

十勝岳爆発に対する砂防計画

北海道旭川土木現業所 川 名 信

1. ま え が き

1962年6月、北海道の中央高地にある十勝岳は34年の休止期のち噴火を始めた。この爆発は山頂附近に仿っていた硫黄採取入夫の尊い人命を奪うと共に、山麓にある白金温泉の浴客・従業員は恐怖の一夜を過した。爆発の被害はこれに止まらず、十勝地方新得町から遠く網走地方斜里町に至るまで火山灰を降らせて農作物に被害を与えている。更にこの火山噴出物が火口附近に堆積し、下流耕地にも今後種々の災害を与えることが考えられ、早急にその対策を望む声が強くなったのである。

このように噴火当時の被害ばかりでなく、火口附近の堆積土砂に対しても住民が根強い不安を感じているのは、まだ記憶に新しい1926年(大正15年)に十勝岳爆発の際発生した泥流のため大災害をうけた経験があるためである。

これは火山による災害を見た場合一般に言えることであって、火山噴出物そのものよりも二次的に発生する火山泥流の災害が、大きなものとなると言えよう。

従って今回砂防計画を樹てるにあたって、先づ第一に現在ある堆積土砂と大正15年に起った泥流とに基礎をおいて考えることとした。

2. 十勝岳について

北海道旭川盆地の東方に多くはコニーデの形をとる連山がある。これらの火山錐はその西斜面頂上附近に爆裂火口を開くものが多く、そのため山の中腹以上は急傾斜をなしている。この火山列は北々東より南々西に向ってほぼ一直線上に併立して石狩・十勝の自然の国境となっているが、十勝岳はこの火山脈の南部を占め、単一のコニーデでなく

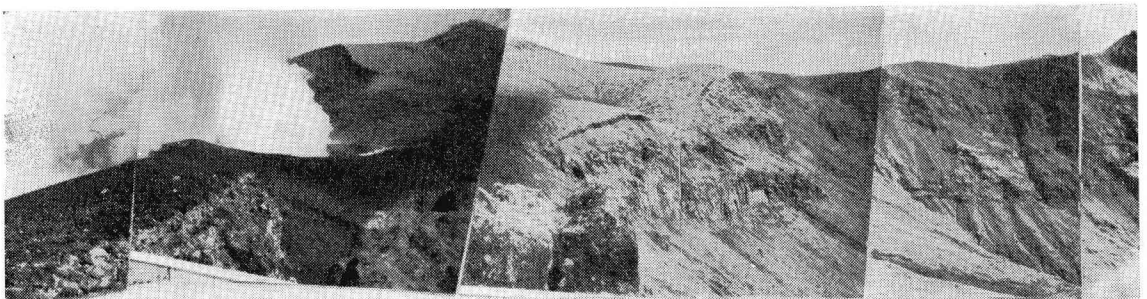
逐次形成されたほぼ6個の火山錐の集って出来た複合式火山となっている。

第一次火山錐は十勝岳で、美瑛岳等を擁して屹立し、その東側の変化の極めて乏しいのに比較して西斜面は著しく破壊されている。第二次の火山錐も大体同一の弱点に噴起し、ほぼ同様の爆発経路をとったように見えるが、中には西北あるいは西南に馬蹄形の火口を残しているものもある。この複雑した地形を破って最後の火口丘又は爆発口を作って第三次の現状を呈するに至ったものである。故に十勝岳およびその南に続くホロカメトク山と、その中間にあるタツカクシ山は共に三重式火山と見られ、また十勝岳を主体として見ると第一次火山錐の峯線上に十勝岳があり、第二次火山錐にはその残留せる前十勝岳のコニーデが存在していることになる。

十勝岳の基底をなす岩名は古生層と流紋岩である。古生層は火山の東部の十勝川の流上にも露出し、蝦夷山脈の鞍部に沿っているので、この火山でもあまり深くない所にあると考えられる。流紋岩はこの古生層の弱点をついて出て来た初期の火山岩で、西北麓の美瑛・上富良野の第三紀層および石英粗面岩の上部を被って緩傾斜の丘陵地帯を形成している。この丘陵地帯は断層亀裂等の変化、河川の侵蝕のために数多の谷を形成し、一般に侵蝕輪廻の幼年期であると考えられ、またこの丘陵面には成立後、幾多の地変を物語る複雑な交叉断層線を見出すことが出来る。美瑛川・富良野川の流路はその最たるものである。

