

# 高山地域における潜在的崩壊の危険性をもつ 砂礫堆積物の分布とその調査方法

清 水 文 健\*

国立防災科学技術センター

## **Distribution and its Survey Method of Potential Material of Landslide in High Mountain Areas**

By

**Fumitake Shimizu**

*National Research Center for Disaster Prevention, Japan*

### **Abstract**

In high mountain areas of the North Japan Alps, higher than 2500 m, glaciers developed in the late Pleistocene. At present, glacial deposits distribute on the mountainsides and in the valleys. It is considered that these deposits have high potentiality for landslide hazard.

From the viewpoint of disaster prevention, the distribution of these deposits should be known before landslide occurrences.

As an example, here are described the distribution of these glacial deposits in the Matsukawa drainage basin situated at the eastern part of Mt. Shirouma in Central Japan and its survey method by using air photographs.

By surface features and sedimentary facies of the deposits and by scanning electron microscope study of surface textures of quartz sand grains contained in the deposits, distribution of the glacial deposits have been researched and the glacial history has been considered.

The results are as follows:

1. In the Kitamata-iri valley, a tributary of the Matsukawa River, there are much glacial deposits and these deposits are particularly frequently sliding.
2. In the Kitamata-iri valley, five terminal moraines are distinguished, from older to younger or from higher to lower, as Yoshihara moraine, Iwatake moraine, Akakurazawa moraine, Kanayamazawa moraine and Shiroumazawa moraine. Each moraine is accompanied by terraced outwash plain (valley train) in its downstream.
3. Iwatake moraine is the largest one and is situated at the lowest altitude of about 1100 m.
4. In the Yoshihara area, Iwatake moraine joins with Yoshihara moraine. Therefore, the joint of the two moraines has a large amount and has the highest potentiality for landslide hazard in this drainage basin.
5. In this drainage basin, five glacial advances are distinguished mainly by the number and the location of terminal moraines.
6. The date of wood fragment in the till of the base of the Akakurazawa

---

\* 第3研究部地表変動防災研究室

terminal moraine was obtained as  $25,150 \pm 210$  years B. P. (Gak-4780) by radiocarbon dating.

7. By the results of radiocarbon dating of deposits and correlation of the moraines and river terraces by using the Ōmachi Tephra formation, the age of each glacial advance is presumed as follows: Yoshihara stage and Iwatake stage: older than 30,000 y. B. P.; Akakurazawa stage: about 25,000 y. B. P.; Kanayamazawa stage: about 20,000 y. B. P. and Shiroumazawa stage is about 10,000 - 15,000 y. B. P.

8. The scanning electron microscope study of surface textures of quartz sand grains is a method very suitable for the survey of lodgment till.

## 1. はしがき

毎年日本のどこかで、主に台風と梅雨前線によってもたらされる豪雨による山崩れ、土石流が発生し、これによって住民は多大の被害をこうむっている。

山崩れや土石流は地すべりなどとともに、日本の山地地形形成の側面から見れば、マス・ムーブメントの一部で、山地斜面の侵食作用の主要部分であり、このような立場からの研究は主に地形・地質の分野で行われている。一方、災害の立場からの研究は、目下のところ、土木、砂防の分野で主として行われ、その主眼は発生・流動機構の解明におかれている。素因である堆積物については風化物質として一律にかたづけられているが、それがいつ、どのような手段（作用）でつくられ、現在、どこにどのくらい分布しているのかといったようなことは、防災上極めて基本的かつ重要な問題であると考えられる。

山崩れ、土石流などの災害防止対策を考える場合、それらの発生しそうな「場所」をあらかじめ知っておくことが必要であり、それには山崩れの源、土石流の源となる堆積物の分布状態、量、性質を正確にかつ簡単に知る方法の確立が望まれる。これによって得た情報から、潜在的崩壊・土石流危険区域を設定し、これに基づいて山岳道路、観光施設の建設計画をたて、地域住民の避難対策を考えておこなえば、山崩れ・土石流による被害は最小限に食い止められ、かつ、合理的・経済的な防止工事が可能となるであろう。

山崩れ、土石流の誘因としての豪雨は、その頻度や量による地域差があり、台風や梅雨前の影響を受けやすい西日本の太平洋岸地域や中部山岳地域で最も頻度が高く量も多い。後者線には誘因として重要な地震の源である活断層の分布頻度も高い。

