

2. 安倍川および大井川流域の山崩調査

難 波 宣 士⁽¹⁾
原 良 治⁽²⁾

は し が き

1954 年 9 月 18 日、台風 14 号は 20 時 30 分ごろ遠江灘から御前崎付近に上陸し、毎時 60 km の速さで駿河湾から伊豆中央部を横断して 23 時すぎには相模湾へさつていった。この台風にとまなう総降雨量は比較的短時間の間に平地で約 250 mm、山間部では 300 mm をこし、大井川中流地域では 460 mm 以上に達した。これがため、静岡県下では終戦後しばしば発生した台風による被害のなかでもっとも大きな山地被害をこうむるにいたり、なかでも安倍川～大井川の間にはさまれた下流地域に被害が密集し、県下の山林の崩壊 380 箇所、109 ha のうち、この地域のみで崩壊箇所 259、面積 70 ha となつて県下被害の過半に達したのである。

この水害に対し、筆者らは山地災害の実態、森林・治山工等と荒廃との関係を調査し、その結果、山地保全の目的に合致した治山対策を検討するため、現地調査を行つた。この種の水害調査報告は最近九州水害¹⁾、近畿水害²⁾³⁾⁴⁾などで数多く発表され、一般的な事項についての論議はおおむねつくされたかたちなので、ここでは一般的事項についての考察はごく簡単にし、主として、山腹面における荒廃と溪床面における荒廃とをあわせ考察することにした。したがつて、個々の崩壊地あるいは荒廃溪流に対する復旧・予防方法の具体的な検討は今後の調査にゆずり、今回は流域を単位として考えた場合の荒廃状況の内容をやや量的に調べ、今後の治山対策の一参考資料を得んとしたものである。調査の時期が災害後数ヵ月を経過していたため、災害直後の実態はある程度想像するほかなく、また、調査日数の関係からほとんど踏査の域を出ていないので、相当推論的なことも多からうことをことわつておく。

稿を起すにあたり、本調査に格別のご援助をいただいた静岡県治山課渡辺課長・石橋係長、静岡林業事務所清水所長・風間課長、金谷林業事務所諸井所長・奥平課長はじめ、関係の各位に深甚なる謝意を表すものである。

I 調査地域および調査方法

1. 調査地域

今回の豪雨によつて災害をうけた地域は安倍郡・志太郡の南部一帯であるが、そのなかで山崩ならびにそれにとまなう荒廃が激甚であつたといわれる

安倍川支流の蘆科川下流右岸地域

瀬戸川支流の朝比奈川流域

大井川支流の伊久美川流域

大井川支流の笹間川流域

(1) (2) 防災部防災第一科治山第一研究室員

の 4 地域を調査地域とし、そのおのおのについて下記のごとき調査箇所を選んで全般の状況を類推することにした（付図 I）。

蘆科川下流右岸地域：富沢、奈良間、尾野窪、板谷島、飯間

朝比奈川流域：三ツ野、小布杉、矢倉沢、野田沢

伊久美川流域：白井、二俣、中平、小川、長島、川口

笹間川流域：白平、日掛、久野、大楢、二俣、栗原、石上、出本、三並、桑ノ山

2. 調査方法

以上の調査箇所内にある山地荒廃の原因・機構ならびに山地の荒廃が下流におよぼす影響を観察するとともに、それら一連の現象に対して森林および治山工作物がいかなる作用をもつかについて調査することとした。調査地区を上記のごとく限定してもなお相当広範で、一つ一つの現象を正確に測定してゆくことは不可能であるため、距離計、クリノメーター、ハンドレベルなどによつて簡単に数多く調査することとし、ときには状況聴取、目測、望見し得た結果をあわせて一般的傾向を見いだすようつとめた。

また、環境因子としての地表状態、林相、地質、土壌などは今次水害による山地荒廃に直接関係する事項にかぎつて簡略に観察せざるを得なかつたが、笹間(Phot. 1)、伊久美(Phot. 2)、蘆科右岸(Phot. 3)の各地では土壌試料を採取し、研究室においてこれら土壌の力学的な性質の二、三を測定して崩壊の機構を考え、対策の参考に供することにした。

3. 調査地域の地況・林況

a 一般地況

調査地域の地質はすべて三倉層に属している。この三倉層は中部地方外帯における中世層で、四国の四万十川層群、関東の多摩川・小仏川両群層と類似し、岩石は節理、割れ口にとみ、動力変成をうけているため崩れやすい⁵⁾ことも事実であるが、特に重要なことは中央構造線がかなりの巾をもつて調査地域の中央を北々東から南々西に走っていることである。中央構造線にともなう破碎帯が、笹間、伊久美、瀬戸谷、朝比奈の各村の大部もしくは一部を通つてのびていることが今回の山崩と大きな関係をもっている。岩種としては、砂岩・頁岩がもつとも問題と思われ、破碎帯においては頁岩は一見岩石の形態を保っているが、詳細にみると細かくわれて空隙も多い。このように全体として基岩が崩れやすいため、一方において風化土をつくること厚く、傾斜地ではあまり厚くはないが、一般に土壌は深く肥沃地も多い。

調査地域がすべて静岡県南部に位しているため、地形は全般的に丘陵性で、笹間川上流にわずかに標高 1,000 m をこえるところがある(Phot. 4, 5)にすぎない。したがつて、笹間川地域が調査の範囲内ではもつとも急な山地帯で、河川は地形にそつて曲流した壮年期の地形を示しているが、他の諸流域はいずれも標高 700~800 m を最高地とする丘陵性台地となつている。しかし、標高は高くないにもかかわらず山腹の傾斜はかなり急峻で、標高 400 m 前後の地区がもつとも急傾斜である。これが山腹崩壊の存在する範囲がほとんど標高 500 m 以下に限られている理由の一つと考えられ、このような里山に山腹崩壊が多く発生したことが下流への影響を大きくさせた原因ともなつていた。

各流域の概括的な地形を 5 万分の 1 地形図からよみつたものが第 1 表で、この表からも、伊久美、朝比奈両流域がきわめてよく似た地形である点と、笹間川流域のみがやや趣を異にしている点が指摘できる。全域を踏査したわけではなく、ただ地形図から判断しただけであるため厳密なことはいえないが、これらの値から推しても、朝比奈川、伊久美川の両流域は笹間川流域と違つた丘陵性の小支流であることが

第 1 表 調査流域の地形

流 域 名	調査面積 km^2	水路数	水路線長 km	水路頻度 km^2 あたり	排水密度 km^2 あたり
笹 間 川	70.4	24	42.0	0.341	0.597
伊 久 美 川	34.5	18	34.5	0.522	1.000
朝 比 奈 川	35.2	20	37.2	0.568	1.057