以上のように十勝岳は古期水成岩の起伏地に噴起した第三紀流紋岩および同質の凝灰岩で基底を作り、その後の火山活動で順次に次の岩石が噴出している。

(1) 基底流紋岩(雲母流紋岩、雲母角閃石流紋岩)



写真—1 十 勝 岳

- (2) 下部溶岩 (橄欖石輝石安山岩, 含橄欖石輝石安山岩)
- (3) 上部溶岩 (含橄欖石輝石安山岩, 角閃石輝石安山岩)
- (4) 前十勝熔岩 (含橄欖石輝石安山岩, 輝石安山岩)
- (5) 側火山熔岩 (含橄欖石輝石安山岩)
- (6) 中央火口丘 (集塊岩)

この十勝岳の爆発記録は100年以前のものでしかない。最も古いものは、松田市太郎による「石狩川水源見分書」でこれは安政4年(1857年)4月頂上に噴気孔の活動していることが記録され、その直後5月、松浦武四郎は十勝に黒煙の上るのを見たと「石狩日記」に記載している。

この1857年の噴火の際は泥流が生じて、家族を惨死させたというアイヌの古老の話があるが、はっきりしない。

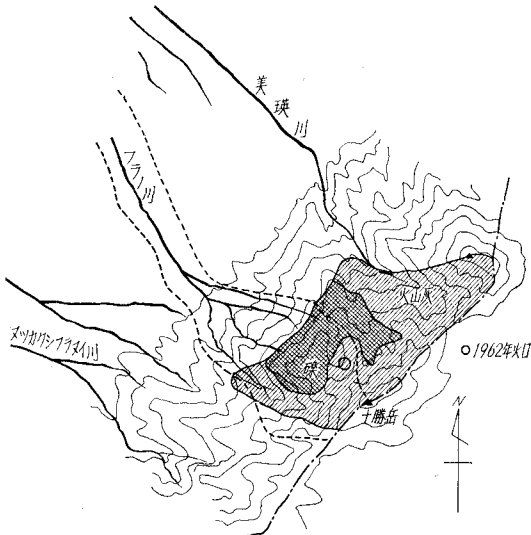
それから30年後の1887年(明治20年)6月前後、数日にわたって真紅の火焰が上るのが見られ中央火口丘の下部に爆発火口が出現した。この活動は1889年まで続いている模様である。

その後の記録は何れも噴気活動ばかりを伝えているが、1923年から再び噴気活動が激しくなり1926～28年の活動期に入るが、この1926年の5月24日の爆発によって大災害を引き起した泥流の発生を見ている。この泥流は、今回の砂防計画の基礎となる現象なのであとで詳述する。

更に1962年6月、爆発を起していることはまだ記憶に新しい所である。以上の爆発の経過を見ると、十勝岳の爆発は何れも4・5・6月の融雪直後の時期に起っており、その間隔はほぼ30～35年であることが分る。これは極めて注目すべきことであろう。

3. 1926年(大正15年)の爆発について

1926年の爆発は始めて詳細な記録を有する爆発であり、しかも泥流を発生して災害を起し、今回砂防計画を樹てる基礎ともなった爆発であるので、この状況について少し詳しく述べてみたい。



図—1 十勝岳附近地形図

爆発直前の1923年(大正12年)から噴気力が増大し、大正14年に至って鳴動と噴煙が甚だしくなり、15年になって砂礫を飛ばし始め4月下旬には火柱を見るに至っている。更に5月には新火口から噴煙を出し、5月13日以降は連日激しい噴煙と鳴動が続いている