以上の諸点を考慮して、この小論では、中部山岳地域の白馬岳東面姫川支流松川を例として、まず、この流域における重要な崩壊地の現況について述べ、ついで潜在的に土石流発生、崩壊の危険性を有する堆積物の分布を調べる手順とそれによって明らかになった分布状態について述べ、さらにその地史学的意義にも多少ふれ、高山地域でのこの種の調査方法確立への手掛りとしてたい。

## 2. 調査地域の地形・地質

松川は白馬岳を最高峰とする 2600~2900 m を越える山稜が南北に走る後立山連峰北部の東斜面を刻みつつ東流し、北城（ほくじょう）盆地の東端付近で姫川に合流する。

後立連峰北部は東側に急崖、西側に緩斜面をもつ非対山稜が北アルプスで最もみごとに発達する。西斜面は、現在、周氷河地形形成営力が卓越し、岩屑斜面の発達が著しいが、氷期には、この緩斜面が多量の降雪を蓄えて氷河を養うのに好条件を提供し、日本でも有数の氷河地形発達地域となっている（山崎，1902；五百沢，1970 b）。

東斜面は第三紀以降の急激な北アルプスの隆起（第四紀地殻変動研究グループ，1969，1973）に関連した断層によって北城盆地にのぞんでいるが、主稜から東へ派出する白馬尾根、杓子尾根、鏡温泉南東の尾根などの各支稜は、主稜線から 2 km ほど隔たった所で巨大な三角末端面状の急崖を成し、断層の存在を暗示する。この一線を境に東西で地形の特徴が異なる。この線の西には高山地形が出現し、東には小日向山、八方尾根、樽池、岩岳に代表される小起伏面が分布し、尾根は広く丸味を帯びている。

白馬岳東面を刻む谷もこの線を境に上流側と下流側で性格が異なる。上流側へは米食谷特有のU字状の断面形を示し、谷頭部にはカールを有する。また、白馬岳東面の谷はいずれも長大な雪渓を成し、日本アルプス 5 大雪渓のうち 2 位から 5 位までがここに集まっている（五百沢，1970 a）。さらに、山崎（1902）による最初の氷河地形の報告以来、多くの研究があり、氷河論争の舞台のひとつとなったところである（岡山，1935；1968；今村 1940）。五百沢（1970 b）は白馬岳付近がわが国で最も広く、かつ低い所にまで氷河が発達したところと考えている。

この地域の地質は飛騨構造帯にあたり、大きくみると南北方向の配列を示す。すなわち、先の地形的に明瞭な一線を境に、稜線側には珪長岩、花崗斑岩、黒雲母崗岩が分布し、その下流側には、南股入湯ノ入沢出合、葎原（よしはら）、阿弥陀山を結ぶ一線まで変成した古生層が分布し、岩脈状に蛇紋岩が貫入している。この東側には蛇紋岩が分布し、その東端の岩岳の南側にはジュラ紀の来馬層が分布する（平林，1971）。

### 3. 松川流域の主要な崩壊地の現況

松川流域にみられる主な崩壊地は、崩壊素因の違いによって 2 つのタイプに分けられる。一つは基盤から成る谷壁斜面もしくは谷頭斜面の崩壊であり、他の一つは過去に谷中に堆積した堆石堤（moraine）の崩壊である。

第 1 のタイプは地形発達の観点からみれば、地斜面を開析する作用で、特に顕著なのは、杓子岳北壁、八方尾根北斜面、岩岳南斜面である。前二者は凍結破砕作用を主とし、多量の岩屑を松川谷へ供給している。岩岳南斜面の崩壊は、ジュラ紀来馬層の分布するところで生じた基岩すべりである（写真 1，図 1）。滑落崖の高さ約 50 m，長さ 1 km，幅 750 m の変動範囲をもち、その崩壊土量は少なく見積っても、 $10^6 \text{ m}^3$  のオーダーを下らず、Machida (1966)