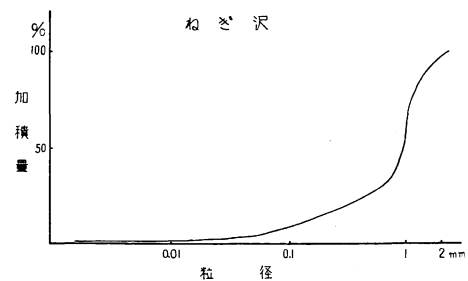
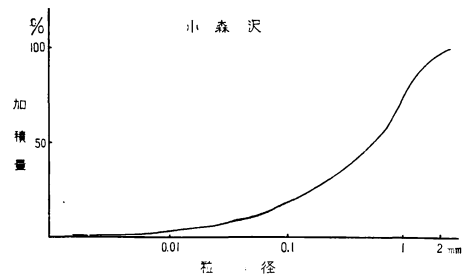
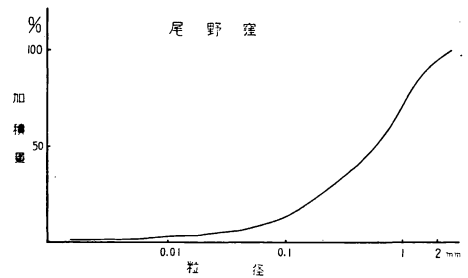
備考 笹間川・伊久美川の調査区域は流域全体であるが、朝比奈川の調査区域は羽佐間より上流流域とした。

うなずける。笹間川、薬科川のごとく大規模の川では、本流における溪床の荒廃はあまり目だたないが、規模の小さい朝比奈川、伊久美川では、本流ぞいにおける溪床の荒廃も目だち、本流に注ぐ支流ではいつそう荒廃程度のはなはだしいところも多くなっている。

b. 土壌の理学的性

以上のごとき一般的な地況をさらに土壌の理学的な性質について検討するとつぎのごとなる。土壌試料の採取地点は尾野窪、小森沢、ネギ沢であるが、平均 20 %前後の石礫を除いて土壌の粒径分析した結果は第 1 図で、全体として細粒の部分が少なく、0.5 mm 付近のものがいちじるしく多い。したがって、有効径の大きさも 0.04~0.10 mm となつて大きく、簡易な方法⁷⁾によつて測定した透水係数の値は大である。

地表部は火山灰の堆積であるため、本地域の特性を知り、かつ、崩壊との関係の深い土壌の力学的な性質を知ることがを目的として、採取したのは地表下 50~60 cm の土壌で、測定結果は第 2 表である。流出限界、塑性限界、耐水度の値はいずれも他地区のものに比して小さく、特に尾野窪、小森沢の流出限界、塑性限界の小さいことが注目される。表層の部



第 1 図 加 積 曲 線

第 2 表

採 取 地	流出限界 (%)	塑性限界 (%)	遠心含水当量 (%)	透水係数 (cm/sec)	耐水度 (分)
尾 野 窪	24	13	20	8.4×10^{-2}	35
小 森 沢	24	16	18	6.4×10^{-2}	25
ネ ギ 沢	50	30	27	4.6×10^{-2}	17

備考：含水の量は含水比で示す。

分の土壌では、流出限界、塑性限界の値がそれぞれ 60~50 %, 42~39 % となつていゝところから判断しても、本地域の基盤となる土壌は、含水すると容易に軟弱になると考えられる。このことは三倉層が全体として崩れやすいことを示すとともに、破碎帯の影響も大きいと思われ、笹間川流域の西部に至つて破碎帯の影響が弱くなつていゝことを示すものであろう。

c. 林 況

地味は一般に良好で、気象的にも好条件に恵まれて温暖多雨であるため、樹木の生育に適してゐる⁶⁾。各流域の奥地にはスギ、ヒノキの美林 (Phot. 4) があるが、里山の関係で短伐期の皆伐作業をくりかえしてゐるところが多く、その結果、疎悪化した薪炭林も所々にみられた。蘆科川下流地域にはスギ・ヒノキの人工林のなかにタケを混じてゐるところがあり、また、笹間川流域の奥地では交通不便の関係で伐採木の搬出方法が粗放となり、土修羅、鉄砲堰による搬出を行つてゐたところもあつたが、これがために荒廃した箇所もみられた。林木の伐採、植栽の資料は得られなかつたが、特に過伐、増伐の傾向はなかつたようである。

Ⅱ 山 崩 状 況 一 般

今回の豪雨によつて山腹面には多数の崩壊地を生じ、溪床もかなり荒廃せしめられた。静岡県治山課の調査によれば、県下の全崩壊地は新生および拡大を合わせて 380 箇所、約 109 ha となつており、このうち安倍川流域から大井川流域にかけて発生した崩壊地を市町村別に整理すると第 3 表のごとくなる。溪床面の荒廃についての資料は、その実態の把握が困難な関係で一表にまとめることはできなかつたが、今回の水害では溪流ぞいの荒廃についての関心が高く、崩壊による山腹面の荒廃と、洪水ならびに土石による溪流面の荒廃とを合わせ考察する必要が特に大きいように見うけられた。

そこで、これらの荒廃様式を山崩として一括させ、その内容を便宜上、山腹ならびに溪岸が block として崩れて山腹面を荒廃させる崩壊と、崩壊した block がそのまま下流に直進するか、一度溪床に堆積した土石がふたたび欠潰して溪流面を荒廃させる土石流とに分けて考えると、今次水害にあたつてみられた山崩はつぎのごとく分類できる。

山崩	{	崩壊 {	山腹崩壊：地表・地下状態が不連続的に変化してゐることが原因となる山腹の崩れ。
			溪岸崩壊：溪流の縦横侵蝕が原因となる溪岸の崩れ。
		土石流……………	崩壊した block がそのまま直進するか、一度溪床に堆積してもすぐ破れて突進する土石流。

以上のごとき各タイプの荒廃様式は、いかなる場合にも判然としてゐるというものではなく、たとえば崩壊の中にも山腹崩壊と溪岸崩壊の中間的性格のものや、崩壊と無関係とみられる土石流も全く存在しなかつたとはいひきれないが、今次水害時にかぎつて、発生した山崩の原因ならびに防止対策の面から考えれば、この程度で分類できしつかえないと思われた。

山腹崩壊の原因となることが多い地表あるいは地下状態の不連続とは、(1)地表傾斜の交換点 (2)林相・地被物の変化点 (3)土層と基盤との接触点などが地表状態の不連続と考えられ、また、(1)土層と基岩の境 (2)風化して亀裂の多い弱い岩盤と下の未風化の亀裂の少ない堅い岩盤の境、(3)断層破碎部の頁岩の存在などが地下状態の不連続と考えられる。これによつて崩壊の上端または下端が決定づけられるようで、このようにして発生した山腹崩壊をさらに細かく観察すると、つぎのごとき 3 つの型が挙げられ、森林あるい