この5月における気圧及び気温は旭川測候所の観測によれば表-1のとおりである。

この表によると大爆発(24日)以後急激に気圧が下がっている事と、爆発以前19月から気温が急に上り、10度以上になっている事が注目される。

降雪量については、大正14年12月より15年4月に至る十勝岳西方山麓は一般に降雪が多く、下富良野で411.7 mm、(159.1 mm>平年)、西達布514.1 mm (148.0 mm>平年)、幾寅509.6 mm (171.7 mm>平年)であった。

表 — 1

日	気 温 (℃)	気 圧 (mmHg)	日	気 温 (℃)	気 圧 (mmHg)	日	気 温 (℃)	気 圧 (mmHg)
1	4.5	753.42	11	11.1	749.03	21	9.9	756.35
2	5.3	757.97	12	9.5	750.32	22	11.0	754.57
3	8.2	753.90	13	3.4	753.53	23	12.2	751.57
4	9.9	756.22	14	3.9	754.03	24	11.6	747.27
5	9.9	758.83	15	5.4	753.10	25	13.4	746.70
6	12.3	753.77	16	5.0	750.45	26	13.3	746.78
7	12.5	741.35	17	7.3	751.53	27	17.4	743.68
8	10.2	741.52	18	7.9	747.85	28	13.4	744.60
9	5.8	746.55	19	10.7	751.22	29	14.7	746.35
10	6.9	751.45	20	10.6	754.80	30	13.0	740.65

積雪量については旭川師範の延原教諭の実測によると、大正15年5月31日に標高1,000 mで500 mm、標高1,200 mで800 mm、5月31日より6月2日に至る3日間の1日平均融雪量は120 mm～150 mmで標高差200 mにつき積雪量300 mmの差があることと、爆発後の融雪量から推定して、爆発当時1,100 m附近にあった積雪量は2,000 mmと推定されると報告されている。

降雨量については、5月23日より24日に至るまで下富良野・山部・布部では20 mm以下、旭川市では34.1 mmであつた。又十勝岳に近い西達布では50 mmの降雨があつたので、十勝岳では相当の強雨(60～90 mm)があつたと考えられる。

以上のように気象条件で迎えた5月24日、この日は前夜来の降雨が一層強くなったので火口附近で硫黄を採掘していた鉱山は仕事を休んでいたが、巡視は平常通り行なわれ午前6時頃の巡視では火口に特に異常は見られなかった。しかし正午を過ぎて間もなく、突然第1回の爆発音を聞いた。この際噴出したガス・崩壊物によって積雪が融かされ、泥流を押し出し、下って畠山温泉(現在の白金温泉)の風呂場を破壊し宿の前の橋を押し流した。この時刻は旭川測候所の地震計から12時11分1秒前後と思われる。この時は振幅も爆音も第2回以降のものより大きかったが、表面的に大きな地変は見られなかった。次いで午後2時頃にも鳴動噴火が起つたが、連日のことなのでそう注意もされなかった。この際の泥流は大部分は美瑛川に注ぎ、一部富良野川に入ったようである。

山麓に大災害を与えた泥流は午後4時17分の爆発によるものである。百雷の一時に落ちるような轟音と共に、今まで降雨と共に深くとざされていたもやが急に晴れ、火柱が黒煙の中に昇騰し黒山のような岩石が渦をなして丘を越え殺到して来た。崩壊した山塊が火口から2 kmを隔てた鉱山事務所に至る時間は、田中館博士は1分、中村博士は54秒と計算されている。これは時速30 kmの速度である。

崩壊物はやがて積雪と一緒に泥流となり、一方は美瑛川に沿って他方は富良野川の溪谷に沿って上富良野に出た。この間は約25分(時速35 km)と推定される。

更に泥流は、富良野線の鉄道を越え下流耕地に拡がってからは次第に速力も緩やかとなっており、上富良野の市街に達するまで20分以上を要している。他方東北部に向った泥流は始め二つに分れたが、美瑛川附近で合流し美瑛原野を流れ美瑛市街地に達した。この間の距離は約28 kmである。