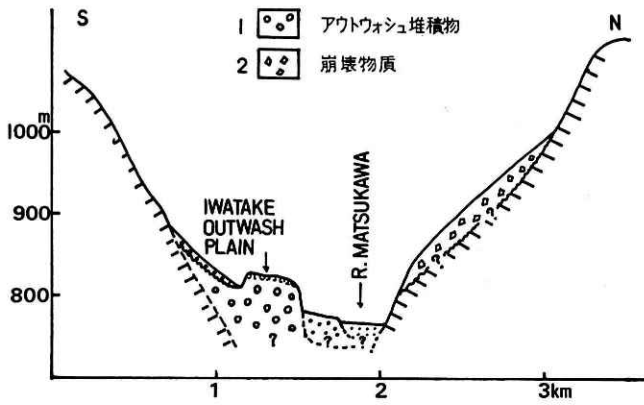


図1 細野付近の地形・地質断面図

Fig.1 Geomorphological and geological profile of Hosono area.

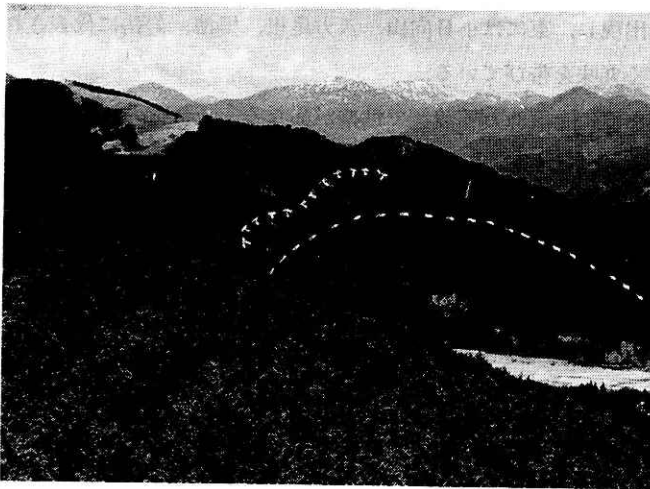


写真1 岩岳南斜面の基岩すべり

Photo.1 The bed rock slide of the southern slope of Mt. Iwatake.

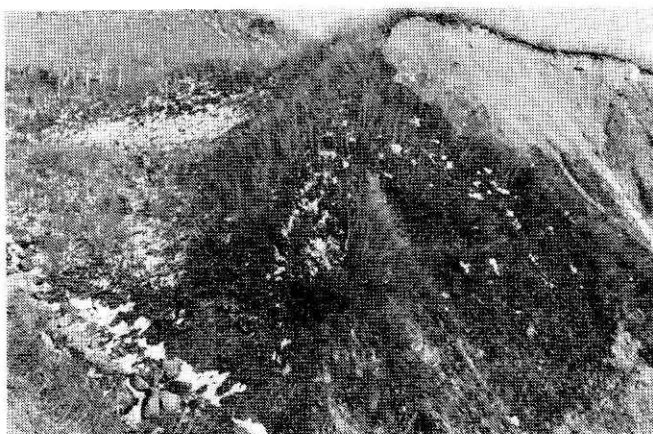
の分類の巨大崩壊に入るほどの規模である。現在では安定しており、別荘地として分譲されている。

第2のタイプは松川流域の特異性を示すもので、現時点では、第1のタイプに比べ、砂礫の供給源としては重要ではないが、潜在的な大規模崩壊の危険性を秘めている点で重要である。

ここには顕著な堆石堤が5つあり、多量の粘土分をマトリックスとする無層理・無淘汰の角礫層とルーズで乱雑な、砂をマトリックスとする角礫層から成り、水を含むとすべりやすい。いずれも規模の違いこそあれ崩壊しつつある。これらのうち、北股入金山沢出合、葭原付近、南股入の湯ノ入沢出合の各堆石堤\*は崩壊が著しく、堆石堤の規模、占めている地理的位置はかなり重要である。金山沢出合の堆石堤の崩壊：金山沢が北股入と合流する付近に、北股入を塞ぐように発達する尾根状の高まりがある。これは Kobayashi (1958) らが端堆石堤と考えたもので、現北股入はほぼその中央を掘込んで二分している。このうち左岸側の堆

(\* 図4を参照)

写真 2 金山沢端堆石堤の崩壊  
Photo 2 The slide of Kana-  
yamazawa endmoraine.