第 3 表 市町村別崩壊地

市町村名	新 生		拡 大		合 計	
	面 積	箇 所	面 積	箇 所	面 積	箇 所
玉 川	9.00	13	2.30	6	11.30	19
伊 久 美	7.22	25	1.20	1	8.42	26
笹 間	7.16	37	—	—	7.16	37
朝 比 奈	6.20	24	0.60	1	6.80	25
静 岡	1.80	5	2.80	5	4.60	10
中 川 根	4.25	16	—	—	4.25	16
瀬 戸 谷	2.92	9	0.90	1	3.82	10
南 薬 科	3.00	15	—	—	3.00	15
井 川	2.70	8	0.20	1	2.90	9
大 川	1.50	9	1.20	1	2.70	10
中 薬 科	2.40	18	—	—	2.40	18
清 沢	2.20	12	—	—	2.20	12
梅 ケ 島	1.10	4	0.90	5	2.00	9
羽 織	1.80	9	—	—	1.80	9
大 河 内	0.60	6	0.70	3	1.30	9
大 長 倉	1.10	3	—	—	1.10	3
初 倉	0.90	8	—	—	0.90	8
美 和	0.50	3	0.20	1	0.70	4
下 川 根	0.60	2	—	—	0.60	2
五 和	0.30	1	—	—	0.30	1
藤 枝	0.26	2	—	—	0.26	2
徳 山	0.25	2	—	—	0.25	2
坂 部	0.20	1	—	—	0.20	1
岡 部	0.06	2	—	—	0.06	2
合 計	58.02	234	11.00	25	69.02	259

は治山工の影響のしかたが変つていた。

(i) 山腹剝落型： 山腹面の裸地または地被物のうすいところなどを起点として、主として地表水の侵蝕によりわりに巾狭く山腹表土がうすくはぎとられるもの。

(ii) 山腹滑落型： 山腹土壌が滲透水の湧出によつて板状に滑落するもので、深さは剝落型よりも厚く基盤露出するものが多い。

(iii) 地圧型： 断層破砕部または特種岩石の存在する山腹が、滲透水による土壌の剪断抵抗の低下その他でむるよう崩れるもので、崩れの深さは深くまた大面積に起り、比較的緩傾斜でも起る。

溪岸崩壊は、溪流の曲流または土石流の通過などによる溪流の縦方向・横方向の侵蝕により、溪岸が脚を洗われるために崩れるもので、規模がある程度以上大きい溪流ぞいにみられ、侵蝕を働く外力が強くなるにつれて溪岸崩壊の大きさも大きくなるようで、一般に剝落型の崩壊に比し巾と深さは大である。

以上の各種の崩壊の標準的な形態は、九州水害¹⁾、近畿水害⁴⁾の場合とだいたい同一で特記するほどのものはなかつたが、個々の崩壊地についてみれば、地形または地被状態によつて相当異なるものである。

台風 14 号にともなう豪雨は 18 日の夕方から 21 時ごろにかけての数時間が強烈であつたが、尾野窪

をはじめ、1回地 0.5 町歩以上の大きな崩壊は豪雨後半期から終了後に発生したものが多く、これは山腹滑落型・地亡型の崩壊が滲透水に原因していることを物語っており、剝落型崩壊は豪雨最盛期に多く、溪岸崩壊は豪雨中、その後を通じて起るものと思われる。

土石流とは山津波と称せられるもので、大きな崩壊にともなつて起りやすい。崩壊した土石は崩壊の初動として貯えられた滲透水の爆裂などによる大きな初速をもつと考えられ、ある傾斜以上の急傾斜を突進し、地形のひろがつたところや緩傾斜の場所にきて堆積する。したがつて、山津波は崩壊部と通過部と堆積部の 3 部がみられるものが多く、通過部は平時の小流水には比較的安定であつた沢の堆積層上層が山津波の通過で破壊され、その後の流水で gully 状に掘れた箇所が多い。

このようにして、過度に集約的に利用されている溪流ぞいの地区が被害をうけたため、溪床面の荒廃に大きな関心がもたれたわけであるが、崩壊と土石流の間にはかなり密接な関係がみとめられ、ここに、山地の荒廃（崩壊による荒廃）と溪流の荒廃（主として土石流による荒廃）との関係をやや細かく考察してみることにする。

Ⅲ 山地の荒廃と溪流の荒廃

調査地域内の各流域別の崩壊の実態は第 4 表のごとくで、その数量だけについて考えればそれほど大きな荒廃とはいいい得ない⁷⁾。しかしながら、薬科川の右岸地区から朝比奈・伊久美流域にかけては、いわゆ

第 4 表

地 域 名	流域面積 km ²	崩壊箇所数	崩壊面積 ha	崩壊面積率
薬科川下流右岸	—	25	5.4	—
朝 比 奈 川	35.2	25	6.7	0.0002
伊 久 美 川	34.5	22	5.9	0.0002
笹 間 川	70.4	37	7.2	0.0001

る里山の関係で土地利用度がきわめて高く、各河川における橋梁の流出したものは数十基をこえ、住宅・田畑の被害は崩壊面積の数字から予想されるよりひどかつた。

今回の荒廃状況を通覧してみると、崩壊による山地の荒廃と、流量だけによつてひきおこされる溪流の荒廃が互いに独立に発生する場合には、被害としてあまり問題でなく、対策も比較的簡単のようであるが、両タイプの荒廃が互に関連し合つておこつた場合に、重大な被害を与えていることが認められた。

これは、崩壊によつて一時に多量の土石が溪流に送りこまれると、崩落した土石は奔流する巨量の洪水量によつて衝撃的な力をもつて溪床をあらし、土石流による上流部の被害を大きくするとともに、下流地方にたいしても土石流発生のおこる機会を多くすることになるからである。しかも、土石流の発生は、下流地域に流下していく土石の大きさや量の予想を困難にするため、被害の防止についての適切な処置がたてにくくなる。したがつて、山地の崩壊が溪流に接続しないで発生した場合には、将来に多少の問題を残すとしても、それによる被害は一般に小さく、また、土石をあまり混じらないでほとんど水だけで流れる流量による被害は、調査した諸地域においては問題が少なかつたようである。

以上のような概括的な観察にもとづき、山地の荒廃と溪流の荒廃との関係について、各地区の特徴的な事項を略記してみる。

1. 地区別荒廃状況

蘆科川下流地域の諸沢は一般に沢頭付近に小規模の崩壊があり（Phot. 6）、この崩壊による土石が土石流の原因となつて溪床を荒廃させ（Phot. 7）、これがさらに溪岸の山腹をも崩壊させて下流地区に相当の土砂を堆積させていた（Phot. 8）。しかし、支流である富沢・奈良間・板谷島などの各沢と蘆科川との合流点付近はかなりの扇状地が発達していて、土地利用が無計画的に行われているため、沢の出口は極度に縮小せしめられ、本流に流出した土砂量がすくない反面、堆積土砂の農地におよぼした影響は大きかつた（Phot. 9）。