4. 1962年の爆発

1962年の噴火に先きだち約10年前から種々の異常現象が認められ、それらは噴火の直前さらに活発となった。1952年8月スリパチ火口の西方山腹にあった弱い噴気地

帯に活発な噴気孔を生じ、これは昭和火口と呼ばれた。一方1954年頃から大正火口の活動が著しくなり1959年6月10日には火山性地震が明瞭に観測され、11月には昭和火口が小爆発を起し泥流を100 m程押し流した。また1961年8月には旧噴火口で弱い水蒸気爆発が見られている。

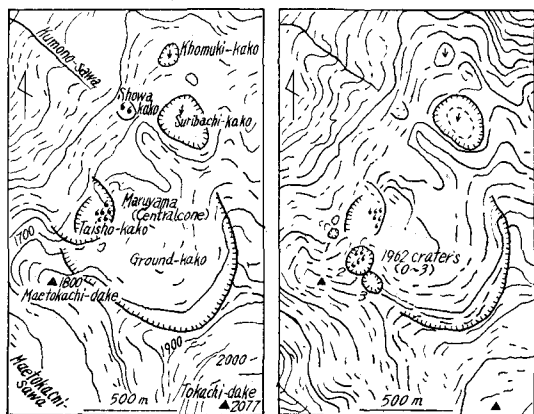
1962年に入って大正火口の活動はさらにはげしくなり火山ガスの濃度温度が高くなって、煙道口で200～300℃に達するものがあらわれ硫黄の自然発火が起った。また十勝岳附近で有感地震も10回ほどあり、大正火口の北西にある地震計には1日41回の火山性微動が観測された。さらに大正火口の東壁上に長さ10 m前後の亀裂が10数条出来ており、そのうちの一部に噴気が認められ火口壁からの落石もあった。

以上の様な異常現象は1926年の噴火前の状況に非常に類似しており、地下においてマグマが上昇し始めていることを示している。

1962年6月22日22時すぎに噴火は始まった。22時15分頃十勝岳に白煙が上り始め、30分になってやや音が大きくなり45分になって大きな爆発音を聞き強い上下動が感じられると共に稲妻がみられた。同46分、再び黒い噴煙が上昇し、47分再び噴煙が上り稲妻がみられたがこの噴火は22時15分一時静穏となった。

約3時間後30日2時45分再び噴火が始まった。今回は前回よりもはるかに大きく、幅70 m～100 m、高さ500～700 mの火柱が垂直に上り、稲妻がひらめき噴煙は始め垂直に上昇し原子雲状に拡がり、その頂部は成層圏部に達し高度1万～1.2万 mに達した。

この噴煙は急速に東方に流され、火山の東方北海道東部一帯は灰褐色の雲におおわれ降灰にみまわれた。降灰の始まりは陸地で4時頃、弟子屈で6時頃、根室標準で8時であった。さらに7月1日午前3時頃、中部千島列島のウルップ島の南方40哩(N 45°15', E 150°57')の海上を航行中



図—2 十勝岳火山の地形図
左: 1962年噴火前 右: 1962年噴火後

の船舶にも降灰がみられている。

1962年8月の調査によると、火口周辺の地形は図-2のように変化している。大正火口の南側つまり中央火口丘とその外輪山にあたるグラウンド南麓との間に新らしく径140 mの深い円形の火口が開かれ、火口の周辺特に北側には噴出物が堆積し砂屑丘となっており、その高さは標高1,800 m(噴火前の高さ1,750 m)に達している。堆積物の範囲は、50,000分の1地形図の縮図(図-1)に見られるように大正火口から西北の方向にほぼ矩形に礫が堆積し、火山灰はほぼ1.5 kmの範囲に堆積しているのが分った。

礫の堆積深は平均5 mで特に深い所は、大正火口(深さ40 m)を完全に埋塞平坦化している火口附近であろう。面積は2.2 km²で、今回の爆発による堆積量は11,000,000 m³と推定される。

