

第二章 流出砂礫の成因

第一節 風化作用

水は加水作用、酸化作用、溶解作用、還元作用、炭酸鹽類成生作用等の化學的作用並に岩石の間隙に氷結して岩石を破壊する機械的作用をなし、溫度は晝間加熱されし岩石を夜間の冷却によつて微細なる岩片に破碎し、風は山頂又海岸其他烈風の常時吹き卷く箇所に於て岩石の表面より摩碎して共に風化作用の原因をなす。

第二節 浸蝕作用

浸蝕作用は之を別ちて縦浸蝕作用、横浸蝕作用となす。前者は河床の流れの方向、即ち縦に浸蝕する作用を云ひ、後者は流れの方向に直角、即ち横に浸蝕する作用を云ふ。而し兩者の區別は判然し難きは勿論其の作用は共に相關連するものにて、例へば河床が水力により深く縦に浸堀さるゝ場合には、之と共に横の方向にも浸蝕して、浸蝕斷面の擴大するは當然なりとす。

浸蝕作用をなす原因に氷河、頽雪、水流等の種々あり。

氷河は移動するに當り之が接觸面を摩削して岩碎を作り、山腹の氷河上に墜落せる崩落物質と共に漂石として下方に運搬するものにて、此際溪の兩岸に沿ひて堆石せる漂石を側方漂石、二個の氷河が合流せるときに合流せる中央部に生ずる堆石を中部漂石、氷河の底部に生ずる堆石を底部堆石、氷河の終端に出来る堆石を終端漂石と云ふ。而し我國にては現在氷河なきが故に此の浸蝕は實際存在せず。

頽雪は雪崩とも稱し又地方によれば「アワ」とも稱するものにて、晩冬早春の頃北陸、東北地方にて著しき被害を起す事あり。J. Coaz 氏は頽雪を分ちて

1. 粉状類雪 (寫眞参照)
2. 地表類雪 (寫眞参照)
3. 上表類雪 (寫眞参照)
4. 氷河類雪

の四種となし、

粉状類雪は嚴寒の降雪中、或は降雪後に多量の粉状の雪片が樹木の埋没せる險阻なる山腹に旋風を起して降下するものにて、此の旋風のため著しき害をなし、且而石川縣手取川水源白山砂防工場にては、工場事務所を數町下流部の對岸に吹き飛ばされしことあり。

地表類雪は氣候の溫暖になるに従ひ、水分を含める雪が地表を崩落するものにして、之がため地面の浸蝕さるゝ事著しきものなり。

上表類雪は既に堆積して凍結せる古き雪の上表に、新しく降雪のありたる場合に此雪が古き積雪上を滑り落つるものなり。

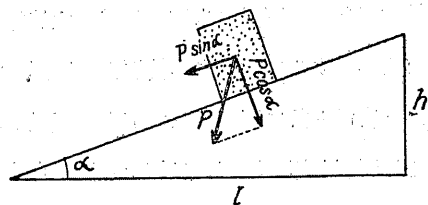
氷河類雪は氷河の一部が險阻なる山腹上を落下し、小氷片として飛散するものにて我國にはなし。

類雪は山腹の傾斜急にして、勾配の一樣なる處に容易に起るものにて、今山腹の傾斜面並に摩擦係數と類雪の關

係を示さん、山腹の傾斜面を α

とし、雪塊の重量を P とすれば

(第 1 圖)



第 1 圖

P を二つの分力に分ちて

1. $P \sin \alpha$ (山腹の法面の方向の分力)

2. $P \cos \alpha$ (山腹面に直角の方向の分力) とす。

此の分力中 2 は雪塊により、山腹を壓する力なるが故に山腹面に摩擦を生じて雪塊の崩落を阻止するものなり。而して摩擦を R とし、摩擦係數を f とすれ



粉状類雪 (瑞西國 Schliesshorn)



地表類雪(端西國 Erstfelder)



上表類雪(端西國 Schwäidi)