この傾向は朝比奈川流域でもみられ、本流最奥部の三ツ野の崩壊（Phot. 10, 11）からの土石が直接 1 km ほど下流の三ツ野部落を荒らし、小布杉、山中の諸沢も山腹の荒廃と溪流の荒廃が組合わさつて橋梁の流失や田畑・茶畑などの埋没をひきおこしていた。この関係は矢倉沢においてきわめて明瞭で、中規模の溪岸崩壊（Phot. 12）、が連続した場合の荒廃がいかに激甚であるかをよく示しており（Phot. 13, 14）、延長約 2 km にわたつて溪床は平均 1 m も上昇している。したがつて、今後今回ほどではない程度の降雨があつても、溢水、土砂流出のおそれがあることになるが、この溪床堆積土砂の処置は、本流との関係において慎重に行う必要がある。死者 10 数人をだした玉取の崩壊（Phot. 15）は、山腹崩壊の土砂で人家もろとも埋没せしめられたかたちで、山地の地況ならびに人家の配置に問題があつたようである。この流域では各小支流からの流出土砂の半分程度が朝比奈川の本流に出ている沢が多いため、玉取付近の本流の溪床も Phot. 16 にみられるように土砂の堆積がいちじるしい。

伊久美川流域には、京柱峠の下方その他に崩壊——土石流——堆積という荒廃様式（Phot. 17）も認められたが、本流周辺の荒廃に特徴がある。すなわち、曲流箇所における基岩の脆弱、護岸工の不備などのため溪岸の崩壊（Phot. 18）が多く、この土石が崩壊地下流の荒廃（Phot. 19）を助長せしめていた。また、未施工の崩壊地が拡大して、その土石のため天然ダムをつくつていたところが 1 箇所あつたが、このダムはきわめて不安定のものである。

笹間川流域は他の諸流域に比すると規模が大きいため荒廃の規模も大きくなるが（Phot. 20, 21）、奥山の関係で崩壊面積のわりに被害は少ない。ビヤ沢における崩壊は面積 2 ha におよび（Phot. 20, 22）崩壊の深さも 5~6 m に達するものがあつた。全体として笹間川左岸地域に崩壊が多く、崩壊の発生した沢は Phot. 23 のごとく溪床もあれているが、本流について観察すると、その土砂によつていちじるしい変化があつたとは認められなかつた。

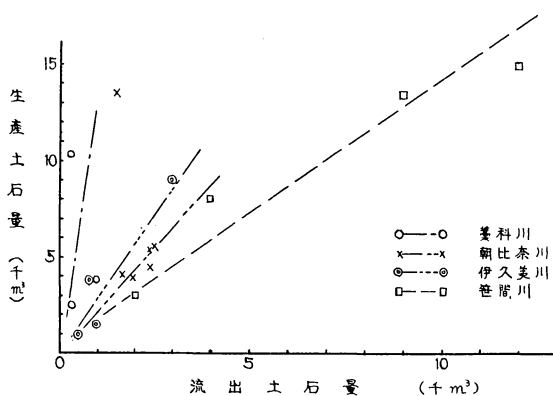
2. 生産土石量と流出土石量

地区別にみられた山地の荒廃と溪流の荒廃の関係を、さらに量的に検討してみるとつぎのごとくである。この種の検討は治山対策の樹立にあつて当然必要なことではあつても、流出土砂量を各河川、溪流について正確に算定することは容易なことではなく、まして今後の崩壊土量ならびに洗掘土量を予想することは不可能に近い。したがつて、決定的な論議はできないが、今回の災害によつて荒廃した小支流単位に崩壊による土石量、洗掘による土石量ならびに堆積土石量を概算してそれらの間に認められる傾向をより具体的に把握し、また、崩壊地が荒廃現象のなかでどの程度のウェイトをもっているかについて考察してみる。

崩壊については山腹崩壊と溪岸崩壊の 2 種類に分けて計算し、各崩壊によつて生産された土石量から崩壊地内に残留している土量をさし引いたものを山地荒廃による流出土石量とした。溪流の荒廃は、溪床洗掘土石量をもつてあらわすことにしたが、一般に溪床洗掘量の算出は崩壊土量の算出よりもはるかに困難

で、両者の精度はかならずしも同一ではなく、また溪床堆積土石量のなかに洗掘量もはいつている場合もあり、特に笹間川流域内の支流では純然たる洗掘量の算定は不可能であつた。ゆえに、崩壊による流出土石量と溪床洗掘土石量との合計を総生産土石量とすることには相当の問題もあるが、一応の目安をうるために整理してみると第 5 表のごとくなる。

第 5 表中、一印は目安となるべき数字すら得られなかつたところで、笹間川流域が算出し得ない箇所が多いのは大規模な地形に起因している。したがつて、測定し得た範囲はかなり小規模の沢に限られることとなるが、その範囲では支流から本流への流出土石量が総生産土石量に比して案外少ないことを示している。この点が今回の水害における一特徴で、溪流の荒廃が強く認識された一因と思われる。この傾向は蘆科川下流地域にもつとも顕著で、伊久美、朝比奈、笹間の順にこの傾向はうすれている。このことは総生産土石量と本流への流出土石量との関係



第 2 図 生産土石量と流出土石量

を图示した第 2 図によれば明瞭であり、相当離れた点はあつても各流域について一つの直線がひけるのは興味深いことである。

溪床堆積土石量の多いことは、溪床の勾配あるいは地形などに左右されるところが大きいが、一方においては将来の荒廃にたいしてかなりの問題を内包している。すなわち、蘆科川下流右岸地域の約 20,000 m^3 、朝比奈川中流以上の 25,000

m^3 の溪床堆積物は今後の出水によつて移動する可能性はかなり大きく、これに山腹崩壊、溪岸崩壊地内の残留土量を加えると、それぞれ 40,000 m^3 ・37,000 m^3 の土石量が不安定に存在していることとなる。したがつて、たとえ今回の水害に際して一挙に下流まで流出しなかつたとしても、災害防止の面から考えると生産された土量全体にわたつて注意しなければならない。

第 5 表中の総生産土石量にたいする崩壊地からの流出土石量の百分率を、溪床洗掘量が比較的明確に算出されている二、三の溪流について算出すると、第 6 表のごとくである。前に記したごとく、溪床洗掘量と溪床堆積量の間には複雑な関係があつて、この結果の数字そのものはあまり信用し得ないとしても、総生産土石量のなかで、山地の荒廃によつて生産された土石量の占める割合はけつして無視し得ないことは事実で、ここに治山の必要性の一つの大きな理由が存在する。