なお降灰量のうち上川地方流域内にあるものは、面積4,675 km²、平均深2 mで、その量は9,350,000 m³と推定されている。

5. 爆発と泥流の原因について

爆発の原因については、1926年の爆発にもまた1962年の爆発にもほぼ意見が一致しているようである。これは地下岩漿の極めて緩慢な上昇に伴って冷却し、その結果、蒸気圧が高まり地表の岩石をとばして噴出するもので、1926年の場合はこれに更に融雪水が多量に浸入して蒸気化し、この爆発の近因をなしていると言われる。特に一度発達した火口瀬が二次三次の爆発によって大火口原の積雪又は降雨を求心的に集め、またスリパチ火口から丸山を横断する亀裂線は中央火口丘である火口に集中するような地形となっていることは、爆発力を助長するのに役立つと思われる。

しかし前述したように爆発によって噴出物があっても、それが下流地域に流下しなければ災害を与えることはない。砂防計画としてこの噴出物の流下する状態が最も重大である。このうち爆発と同時に流下する泥流は、危険も大きく受ける被害も深刻であるので、最初にこの泥流について考えてみたい。

1926年の泥流が爆発と同時に起ったことは、種々の記録から間違いはない。しかしこの原因については当時の記録では諸説をあげるに止まって、決定的な解決を与えていない。ただ泥流の流下した状態をみると一つの土石流であることは異論はない。土石流の発生原因として普通言はれるものは次の三種である。

- (1) 豪雨の際に山崩れが発生し、この崩壊土が多量の水を含み急傾斜面を下降すると、それ自体が土石流となって溪流を下降する。
- (2) 急傾斜の山岳地帯の溪流に強雨や融雪のため、急激な出水がある時、この側面に山崩れが発生した場合

に生ずる。

- (3) 急激な出水によって溪流の兩岸や溪床の土石が強度に浸蝕され、流水は一時に多量の土砂を含みこれが流下するに従って、土石流に移行する。

今融雪のみについて考えて見ると、融雪による河川流量は1 km²あたり0.2 m³/secであることが、道営鷹泊ダムで報告されている。

噴出物が堆積する範囲は分水嶺を境界とする2 km²であり、これから流出する水は、融雪のみを考えると一つの河川として考えても0.6 m³/sec程度と考えられる。この結果(2)(3)の形式による土石流が発生することはまづないと考えられる。

次に(1)の形の土石流の発生を考えると、この場合土石は充分にあるのであるから、これを流下させるに必要な水があったかという問題となる。この点上川地方一帯の融雪状況が集約してあらわれる、石狩川の伊納観測所における流量の変化をみると図-3のようになっている。融雪のピークはこの表から4月20日過ぎに1回、5月20日頃1回と2回にわたって観測されている。これと雪線の上昇の速度を考えると、十勝岳のような水源山地の融雪は5月20日頃に始まると推定される。

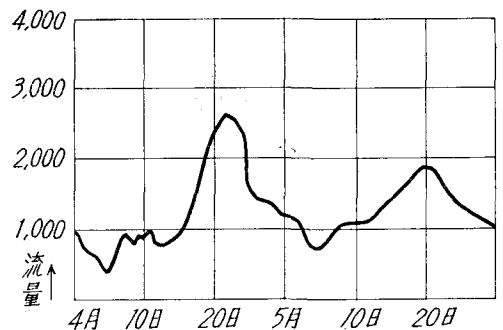


図-3 伊納観測所流量

新雪の比重0.1、ザラメ雪で0.5という点と、山頂の融雪期を迎えた雪はザラメ雪であり、当時の平均積雪深が2 m内外であることを考えると、水分としては単位面積あたり1,000 mmのものがあつたことになる。さらに前夜から爆発時まで70 mmの降雨があつたことから、ザラメ雪でもその2%内外の水は保水出来るので、融雪寸前の相当保水された雪が水源地の特に噴出物の多い2 km²の地域に約2,000,000 m³あつたものと考えられる。

爆発によって噴出した土石の量は、当時の記録では、4,400,000 m³とも、1,000,000 m³~1,500,000 m³とも言われる。これは土石の空隙比0.45、比重2.6とすると6,300,000 t又は1,400,000~2,140,000 tの土石量となる。

