

3-4-2 単位流域の重要度判定法

支流域ごとに算定された重要度を受けて、それを単位流域におろす場合は、算定因子が多少変わるが方法としては、支流域の重要度判定と特に変わった点はない。

強いてあげるなら単位流域内の道路の存在を感受性の1つの指標としてとりあげた点であろう。

a) 加害性の指標

支流域の加害性の指標を求める際に多量な不安定土砂が存在する支流域については、加害度を大きくみるために割増を行なった。しかし単位流域に於ける多量の不安定土砂は、支流域以上に片寄りがある危険であるから、単位流域の加害度についても同様の割増しを行なう。即ち

表-6 支流域における重要度判定計算例

支流域名	① 支流域 国有林面積	② 支流域 民有林面積	③ = ① + ②		④ 国有林 土砂量	⑤ = ④ + ① 国有林 ha 当り土砂量	⑥ 人 口	⑦ 国有林内		⑧ = ⑥ - ⑦ 国有林外人口
			国有林 + 民有林面積	同 比				人 口	同 比	
赤 台 川	4883 ^{ha}	2349 ^{ha}	7232 ^{ha}	0.185	904,880 ^{m³}	185.3 ^{m³}	2850	343	0.154	2,507
武 山 川	2151	3273	5424	0.138	577,500	(最大値) 268.5	4620	167	0.075	4,453
山下地区	5219	1036	6255	0.160	703,750	134.8	2740	205	0.092	2,535
日 蔭 川	3472	910	4382	0.112	167,300	48.2	1410	93	0.042	1,317
銅 洞 川	621	2824	3445	0.088	42,000	67.6	7380	507	0.228	6,873
神 社 川	4488	502	4990	0.127	241,870	53.9	1070	75	0.034	995
本山地区	772	3455	4227	0.108	2,100	2.7	5230	485	0.218	4,745
秋 川	1051	2161	3212	0.082	0	0	3250	352	0.158	2,898
合 計			39,167	1			28550	2,227	1.001	26,323

$\textcircled{8} = \textcircled{4} \times (1 + 0.5 \times \frac{\textcircled{5}}{\textcircled{5}のmax値})$ 加 害 性	$\textcircled{9} = \frac{\textcircled{3}}{\textcircled{3}の合計} \times 0.5 + \frac{\textcircled{7}}{\textcircled{7}の合計} \times 0.5$ 感 受 性	$\sqrt{\textcircled{8} \times \textcircled{9}}$ 重 要 度	同 比
($\textcircled{4} \times 1,345$) 1,217,063	($0.0925 + 0.077 =$) 0.1695	$\sqrt{206,292} = 454.19$	0.311
($\textcircled{4} \times 1,500$) 866,250	($0.069 + 0.0375 =$) 0.1065	$\sqrt{92,256} = 303.74$	0.208
($\textcircled{4} \times 1,251$) 880,391	($0.080 + 0.046 =$) 0.1260	$\sqrt{110,929} = 333.06$	0.228
($\textcircled{4} \times 1,090$) 182,357	($0.056 + 0.021 =$) 0.0770	$\sqrt{14,041} = 118.49$	0.081
($\textcircled{4} \times 1,126$) 47,292	($0.044 + 0.114 =$) 0.1580	$\sqrt{7,472} = 86.44$	0.059
($\textcircled{4} \times 1,100$) 266,057	($0.0635 + 0.017 =$) 0.0805	$\sqrt{21,418} = 146.35$	0.100
($\textcircled{4} \times 1,005$) 2,111	($0.054 + 0.109 =$) 0.1630	$\sqrt{344} = 18.55$	0.013
0	($0.041 + 0.079 =$) 0.1200	0 = 0	
	1.0005	1,460.82	1.000

単位流域の加害性指標＝単位流域国有林土砂量

$$\times \left(1 + 0.5 \times \frac{\text{単位流域 ha 当り土砂量}}{\text{単位流域 ha 当り土砂量最高値}} \right)$$

但し、単位流域 ha 当り土砂量最高値は当該支流域内での最高値である。

で表わす。加害性指標の求め方は支流域における方法と全く同一である。

b) 感受性の指標

支流域の重要度判定では感受性の指標として、下流の人口と支流域内の人口の両者を 1:1 のウエイトでみた。単位流域の重要度は支流域で算定された重要度の配分であり、人口についての考慮は基幹流域及び支流域における重要度判定ですでに充分に行なわれたと考え、単位流域では国有林治山の 1 つの目的である林地自体の保全を考慮したい。このような考え方にあっては、単位流域の重要度は観念的には単位流域内をすべて安定にするための量、いわば単位流域内の事業量であり、便宜的に不安定土砂量であらわすことが出来る。このことは加害性そのものが重要度ということを意味するが、国有林の経営という観念からすれば当然である。