異常な豪雨にあえば、当地方のごとき地形、地質にあつてはある程度の荒廃は当然発生する。しかも、山地の荒廃がその初動の荒廃源となつて大きく荒廃の規模を左右することを思うと、森林の取扱いならびに治山工によつて山地の崩壊をいくらかでも減少させていく効果はきわめて大きく、水源地帯において災害防止と土地利用の両面をかねた治山対策は下流における災害防止対策の重要な一環としても慎重に検討

第 6 表

溪 流 名	富沢	奈良間	板谷島	三ツ野	諸之蔵 沢	当座沢	矢倉沢	御堂沢	小森沢	ビヤ沢	ネギ沢
$\frac{\text{崩壊よりの流出土石量}}{\text{総生産土石量}} \times 100$	% 64	63	64	80	71	67	89	74	53	93	96

第 5 表

本流名	溪 流 名		山 腹 崩 壊			溪 岸 崩 壊			溪床洗掘 土 石 量	総 生 産 土 石 量	溪床堆積 土 石 量	本 流 へ の 流出土石量	流 出 土石率	流域面積
			全土石量	残 留 量	流出土石量	全土石量	残 留 量	流出土石量						
			m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%	ha
蘆 科 川	富奈板尾 良谷野 計	沢間島窪	5,100	1,500	3,600	4,000	1,000	3,000	3,700	10,300	10,000	300	3	246
			8,000	5,600	2,400	0	0	0	1,400	3,800	2,800	1,000	29	66
			1,600	300	1,300	500	0	500	1,000	2,800	2,500	300	11	76
			18,900	11,900	7,000	0	0	0	—	—	5,000	—	—	256
			33,600	19,300	14,300	4,500	1,000	3,500			20,300			
朝 比 奈 川	三諾之座倉田 当矢野玉 計	野沢沢沢沢取	5,400	1,100	4,300	0	0	0	1,100	5,400	3,000	2,400	44	108
			2,400	900	1,500	2,000	600	1,400	1,200	4,100	2,400	1,700	41	144
			2,400	600	1,800	1,700	500	1,200	1,500	4,500	2,100	2,400	53	124
			4,000	1,000	3,000	11,000	2,000	9,000	1,500	13,500	12,000	1,500	11	416
			1,800	900	900	2,400	600	1,800	(1,200)	(3,900)	(2,000)	(1,900)	(49)	296
			7,200	3,200	4,000	0	0	0	1,500	5,500	3,000	2,500	45	—
			23,200	7,700	15,500	17,100	3,700	13,400	8,000	36,900	24,500	12,400		
伊 久 美 川	御小山大 堂森中森 計	沢沢沢沢	3,600	800	2,800	0	0	0	1,000	3,800	3,000	800	21	146
			0	0	0	1,000	200	800	700	1,500	500	1,000	67	200
			12,000	3,000	9,000	0	0	0	0	9,000	6,000	3,000	33	740
			(3,000)	(2,000)	(1,000)	—	—	—	—	(1,000)	(500)	(500)	(50)	508
			(18,600)	(5,800)	(12,800)					(15,300)	(10,000)	(5,300)		
笹 間 川	竹大ビヤ ビヤネ 小遠塩若出 計	沢沢沢沢 沢沢沢沢 沢沢沢沢 沢沢沢沢 計	(10,000)	2,000	8,000	0	0	0	0	8,000	4,000	4,000	50	94
			0	0	0	(3,000)	(1,000)	(2,000)	(1,000)	(3,000)	(1,000)	(2,000)	(67)	132
			20,000	6,000	14,000	0	0	0	1,000	15,000	3,000	12,000	80	164
			5,000	2,000	3,000	0	0	0	0	3,000	1,000	2,000	67	82
			0	0	0	16,000	3,000	13,000	500	13,500	4,500	9,000	67	120
			6,000	2,000	4,000	—	—	—	—	—	2,000	—	—	738
			6,000	1,500	4,500	—	—	—	—	—	3,000	—	—	290
			2,500	500	2,000	—	—	—	—	—	1,500	—	—	308
			—	—	—	3,000	500	2,500	500	—	2,500	—	—	120
			7,000	3,000	4,000	—	—	—	—	—	2,000	—	—	140
											(24,500)			

備考 (1) 流出土石率とは“本流への流出土石量”の“総生産土石量”に対する百分率

(2) () は近似的の値

安富川および大井川流域の山崩調査 (難波・原)

されなければならないものと信ずる。以上の考え方にもとづき、対策樹立のため少しく森林、治山工と山崩の関係について検討してみよう。

Ⅳ 森林・治山工と山崩

1. 森林と山崩

今次災害によつて林内に大きな崩壊が発生したことが目だち (Phot. 3, 10, 24), 森林は崩壊防止にたいして無力であるかの印象をあたえたが, 崩壊の発生は森林の良否だけで左右されるものでなく, 一般に降雨・地況・地被状態などの総合的な関係によるものである以上, 二, 三の例をもつて一律に断ずることは早計である。

崩壊地全体の地被別数量をうることはできなかつたが, 踏査範囲内には Phot. 25 のごとき崩壊も多く特に笹間川流域では幼令ないし無立木地内の崩壊が多かつた。これらの状態から判断すると, 崩壊の発生にたいする森林のもつ影響は崩壊の形式によつてかなり異なるものと思われる。表土剝落型の崩壊にたいしては森林の効果はきわめて大きい。すなわち, 根系の左右・上下方向の発達 (Phot. 26) によつて表土の剝げおちるのを防ぐとともに, 地表面においては地表水の集水による rill の発生を防止して崩壊の端緒をなくしているからである。しかし, 森林の直接の影響範囲は 40~50 年のスギといえども地下 70~80 cm かせせいぜい 1 m 前後であるので, 地中深くに原因のある地辻型にたいしては, その発生を防止することは森林に期待できないのはもちろんである。溪岸侵蝕によるものは, 両者の中間的性格がつよく, 森林の効果もやはり中間的といいうる。

以上の結果からすれば, 森林の崩壊の発生を防止する機能はそれほど万能ではないにしても, さらに森林のもつている別の機能として, 土石の留止機能を考える必要があろう。Ⅲの項で記述したごとく, 崩壊した土石が一時に溪流に送りこまれると, その土石が送りこまれなかつた場合に比していちじるしく破壊力をましてくる。このことは山腹面にあつてもいえることで, 第 1 段の崩壊土量が刺戟となつて 2 段, 3 段の崩壊を誘発せしめている場合もかなり認められた。そこで, たとえ崩壊が起つたとしても Phot. 27 のごとく土石を留止しうる点は大きく評価すべきものと考え。朝比奈川流域の小布杉においては胸高直径約 15 cm, 植栽間隔 1.2 m, 樹令 20 年のヒノキ林が, よく 30 cm 大の石礫を大量にとどめて下方の部落の被害をくいとめていたし, 笹間川, 薬科川支流にも顕著な例がみられた。土石流は傾斜の急変, 障害物がなければ莫大なエネルギーをもつて直進するため, 田畑, 人家などに乱入するおそれがあり, 特に薬科川下流域から朝比奈流域にかけて人家が溪流奥部にまで入りこんでいる地域では, 水害防備の意味からも森林の効果は大きい。崩壊発生に対する影響と崩壊したあとの被害を軽減することに対する影響とをあわせ考えると, 森林は大いに活用するのが至当であり, その保全的取扱いが治山の重要な問題となつてくるわけである。