石堤の内側（上流側）が、高さ約100m、幅約120mにわたって崩壊している（写真2）。崩壊の発生源の上端は堆石堤の頂に達し、厚さ約40mの角礫層がみられる。

北股入が堆石堤を横断する部分は、幅十数mの狭さく部を成している。最近、ここに貯水用のダムが建設された。崩壊はこのダムの上流側で起っている。残っている堆石堤構成層の量はおおまかに見積っても、 $10^4 \text{ m}^3$ のオーダーを下まわらないであろう。また、このダムの上流には、金山沢の堆石堤より新しく規模のやや小さい白馬尻堆石堤があり、この前面も崩壊しつつある。一方、ダムの下流側には、後述するように、土石流源となりうる、扇状地堆積物に類似したアウトウォッシュ堆積物から成る段丘が発達する。ダムの欠壊による災害が案じられる。

葭原（よしはら）付近の堆石堤の崩壊：北股入右岸の葭原付近には、複合した時代の異なる二組の堆石堤（葭原、岩岳端堆石堤〈小嶋、清水、1972〉）がある。この複合堆石堤の内

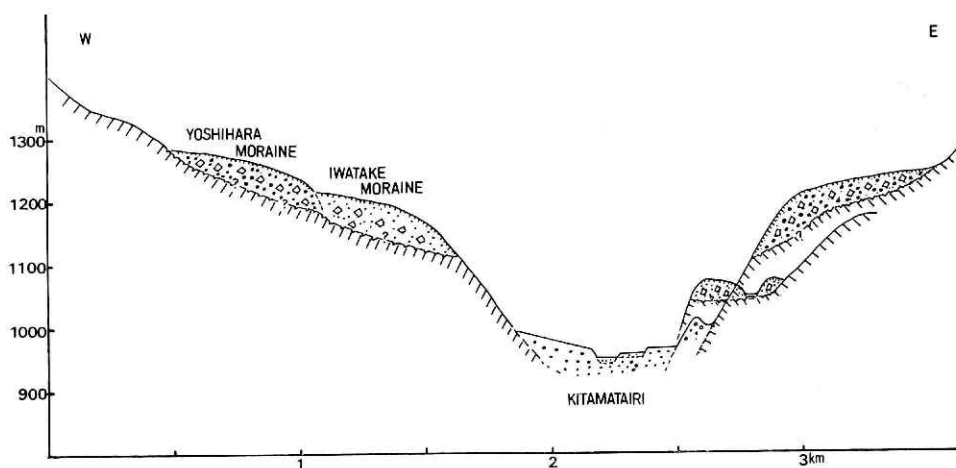


図 2 葭原付近の地形・地質断面図  
Fig. 2 Geomorphological and geological profile of Yoshihara area.

側（上流側）で、右岸（南）から左岸（北）へ向って、長さ800m、幅約250mの変動範囲を持つ地すべり性の崩壊を生じている。崩壊物質は青灰色粘土まじりの角礫層で、古生層の巨礫、蛇紋岩の巨礫が多数認められることから、葎原、岩岳端堆石堤の一部が崩壊したことは明らかである。あまり明瞭ではないが、写真判読から滑落崖が読みとれる。この北側に隣接して、滑落崖の高さ40m前後、長さ約150m、幅120mの変動範囲を持つ崩壊がある。これは岩岳堆石堤が崩れたもので、前者より新しい。

葎原、岩岳の両堆石堤は時代的にも古く、松川流域では最大規模の堆石堤で北股入右岸葎原付近では二つが複合している（図2）。前述のように、内側が一部崩壊しているが、堆石堤の大部分は残っている。これをのせる基盤は下流へ傾斜し、この下流側には北股入で最も狭い狭さく部が存在する。