普通土石流を構成する水と土石との比はStinyによれば表-2の通りである。

表 — 1

溪床の 勾配	土石の重量比 (%)		土石流の単位重量 (kg)	
	平均	最高	平均	最高
15°	45	50	1,300	1,380
20°	50	60	1,380	1,460
25°	55	65	1,420	1,490
30°	60	68	1,460	1,520
35°	65	70	1,490	1,530
40°	65	70	1,490	1,530

約 2,000,000 m³ あった雪が、高温の火山噴出物と、硫黄の燃焼による熱とで、割合短時間のうちに融解し、更に降雨の流出もこれに加わるといふ状態の所に、6,000,000 t あるいは 2,000,000 t と言われる土石が生産されているのであるから、十勝岳の勾配が山頂附近では 25° 内外であることを考えると、丁度 Stiny の言うような土石流となることが分る。このような形で、1926 年には泥流が発生したものと思う。

6. 砂防計画について

砂防計画については、前段に述べたような一時的に流下する土石の泥流と共に、夏期の局地豪雨に伴う堆積土砂の流出も考えなければならない。

しかし、上富良野町における雨量観測資料から、100 年確率の日雨量を計算すると 100 mm/day 時間雨量にして 39 mm であるので、これから計算した洪水量は 20~90 m³/sec となる。実際の流量は 40 m³/sec 程度であろう。この流量も一つの河床に集中するのではなく、無数の雨裂に分散して流れるので、こうした流れのため災害を起す程の多量の土砂が一時に下流に降下するとは考えられない。これは限界掃流力の点から検討してもほぼ同様であると考えられる。従って水源地の火口原から雨裂に従って流出する土砂を、その生産地で直接抑止するのは非常に困難な工事であるばかりでなく、不経済でもある。

河川の性質から言っても、富良野川は上富良野町より下流では河床には全く礫がない泥炭地を流れる河川であって過去に水源から流出した土砂によって扇状地あるいは河床の上昇を招いたという形跡もない。

これは同じ水源地から流れているタツカクシフラヌイ川

においても同様である。

以上の様な状況であるので、砂防計画としては主として泥流を対称として考えることとした。

泥流の起る可能性は、僅か過去 100 年程度の記録しかないで臆測の範囲を出ないが、60 年に 1 回程である。十勝岳の活動がほぼ 30 年から 35 年を周期にしており、記録にある過去 4 回の噴火のうち、1 回かおそらくは 2 回泥流を流している事実からみて、この程度の推定をしその泥流の災害を防ぐようにしたいと考えるものである。

この泥流被害を防ぐ最も大きな武器は自然の河道調節量であり、第二に地形である。我々はこの自然の力に工作物を加えてその力を助長させようと計画した。

構造物としては、富良野川の山頂から 2.5 km の地点に高さ 35 m の堰堤を計画しその貯砂量を 3,000,000 m³ とする。さらに堰堤には大きなオリフイスを高さ 10 m 程度の所にあげ、洪水量はその穴から流出出来るようにし、穴から下は普通の砂防堰堤として仕向くようにする。天端は左岸から右岸に向って 1/100 程度の勾配をつけ泥流はこれに導かれ一部は北堤を隘流し、一部は左岸台地に拡がるようにする。

さらに左岸台地の左側にある溪流の下流部に高さ 10 m のダムを作り、ここで 300,000 m³ 程度の土石を貯溜する。

また、白金温泉の上流側に導水堤を作り、ここに向う泥流については美瑛川の本川に導き、ここで美瑛川本川に高さ 20 m のダムを作り一部貯溜し、一部は美瑛川の河道に流下させる。

全体としては、泥流を台地に出来るだけ広く散らすと共に、その主要部分は大きな浸蝕溪を利用してそこに貯溜しようという基本構想である。

又、爆発の周期その他を考えて、これらの計画は 15 年程度を目途として完成させたいと考えている。

これらの計画は、39 年度から実施するものであり、実施途上なお多くの問題にぶつかることと考えるが、泥流の被害を想う時、なんとか無事な姿で完成させたいものと念願する次第である。

参 考 文 献

- (1) 十勝岳爆発災害誌
- (2) 岩石鉱床雑誌
- (3) 遠藤隆一：砂防工学