2. 治山工と山崩

既設治山工としては, 薬科川下流の富沢に大正 3 年の災害のため大正 7 年に施工された谷止, 張石工をはじめ, 朝比奈, 伊久美, 笹間の各支流に小規模のものながら護岸・植栽工などが行われていた。今回の災害に際して, 特に富沢の治山工はよく山脚を固定し溪床の洗掘も防いで, 隣接の溪流と比較してその効果が明らかであつたが, なかには既設工事の破損したものもみうけられた。

一般に治山工は, いったん荒廃して安定化した跡地がふたたびつぎの時期に拡大して被害をもたらすの

を防ぐ場合が多いため、大なり小なりの効果は当然あげうるはずである。したがって、ただ、山腹既崩壊地の拡大を防いだとか、溪床の洗掘をくいとめたというだけで満足することは許されない。治山工自体にはなんの生産性もないことを考えるとなおさらで、その破壊については特に慎重に検討しなければならない。このような観点からすれば、第一に問題となるのが上流部に行われる護岸工で、伊久美、朝比奈川の護岸工が溪流の縦横侵蝕によつて破壊し、かえつて災害を助長したことさえみられることは重大である。工種には異論はないが、その施工においてかなりの疑問があつて、同様のことが現在玉取に行われつつある山腹工についても考えられる（Phot. 28）。あれだけの規模の荒廃にたいしての山腹谷止にしては、基岩と谷止の接触がいかにも不安定で、はたして将来のための備えとなりうるかはなほだ疑問といわざるを得ない。

要するに、治療的な治山工事だけで満足せず、災害という体験から得られる荒廃の実態についての知識を補つて、わずかずつでも予防的性格をもたせるよう特に施工の箇所・方法に留意する必要がある。

V 災 害 の 原 因

今回の災害の直接の誘因は台風 14 号にともなう大正 3 年以来の豪雨であろう。この付近で雨量を測定した結果は得られなかつたが、地元の人々の話から判断すると、比較的短時間に相当の雨量（500～600mm 程度）があつたと思われ、最盛期の 2～3 時間にこの全量の過半量が降つたということである。この強烈な雨域が、素因として地質の脆弱な破碎帯部を通過したところに荒廃が集中しており、この荒廃が土地利用法、災害防止法などの人為的な条件の良否と関係して災害の規模が決定されている。

一般に災害の原因としては、地形・地質・降雨という天然の原因のほうが、人家・農地の配置の不適、治山治水設備の不備などの人為的な原因よりも、大きなウェイトをしめるが、本調査地域のごとき里山で局所的な災害の多いところでは、人為的な原因を重視してその改善をはかる意義はきわめて大きいといふことができる。したがって、各溪流の出口を極端に圧迫して農地さらには宅地としたり、またそれだけの土地利用にともなう保全施設が不足していたことは重要な災害の原因と考えられる。山地の森林の取扱いにおいては特記するほどの原因はなかつたようである。

VI 治 山 対 策

何拾年に一度とかいわれる豪雨にあつた場合、当地方のごとく破碎帯のあるところでは山地ならびに溪流に荒廃が発生し、それにともなつて山地の土地生産力の低下と下流の部落の被害をみることはやむを得ない。しかし、治山対策としては、山地における森林の経営法を保全的に行つて崩壊発生危険を少しでもすくなくすると同時に、たとえ崩壊が起つたとしても、その後の破壊力を極力おさえて人類社会になるべく無害たらしめるような治山工事を行わなければならない。

以上のべた荒廃の実態と、その荒廃によつてひきおこされた災害の原因を考えあわせると、土地利用において相当集約な薬科川下流から朝比奈、伊久美流域にかけては特に治山の必要性は高いといわなければならない。一方、このことは当地方の治山が局所防災的な色彩がつよくなることを示し、それだけに、治山事業の良不良が、直接に被害のかたちであらわれてくることを、念頭におかねばならない。このような原則にのつとつて、今回の荒廃形態別の対策の方針を記すつぎのごとくである。

今次の台風にともなつて降つたごとき稀有の豪雨時にたいしても、完全に山腹崩壊を予防することは現

状では不可能に近い。地形・地質の状態（地下部分をも含めて）から概略的に危険な箇所を判断できるとしても、これらの箇所をことごとく施工することは莫大な経費と時間を要する。したがって、将来の崩壊の発生にたいしては、現在大面積にわたって山地を被覆している森林の取扱いを保全的に行うことが重要な対策となる。一般に山腹の崩壊は地表あるいは地下の状態が不連続的に変化しているところから発生することが多いため、地表状態を急激に変化させることは保全上好ましくなく、大面積にわたる急激な疎開は見合わせて地表水の集水を防いで侵蝕力を弱め、また、根系を縦横に発達せしめることによつて表土の強度を増加させるとともに、地下における不連続面の形成を極力なくさせることが望ましい。この点からすれば、森林は、根系が深根のもの、浅根のもの、横拡がりの発達したものといろいろの林木よりなつた混交林がよく、経済的理由だけからスギ・ヒノキを仕立て、根系が比較的浅く、同一の深さの根張りで土面の形成を助長することは面白くない。もちろん、山地全体について森林の経営を単に保全の見地からのみで実行する必要はないとしても、少なくとも崩壊の危険のあるようなところは上記の処置をすべきであろう。当地方にはスギ・ヒノキ・コナラなどの人工林のほかにモミ・ツガ・カエデ・シデなどの在来樹種もあるので、混植にあたつて好都合であり、タケの混植も根系の水平方向の補強のため有効であると思われる。

なお、今回すでに崩壊して裸地化しているところには、崩壊残留土砂が不安定に堆積しているところが多い。これらのうちには放置しておいても自然に復旧していくものもあるが、平常不断の雨で少量ずつではあるが絶えず流亡してゆく土砂も無視し得ない場合があるので、このような箇所には、工事による脚部の固定ならびに排水とともに、やはり植生による裸地部の被覆を心がけるべきである。