おおまかに堆石堤構成層の量と狭さく部の容積を推算し比較してみると次のようになる。

a) 葎原・岩岳端堆石堤 堆積物の分布面積： $3.1 \times 10^5 \text{ m}^2$ 、堆積物の厚さの平均値（露頭および断面形から推定、最低値と考えている）：80m、これらを乗じると、 $V = 2.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。

b) 狭さく部 長さ250m、河床からの高さ100m、その高さでの谷幅400m、河幅120mの器と考え、その容積を求めると、 $V' = 6.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ となり、最小限に見積った堆石堤構成層の量をはるかに多い。この土量がいっただのくらい莫大な量であるのかをみてみると、Machida (1966) は崩壊を急性のマスマーブメントとして区別し、その規模によって①巨大崩壊 ( $10^9 \sim 10^7 \text{ m}^3$ )、②地すべり性崩壊 ( $10^6 \sim 10^4 \text{ m}^3$ )、③山崩れ ( $10^3 \sim 10^1 \text{ m}^3$ ) の3つに分類した。寺戸 (1975) は  $10^6 \text{ m}^3$  以上の崩壊を大規模崩壊としている。これらをも、上記の土量は巨大崩壊の土量に匹敵するほどの量であることがわかる。堆石堤が一度で全部崩壊しないまでも、仮に5分の1崩壊しただけでも、狭さく部は一時的にせよ塞がれて、天然ダムが形成されることになる。この狭さく部の2.5km下流は北城盆地である。

湯ノ入沢出合の堆石堤の崩壊：白馬鎧ヶ岳東斜面のカールに源を発し、直ぐ南に向きを変

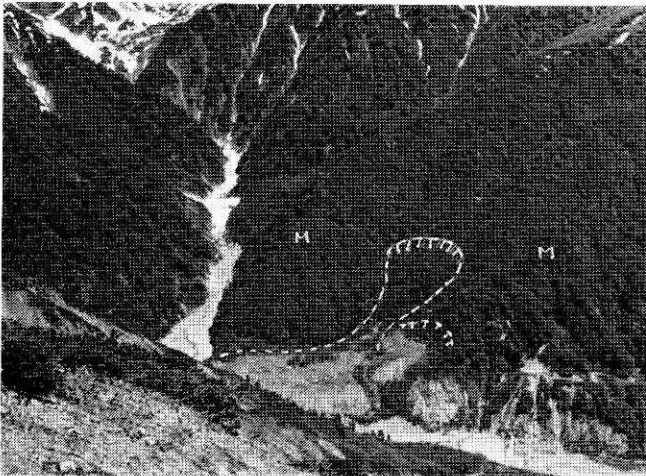


写真3 湯ノ入沢出合の端堆石堤の崩壊

Photo 3 The slide of Yuno-irizawa-deai endmoraine.

えて流下し南股入に合流する付近の左岸側に、高度1300m前後の時代を異にする堆石堤が2組発達する。このうち下流側の堆石堤の内側が谷の中央（南）へ向って崩壊している（写真3）。崩壊の変動範囲は長さ500m、幅上方で200m、下方でその2~3倍ほどあり、規模としてはそれほど大きなものではない。この崩壊物質の上に、量的に勝る多量の蛇紋岩の巨礫が乱雑に、南（谷の中央側）が高く北（左岸谷壁側）へ向って低くなる小丘を成して堆積する。この小丘を下流側からながめると、谷を塞いでいるように見える。蛇紋岩は、この付近では、右岸側の八方尾根と小丘の下流側にしか分布しないから、その供給源は八方尾根北斜面である。北斜面を刻む谷の1つ（谷頭部にカール状の地形がある）が小丘の南にあり、北斜面を刻むほかの谷には多量の岩層がたまっているのに、その谷中にはほとんど堆積していない。おそらく、谷を埋めた堆積物が何らかの誘因（地震？）によって抜落ち、南股入を一時的に塞いだ時の名残りと考えられる。南股入はこの部分で流路の幅が著しく狭く、この上流側は埋積されて、谷の上流部にしては広々とした河原を成している。小丘が堰堤の役を果たしていることを示している。

これらの諸例をみても、高山地域ではこの種の堆積物の存在を決して無視できないことがわかる。

このような危険をはらむ堆積物が多量に残っている北股入は、白馬岳登山のメインルートで、5月下旬から10月上旬にかけて、猿倉までバスが運行される。最盛期には臨時便が増発され、どれも満員である。バス道路は低位の段丘面を利用してつくられ、前述の狭さく部を通り、葎原付近で葎原、岩岳端堆石堤の直下を（車窓からは堆石堤をのせる基盤の部分しか見えない）。猿倉付近では厚さ40mを越える底堆石が段丘を成しているが、その段丘崖下を通っている。バスの運行される期間は集中豪雨の多い期間でもある。1968年飛騨川バス転落事故の例をもちだすまでもなく、防災対策の早急な検討が必要であろう。