類雪 (端西國 Grangols) 砂流送流石

ば次の関係あり。

$$R = f \cdot P \cdot \cos \alpha$$

故に類雪の起る場合は

$$P \cdot \sin \alpha > f \cdot P \cdot \cos \alpha$$

にして此の限界は

$$P \cdot \sin \alpha = f \cdot P \cdot \cos \alpha$$

即ち

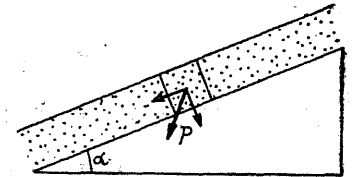
$$f = \tan \alpha$$

次に山腹に一樣に降雪せる雪の一部分が崩落せんには、崩落せんとする分力 $P \cdot \sin \alpha$ は山腹面の摩擦抵抗に打ち勝ち、且つ

前部に堆積せる雪を押し除かざるべからず、

従て此の場合の傾斜面 α は前述の $f = \tan \alpha$

式の α より大なるを要す。(第 2 圖)



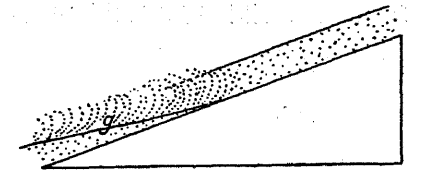
第 2 圖

又上部より崩落する雪が、其下位の積雪を

壓して其の表面 g を滑り落つるため

には、摩擦は雪と雪との層の摩擦によ

つて計算せざるべからず。(第 3 圖)



第 3 圖

次に斜面の下部が急傾斜をなすとき

には、積雪は容易に滑落するものにて、

山腹の急傾斜面 α_1 が $f = \tan \alpha$ 式の α より大なるときには積雪の落下せん

とする力は

$$P \cdot \sin \alpha_1 - f \cdot P \cdot \cos \alpha_1$$

なり。

而して崩落する雪が、滑路上の或一點にて有する加速度を p とすれば

$$p = \frac{K}{M} = \frac{P \cdot \sin \alpha_1 - f \cdot P \cdot \cos \alpha_1}{\frac{P}{g}} = g (\sin \alpha_1 - f \cdot \cos \alpha_1) \text{ なり。}$$