溪岸崩壊のなかには山腹崩壊の影響をうけて崩れるものもあるので、山腹崩壊の防止が間接的に溪岸崩壊の予防となることもあるが、一般に基岩のあらわれていない曲流部に起るものが問題である。高水位の場合には、遠心力のため外側の水位は上つて、相当の破壊力をもつ⁴¹ ことになり、護岸工の背後に水が廻る可能性も大きい。したがって、溪岸崩壊にたいして簡単に護岸工を施工することは危険で、溪流の横侵蝕ばかりでなく縦侵蝕をも考慮し、また、一度流水が堅固な工作物に衝突すると、反作用として下流対岸に予期しないほど強大な力が作用すること、などをじゅうぶん検討したうえでなければ施工すべきでない。この溪岸崩壊はある区間にわたって連鎖的に発生することがあるため、要所要所に横工事を入れて不動点をつくることは相当の効果が有り、時にはササ・タケなどの河岸林も活用して護岸・水制の機能を發揮せしめることも一策である。

最後に土石流にたいする対策であるが、当地方のごとく人家が流域の奥部まではいつている箇所の多いところでは、崩壊土石にともなつて発生する土石流の対策は特に重要である。IIIの項でのべたごとく、土石流は崩壊と密接な関係があるため、崩壊地にたいする対策がそのまま土石流の対策の一部ともなつているが直接人命、家屋、田畑などに重大な被害をあたえる土石流にたいしては、さらにつぎのごとき処置も必要であろう。大規模の崩壊によつて土石流が発生した時には、Phot. 29 にもみられるように、かなり大きな石礫までが外側に押し出されるほど、莫大なエネルギーをもつて突進してくるものであるため、あらかじめ地形に応じた土石流の留止地帯を設けるとか、消極的な手段として危険区域に人家を配置せぬようにする処置が考えられる。この際、巨大な土石流の破壊力にたいして、単に静的な力のみを外力として考えた程度の工作物は無力にひとしく、かといつて、いたずらに堅固強大な工作物で真正面から大自然の力に対抗するのは得策ではない。土石流を完全に食い止め得なくても、工作物は基礎・両側と強く結合せし

めて、わずかでも土石流の量あるいは速度を減少させるよう心がけると同時に、強靱な樹幹の列によつて抵抗させるといふ経済的な防止対策を考える必要もある。

以上のごとく、山地における森林の取扱いを保全的に行つて崩壊の発生を少なからしめるとともに、現在裸地化して絶えず土砂を下流へ流出している箇所に対しては、植生による速やかな被覆を行つて下流へ与える被害の軽減を計り、それでもなお発生する荒廃には、治山工事ならびに土地利用を合理的に行うよう心がくべきである。このようにして、土地生産力の活用と災害の軽減の両面に合致した治山対策を樹立するには、流出土砂の移動状況、洪水流量の実態などいまだ解明されなければならぬ問題も多いが、叙上の方針にもとづいて、一步一步理想の形態に近づけたいと考える次第である。

Ⅶ 要 約

(1) 1954 年 9 月の 12 号台風による薬科川右岸から大井川左岸にかけての静岡県南部災害山地の一部を現地調査し、主として山腹面における荒廃と、それに関連した溪床面の荒廃状況、森林・治山工の影響を考察して、それにもとづいて一般的な治山対策の考え方を検討した。

(2) 調査の地区は、薬科川下流右岸地区、朝比奈川地区、伊久美川地区および笹間川地区の 4 地区で、いずれの地区も中央構造線ともなう破碎帯の影響をうけ、基盤となる土壤は含水すると容易に軟弱になる性質をもち、岩石の形態を保っている頁岩も、詳細にみると細かくわれて空隙も多い。地形としては、標高は低いにもかかわらず山腹傾斜は急峻で、溪流は小規模ながら曲流している箇所が多い。地味は良好で、美林となる素質に恵まれている。

(3) 山崩として上流奥地を荒廃させるものには、崩壊（山腹崩壊・溪岸崩壊）と土石流がある。崩壊のなかの山腹崩壊は、地表傾斜の変換点、林相・地被物の変化点、土層と基盤との接触点などの地表状態が不連続的に変化している点と、土層と基岩の境、風化して亀裂の多い弱い岩盤と下方の未風化の亀裂の少ない堅い岩盤の境、断層破碎部の頁岩の存在などの地下状態が不連続的に変化している点とに起因するものが多く、溪岸崩壊は溪流の曲流、土石流通過による溪流侵蝕に起因する。土石流は、崩壊した block が一時に押し出して溪流を荒廃せしめていたものが多かつた。

(4) 調査区域は、静岡県下ではもつとも荒廃のいちじるしい区域であつたが、崩壊地面積だけについてみれば、それほど大きな荒廃とはいひ得ない（第 4 表）。しかし、これらの区域は、いわゆる里山の関係で、崩壊による山地の荒廃と土石流による溪流の荒廃が結びつきやすく、その結果、下流の溪流の荒廃に大きな関心がもたれた。

(5) 荒廃によつて生産された土石の量について、山地の荒廃と溪流の荒廃の関係をみると、崩壊地からの流出土石量と、溪床を洗掘して下流に送られる土石量との間には相当に密接な関係があり、両土石量の合計である総生産土石量が薬科川本流や大井川本流に流出してゆく割合は、各溪流の性状によつて異なるが、総生産土石量のなかの崩壊地からの土石量の割合は、支溪単位に考えれば過半量をしめていた。

(6) 原因が地表部や、地下の比較的浅いところにある崩壊に対しては、森林による崩壊防止効果は大きい。しかし、地下の深いところに原因がある崩壊は、森林とはほとんど無関係に発生するようである。しかし、一たん崩壊が発生した場合にも、樹幹・根系によつて、その崩壊の拡大を防ぎ、崩落する土石を留止する効果は無視し得ない。このことは、土石流に対しても、森林がすぐれた効果をもつことになり、深根性の樹種は浅根性の樹種にまさり、川岸に存在する林木が水害防備の効果を発揮しているところも多かつた。

(7) 治山工事は崩壊地の拡大防止ならびに溪流の荒廃防止に効果があつたが、施工法によつていちじるしい差があり、特に溪間工作物の基礎への取付についてその接触方法に注意すべき点がある。

(8) 災害の原因としては、地質（破碎帯）・地形（急傾斜、溪流の曲流）の天然素因に、天然誘因である豪雨が働いたことの影響が大きい。が、対策の樹立にあつては、土地を災害に対する保全面の考慮なく無計画に利用していたことを重視しなければならない。

(9) 今後の山崩に対しては、大面積にわたつて山地を保護する森林の経営方法に留意して、地表・地下状態が不連続的に変化することをなるべく少なくし、また、危険な山地には、積極的に排水、山脚固定の工事も行つて、山腹崩壊ならびに土石流の発生を防ぐとともに、溪流においては、危険区域に低堰堤・護岸を施して溪岸崩壊を少なからしめる。このほか、土石流に対しては、地形に応じた留止地帯や森林帯を設定して被害を最小限にくだとめることが望ましい。