#### 4. 調査の方法

ある地域の堆積物を調べる場合、特異な堆積物（たとえば、火山泥流堆積物、氷河堆積物など）に注目し、それを基準にして他の堆積物を区別していくのが容易である。

松川流域の堆積物を調査するにあたって最も重要視したのは、「この地域は氷期に日本で最も氷河の発達した所である（五百沢、1970b）」という点である。おそらく、氷河堆積物はまだ多量に森林限界より下方の斜面、谷中に残されているであろうし、氷河地形・堆積物は他の堆積物に比べてかなり特徴的な形態、堆積相をもっているから、空中写真判読、現地調査によって比較的容易に区別できると考え、氷河堆積物を他の堆積物から区分し、その分布をおさえることに重点をおいて調査した。

##### 4.1 空中写真判読の基準と手順

空中写真判読と現地踏査の両面から、後者に比重を置いて調査を行ったが、山岳地域では、

長時間の野外調査を必要とするほか、現地踏査の困難な場所が少なからずあるため、空中写真判読に頼らざるを得ない。そこで、空中写真の判読からでもかなりの精度で地形分析が行えるように、まずはじめに、写真判読の基準作りを行った。すなわち、過去にも氷河の存在したことが確実であり、かつ、現在においても氷河の存在する外国（北アメリカのロッキーとシエラネバダ、南アメリカのアンデスとパタゴニア、ニュージーランド、ニューギニア、ヒマラヤ、ヨーロッパアルプスなど）の典型的な氷河地形や現存氷河の空中写真や文献、さらに、日本において確実に氷河地形と認められているものの空中写真と文献および現地踏査によって、氷河地形・氷河堆積物のモデルイメージを作りあげることを行った。

このモデルイメージに基づいた写真判読の手順は次のようである（五百沢（1970b）を参考にした）。

①氷河水の存在したことを示すある広がりを持つ滑らかな凹地形を見つける。この際、凹地形を掘込む谷の有無にも注目する。なぜなら、新たに掘込む谷が存在することは、凹地形が変形しつつあることであり、凹地形を作った作用は今日働きつつある作用とは異なるもの、すなわち、氷河作用か何か、であったことを示しているからである。

②この凹地形の上流、側面部、底部に、氷食谷頭、切断山脚、羊背岩、氷食谷肩、氷食懸谷、谷階と谷くぼの組合せ、鋸歯状の氷蝕尾根などの氷食地形の有無を調べる。

③凹地形の側部や下流部に堆石堤（側堆石や端堆石堤など）の有無を調べる。端堆石堤の場合は谷を塞ぐような、あるいは、谷壁から谷中に向かって斜めに、下流側へ突出したような尾根状の高まりを示す。側堆石の場合は時代の古いものは谷壁の高い所に、幅の狭い緩斜面として、新しいものは谷壁に沿った細長い高まりとして示され、下流では端堆石堤へ移行する。融氷流堆積物（アウトウォッシュ堆積物）は堆石堤へ連続する、あるいは、高度的に滑らかにつながる堆積段丘として示される。

このような手順で、まず、4万分の1空中写真によって調査地域の略判読を行って、地形分類図を作成し、氷河地形および堆積物のおおまかな区分を行う。次に、2万分1空中写真を併用して精密判読を行い、氷河地形・堆積物の分布をおさえるとともに、その代表地点を決め、詳しい現地踏査を行って、たとえば、端堆石堤はどのような構成物質から成り、どのような特長をもち、どのくらいに細分でき、水平的にどのような広がりを持つのかといったような、氷河地形と氷河堆積物の関係を明らかにし、認定指標を決めた。

#### 4.2 氷河堆積物の認定指標

小蓮華山の南斜面を刻む金山沢が松川北股入に合流する付近に、高度1470~1500m、現河床からの比高120~150mほどの、南北のリッジをもつ尾根状の高まりが、上流側に凹面を向け、谷を塞ぐように発達している。この高まりは上流側が急で、下流側にゆるく、高まりから離れるにしたがってますますゆるくなり、段丘状の地形へと移行する。基盤岩は輝緑岩で、この上に厚さ30~40mの堆積物がのっている。この高まりは Kobayashi (1958)、深井三郎