ここで考えてみたいのは保全対象としての道路の問題である。単位流域程度に面積が小さくなると、住民や建物などのほかに道路が、直接保全対象として注目される。山地の道路は特に溪流沿いにつくられたり、溪流を横切ったりするために、豪雨の際に被害を受けやすく、国有林経営にも影響することが多いので、直接保全対象として、道路が単位流域内にある場合は重要度の割り増しを行なう必要がある。割り増しの率は不安定土砂と道路の接触する地点の数の多少、その道路を通過する車輛の多少、代替道路の有無などを勘案して国有林経営上の重要さで 1.0 まで、公共的な重要さで 1.0 までを目安にその基幹流域の事情に応じて、行政的に決めればよい。割り増しの上限 1.0 は特に根拠のある数字ではないが、割り増し率が小さすぎれば割り増しの意味がないし、割り増し率が大きすぎると他の単位流域の重要度が相対的に下ることになる。実態がこれ以上の割り増しを必要とする場合は、支流域に於ける重要度判定の際にあらかじめ多少の配慮をすることが必要であろう。

c) 重要度の計算

$$\text{単位流域の重要度} = \text{加害性} \times (1 + R_1 + R_2)$$

但し、 R_1 : 0 ～ 1 : 保全対象としての単位流域内の道路の国有林経営上の重要な間の値をとる
さによって決まる割増し率

R_2 : 0 ~ 1 : 保全対象としての単位流域内の道路の公共性の大小によっての間の値をとる
で決まる割増し率

a ~ c の計算の実例を表-7 に示す。

表-7 単位流域における重要度判定計算例

① 支流域名	② 単位流域番号	③ 面積	④ 不安定土砂量	⑤ = ④ ÷ ② ha 当り 不安定土砂量	⑥ = 0.5 × ⑤ の割増率
赤台川	1	486 ^{ha}	280,800 ^m	577.78 ^m	0.500
	2	1133	177,900	157.02	0.136
	3	733	118,200	161.26	0.140
	4	1305	105,600	80.92	0.070
	5	638	123,900	194.20	0.168
	6	588	98,480	167.48	0.145
	計	4883	904,880		

⑦ = ④ × (1.0 + ⑥) 加害性	⑧ 感受性 (1 + R_1 + R_2)	⑨ = ⑦ × ⑧ 重要度	⑩ 同 比
421,200	1.50	631,800	0.393
202,094	1.00	202,094	0.126
134,748	1.50	202,122	0.126
112,992	1.00	112,992	0.070
144,715	2.00	289,430	0.180
112,760	1.50	169,140	0.105
		1,607,578	1.000

4. 今後に残された問題点

以上、かつて全国有林を対象として実施された、基幹流域を単位とした重要度の判定法に対する検討と、この方式をさらにキメこまかくする場合の1方法として支流域ならびに単位流域を単位とした場合の重要度判定の案を提出してみた。基幹流域との関連を考慮したために、人口・土砂量など従来用いていた判定因子が中心になり、新しい因子はほとんど用いなかった。

しかし、前述の荒川氏の意見にもある通り、土砂の移動性や保全対象までの距離、その他加害性や感受性に関係する因子をもっとキメ細かに調べて重要度判定に利用しなければならない。とは言っても、因子の重複は避けねばならないし新たな因子を用いるには、理論的に説明がつかなければいけないので、まずは、山地荒廃の実態とくに、それからの移動実態についての検討は充分に行なわねばならない。

今回は重要度判定調査第2部、流域別調査によって求められた資料を中心に簡単な補足調査程度で、支流域・単位流域の重要度判定を行ないうるよう考えたため、特に目新しい因子の採用は見送ったが、文中にも記したように、支流域・単位流域では毎年、基幹流域では5年毎程度のサイクルで改訂する必要がある。今後の再調査の際には国有林治山のあり方についてもより明確な目的を与えながら、より多くの必然性の高い因子を組み入れて、重要度判定に利用するよう今後も検討を重ねるべきものと考えらる。