なお、現在崩壊した跡地には、流亡をうけやすい土砂が大量に残留している箇所もあるので、このような箇所は山腹工事によつて速やかに緑化する必要がある。

根本的な問題としては、溪流の出口を圧迫しないことなどの土地利用法の改善も重要である。

文 献

- 1) 川口武雄・難波宣士：昭和 28 年 6 月の九州水害に関する調査報告，砂防関係（その 1 一般対策）林業試験場研究報告，69，（1954）p. 97～116
- 2) 渡辺隆司・滝口喜代志・原良治：昭和 28 年近畿水害調査報告，第 1 次調査報告，山崩調査，林業試験場研究報告，74，（1954）p. 31～40
- 3) 四手井綱英・樫山徳治：昭和 28 年近畿水害調査報告，第 1 次調査報告，森林の豪雨性山崩への影響，林業試験場研究報告，74，（1954）p. 41～55
- 4) 川口武雄・難波宣士：昭和 28 年近畿水害調査報告，第 2 次調査報告，山崩と治山対策，林業試験場研究報告，74，（1954）p. 55～88
- 5) 槇山次郎：中部地方（日本地方地質誌），朝倉書店，（1951）p. 75～78
- 6) 中村慶三郎：山崩，岩波書店，（1934）p. 86～88
- 7) 川口武雄・難波宣士：昭和 29 年台風水害に関する調査報告，第 I 部四国地区，2. 山崩および治山一般対策（林業試験場研究報告に投稿中）
- 8) 林野庁：保安林整備計画，基本的対策に関する事項，東日本編，（1954）

Landslides in the Basins of the Rivers Abe and Ōi.
Senshi NAMBA and Yoshiharu HARA

Résumé

Typhoon No. 14 of September 1954 attacked the southern central part of Japan with an unusual heavy rain, and caused much devastation on steep mountain regions. In Shizuoka Prefecture the district between the Abe and Ōi Rivers was one of the most devastated districts. Choosing the most denuded mountain districts, we observed the actual state of damaged areas and debated on the principle of a mountain erosion control plan for the future.

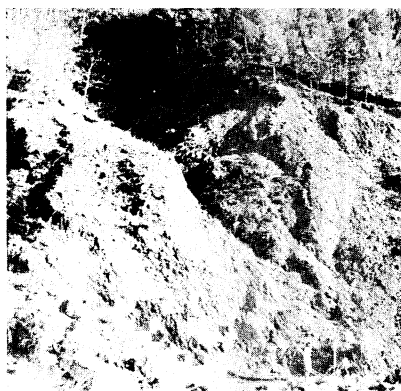
The investigated area is an accessible mountain region as a whole. Accordingly, the degree of land utilization is so intensive that natural phenomena are apt to develop into disasters. Although the ratio of slide area to watershed area was relatively small, many houses were crushed and buried, and a few lives were lost.

Devastation on the mountain area can be divided broadly into two types; one is mountain side erosion, the other is upstream erosion. When these two types were separate and occurred individually, the flood damage was restricted to the least scope possible. But landslides, standing for mountain side erosion, associated easily with stream erosion, and a great deal of gravel and stones from landslides and stream erosion added destructive power to the running flood water. Thus, it is presumable from the characteristics of this district that if there had not occurred so many landslides, the disaster would have been much smaller.

Judging from the results of the field observation, utmost attention should be paid to land preservation in the important problem of any future flood prevention plan. Therefore, we must manage the forest conservatively, and also construct a series of low dams for landslide prevention. If these procedures be carried out pertinently, the flood disaster would be limited considerably in spite of landslide occurrences coming as natural phenomena. Of course, also to be avoided is anti-natural land utilization resulting in the disappearance of flood retarding basins and reduction of river cross sections.



Phot. 1 採土地（ねぎ沢）



Phot. 2 採土地（小森沢）



Phot. 3 採土地（尾野窪）



Phot. 4 奥地の地形・林況



Phot. 5 奥地の地形・林況



Phot. 6 沢頭の崩壊



Phot. 7 溪床の荒廃（板谷島）



Phot. 8 溪床の荒廃（富沢）



Phot. 9 谷口における土砂の堆積



Phot. 10 山腹崩壊（三ツ野）



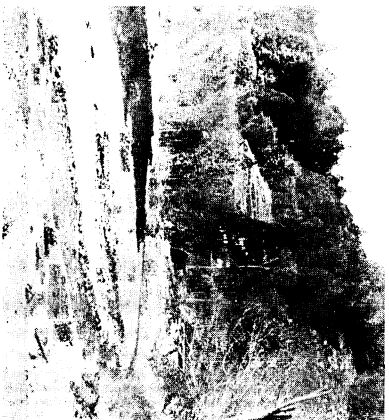
Phot. 11 同 上



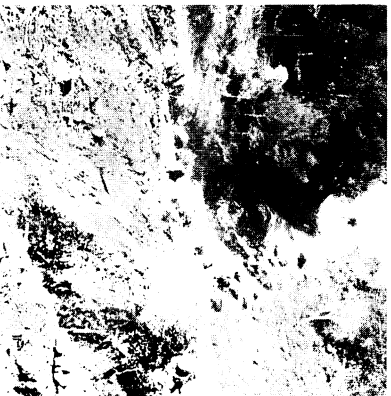
Phot. 12 溪岸崩壊（矢倉沢）



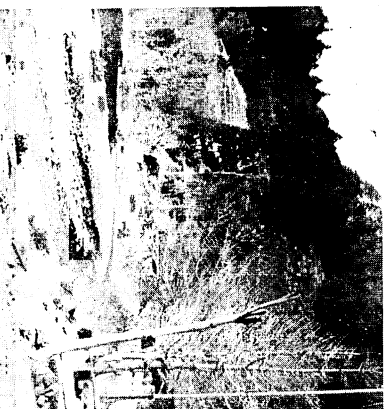
Phot. 13 溪床における土砂堆積



Phot. 14 同 左



Phot. 15 山腹崩壊（玉取）



Phot. 16 溪床における土砂堆積（玉取付近）



Phot. 17 溪床における土砂堆積（川口）



Phot. 18 溪岸崩壊（小川）



Phot. 19 Phot. 18 の対岸



Phot. 20 大崩壊の一部（ビヤ沢）



Phot. 21 溪岸崩壊（久野）



Phot. 22 大崩壊の一部（ビヤ沢）



Phot. 23 溪床荒廃（遠山沢）



Phot. 24 崩壊施工地（宇津ノ谷峠）



Phot. 25 山腹崩壊（山中沢）



Phot. 26 根系の状態



Phot. 27 土石の留止状態



Phot. 28 治山工の一例（玉取）



Phot. 29 土石流の外側への盛り上り