式中 M は物質質量、 K は力、 g は加速度にて $9.81 m/s$ なり、 P は雪の重量とす。

或時間に於て c なる速度を有せし頽雪が、 t 秒時の後に v なる速度となれば之が加速度 p は

$$p = \frac{v-c}{t}$$

故に
$$t = \frac{v-c}{p}$$

而して t 秒時間に通過せる距離 S は

$$S = \frac{v+c}{2} t$$

$$S = \frac{v+c}{2} \cdot \frac{v-c}{p} = \frac{v^2-c^2}{2p}$$

従て速度は毎秒 $V^2 = 2p \cdot S + c^2$

$$V = \sqrt{2p \cdot S + c^2}$$

以上の式よりして、第四圖に示すが如く $+\alpha_1, +\alpha_2, -\alpha_3$

なる各種の傾斜面を有する山腹に頽雪の起る場合

を考ふるに

頽雪が起ら

んとす

る點 A

にては

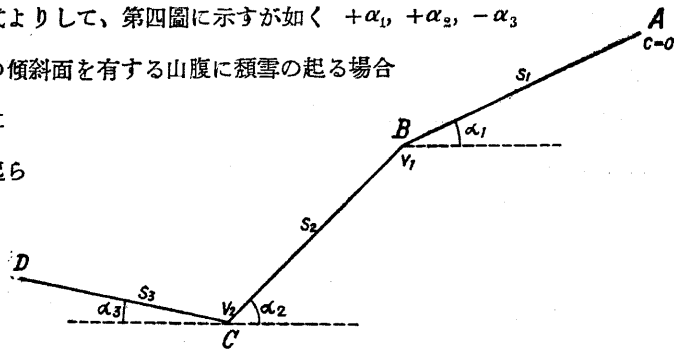
頽雪の

速度は $c = 0$ なり。 AB の長さを S_1 とすれば、此の區間にて頽雪の有する加速度 p_1 は

$$p_1 = g (\sin \alpha_1 - f \cdot \cos \alpha_1)$$

又 B 點に達せし時に有する速度は

$$V_1 = \sqrt{2p_1 \cdot S_1 + c^2} = \sqrt{2p_1 \cdot S_1} \text{ なり。}$$



第 4 圖

BC の長さを S_2 とすれば、此區間にて頽雪の有する加速度 p_2 は

$$p_2 = g (\sin \alpha_2 - f \cdot \cos \alpha_2)$$

C 點に達せし時に有する速度 V_2

$$V_2 = \sqrt{2p_2 \cdot S_2 + V_1^2}$$

而して頽雪の速度は傾斜角 α が(一)なるときには速度を減退して遂に靜止するものにて、其の靜止點は

$$p = g (\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha)$$

の加速度の式を用ひて逆に減速度を算出し

$$S = \frac{v^2 - c^2}{2p}$$

の通過距離式に於て速度 $v = 0$ とし、 c に C 點にて有せる速度 V_2 を代用すれば、 C 點より D 點まで進みて靜止せる距離 S_3 を知るものにて

$$S_3 = \frac{0 - v_2^2}{2p_3} = \frac{-v_2^2}{2p_3}$$

にて計算し得るものなり。

一般に頽雪は片麻岩、千枚岩等の平滑なる成層岩の地質にて、而も層向が山腹の傾斜面と平行なる場合に起り易く、又樹木の生存は頽雪を防止すること明なれども幼齡の柳、はんのき等弾性に富む樹種は積雪のため容易に地に伏して之を防止する作用少く、殊に茅、芝等の生育せる土地にては却て積雪の滑落を助成するものなり。

水流は其自身の力によつて河床を機械的に浸蝕するのみならず、浸蝕成生せし土砂及び上流より流送せる土砂によつて河床を磨滅して一層浸蝕力を増大す、此外化學的にも石灰岩の如き溶解性の岩石を分解して浸蝕するものなり。

水流の浸蝕作用は流速に比例し、地質的關係は岩石の硬度に反比例する外、同一地質にては層向が水流と平行なるときは最も浸蝕困難なり。地被物の有無は水流の浸蝕作用に重大なる關係を有して、樹木が生育すれば、第一雨水の一部は植物の枝葉に妨げられ直接に地表に達せず、又枝葉に支へられたる雨水の一部は蒸

發し、他は樹幹を流れ、或は枝葉より雨滴となつて地表に達すと雖も、直接裸地に降雨せるものに比し遙に流量を減ずるを以て流速亦小なり。

次に草木の根は地表を結合して水流の機械的浸蝕作用に抵抗力を有し、且つ水流を遅緩ならしめて一層浸蝕を阻止するものなり。

尤も之等草木の水流に對する作用は水源地域の未だ溪流をなさざる區域に有利にして、溪流として流るゝ流床内に於ける草木の作用は溪岸に樹木生育せるときに其の根によりて横浸蝕を防止するに止まりて、比較的其の作用を減ずるものなり。

第三節 山崩及墜石

山の一部が靜止せる平衡状態の破壊によつて崩落するものを山崩と稱す。而して軟弱なる土層よりなる場合、急傾斜なる山腹にて而も其の層面が山腹と同一方向なる場合、硬き岩石の兩層間に軟弱なる粘土層の介在する場合、節理がよく發達せる岩石より成る場合、草木の生育せざる場合等は何れも山崩を起し易し。次に山崩墜石の直接の原因としては

1. 洪水の際水流が山の脚部を洗掘すること
2. 強雨又は急に溶雪すること
3. 嚴寒の頃岩石の間隙に入りし水分の凍結すること
4. 地震
5. 亂伐、燒畑、切畑或は不良なる運材方法によること
6. 陶土、礦石の採掘

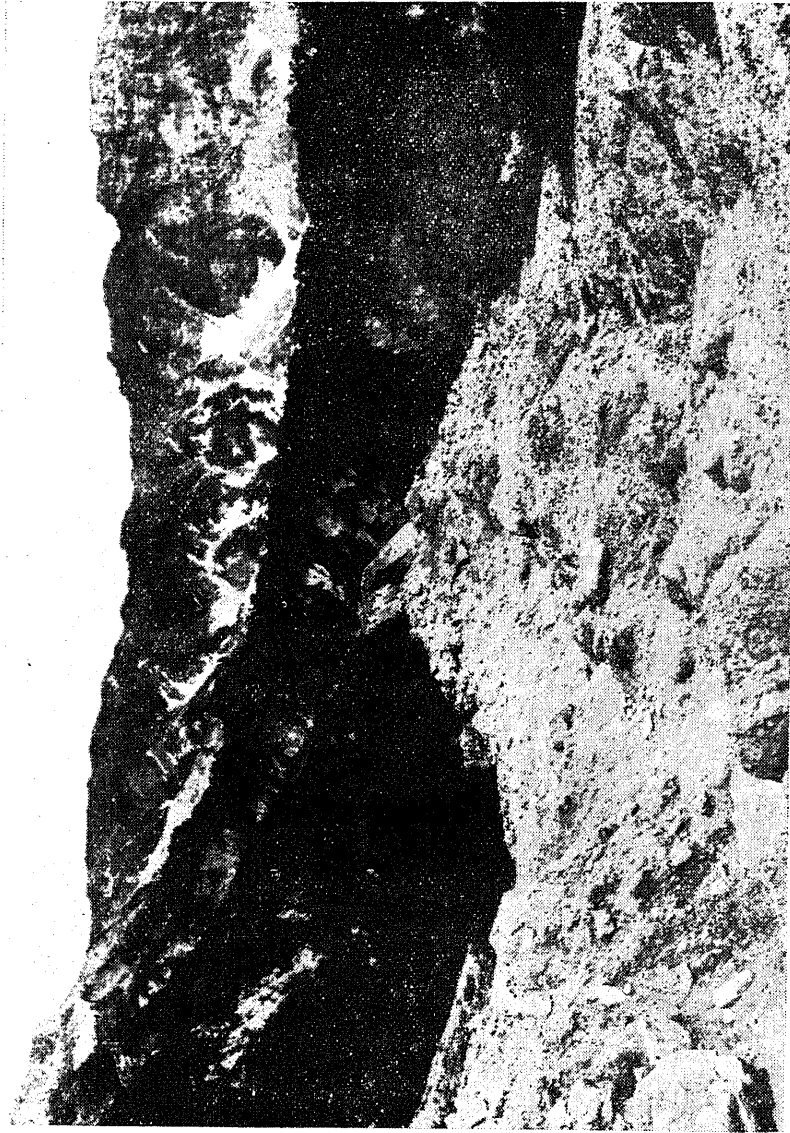
等にして此の内 1 より 4 までは自然的原因にて、5 及び 6 は人爲的原因なり。従來我國に起りし山崩を調ぶるに第一の原因によるものは水流の激衝する溪岸に沿ひ、何れの溪流にもよく認むる所にして、第二の原因によるものは夏季又秋季の強雨の際に各地方の災害の主因ともなり明治四十年に山梨縣、同四十三年

に静岡縣に強雨による無数の山崩を生ぜしことは今に世人の知る所なり。又東北並に北陸地方にては、春季急に溫暖となりて溶雪するに及びて、同様に崩壊をなすこと屢々なり。第三の原因は山崩よりは寧ろ墜石の原因となり岩石の細微なる間隙内にて水は氷結して、岩石を破壊墜落せしむるものなり。第四の原因は我國の如き地震國にては之に基く山崩は往時より頻繁にして、例ば安政年間地震による、富山縣常願寺川水源大鷲の崩壊、明治二十四年濃尾地震による、岐阜縣根尾川流域の山崩、大正十二年關東地震による、神奈川縣丹澤、箱根地方の山崩、昭和五年伊豆地震による神奈川縣箱根地方、静岡縣下の山崩等は之なり。第五の原因は不合理なる運材により、山腹に水路を造りて之より崩壊を惹起するものなり、又滋賀縣瀬田川、野洲川、草津川、大戸川、信樂川、京都府木津川支不動川、同青谷川、愛知縣庄内川、矢作川、境川、天白川、奈良縣大和川等の禿轉崩壊は何れも亂伐の結果と云はざるべからず。第六の原因によるものは、滋賀縣甲賀郡長野村地内、三重縣阿山郡玉瀧村、愛知縣瀬戸町、岐阜縣多治見町附近の崩壊の如く、何れも陶土採掘の結果なること明なり。

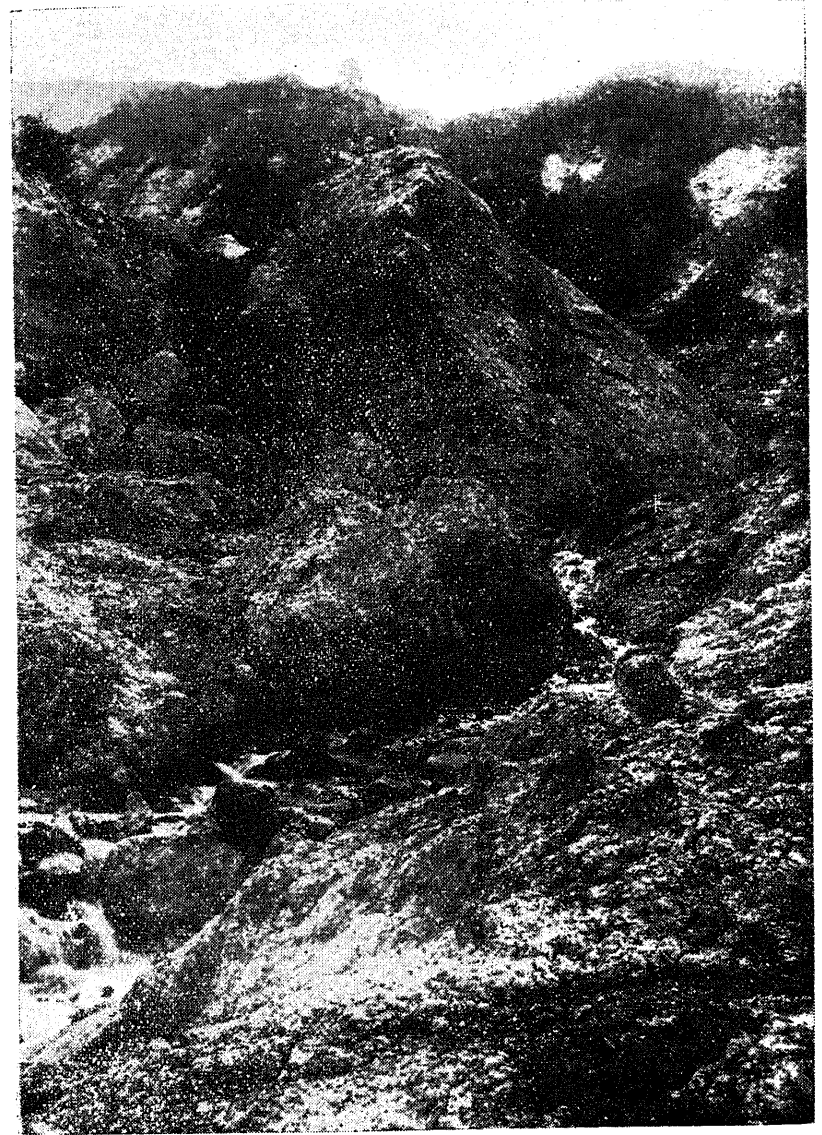
第四節 土石流

土石流は山海嘯とも稱し、恰も火山に於ける熔岩流の如く、水流と云ふよりは土砂石礫の流るゝが如き觀を呈するものにして、巨岩は容易に流動し、樹木は至る所に倒れ、溪口の平亘なる地域に進出して漸く暴威を収むるもの多く、彼の溪口の砂礫圓錐地の如きも常時の流水によつて形成さると雖も、強雨の際土石流によりて果ち成立せるもの決して少からず。土石流の原因は甚しき雷雨及び夏季秋季の季節的強雨、或は暖雨により急に溶雪し、殊に積雪のため表土の極めて軟弱となる場合、地震其他の原因により山中の貯水池の缺潰する場合、堰堤其他水流の阻止物體が壊滅して急激に多量の水を流す場合等なり。

土石流は最も溪流を荒廢するものにて、一部の土石流によつて數十米の高さに



土石流之狀況 (富山縣上新川郡大山村常願寺川水源泥谷)



土石流之狀況 (富山縣上新川郡大山村常願寺川水源泥谷)

溪床を埋没することあり、例ば静岡縣阿部川水源梅ヶ島の部落の如き、昔時の大谷崩の土石流にて埋没せし地上に存在して、現河床より約三十米の高所にあり、又富山縣常願寺川水源泥谷は昭和三年及び四年の土石流にて、大なる面積に多量の土砂岩石を流出堆積せるのみならず既設の堰堤を悉く破壊せり。