(1960)らが松川谷における最低位堆石堤と考えたものである。この堆石堤を詳しく調査し、次の諸点が判明した(小疇, 清水, 1972; 小疇ほか, 1974)。

①この堆石堤は上流側に底堆石, 下流側にアウトウォッシュをもつ端堆石堤である。

②底堆石の下半部は周辺の基盤岩に由来する擦痕のついた角礫ないし亜角礫を主とし, 粘土分に富むマトリックスにより全体的に青灰色を呈する無層理, 無淘汰の非常にコンパクトな堆積物から成る(写真4)。底堆石の上半部は同様に無層理, 無淘汰の堆積物であるが, よりルーズで乱雑な堆積相を示すほか, 上流域の谷壁に露出する多種類の角礫, 亜角礫を含み, マトリックスは砂質で粘土分に乏しく, 全体に灰褐色を呈する。このような諸特徴から, 前者は堆石(till)の成因による分類の中のロジメント・ティル(lodgment till\*\*), 後者はアブレーション・ティル(ablation till\*\*)と判断される(Flint, 1971)。

③端堆石堤はアブレーション・ティルが作る高まりで, 全体に色調が褐色ないし茶褐色に見える。

④端堆石堤を構成するアブレーション・ティルは堆石堤の上流側の下部でロジメント・ティルと, 下流側でアウトウォッシュ堆積物と漸移している。

⑤アウトウォッシュは堆石堤に接する部分でも淘汰と層理が認められ, マトリックスは砂



写真4 底堆石(ロジメント ティル)

Photo 4 Lodgment till.

Material directly derived from glacial erosion.

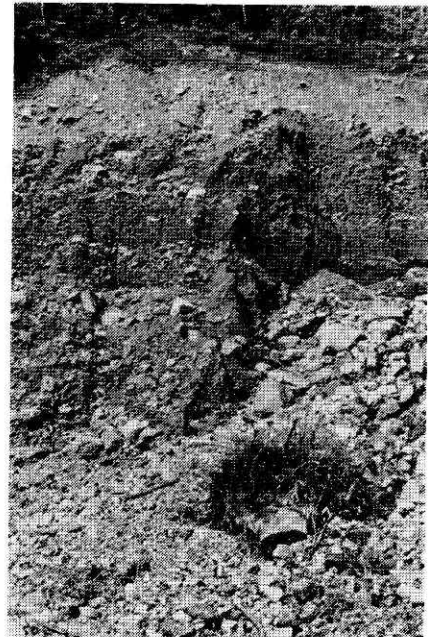


写真5 アウトウォッシュ堆積物(融水流堆積物)

Photo 5 Outwash deposit (Glaciofluvial deposit)

\* 氷河の下底を運搬される物質に由来する堆積物で, 氷食によって直接形成された堆積物。

\*\* 後退中の氷河の末端部の氷河氷中あるいは表面にのっかって運搬される物質に由来する堆積物。

で、粘土、シルトは含まず、礫は水磨されている(写真5)。

⑥金山沢出合の堆石堤は上流側に底堆石、下流側にアウトウォッシュという典型的な氷河堆積物の水平分布のパターンを持ち、一つの氷河進出期を示す端堆石堤である。

写真判読による区分と上記の諸特徴を基準にして、松川北股入、南股入へ堆積物を追跡し、吟味した。

### 4.3 走査電子顕微鏡による石英砂粒表面組織の観察

石英砂粒(quartz sand grain)の表面組織ないし形態は、石英砂粒が経てきた各種環境下における諸作用の痕跡を示していると考えられる。この石英砂粒はほとんどすべての堆積物に含まれており、したがって、その表面の形態を調べることによって、それが含まれている堆積物の形成史を知ることができる(Krinsley & Doornkamp, 1973 など)。このような考えのもとに、南太平洋の深海底ボーリングコアの分析にあたって考えられ、実証された解析方法で、今では現成の陸上の各種環境下の堆積物にも広く応用され、成果をあげている(Margolis & Krinsley, 1974; Margolis & Kennett, 1971など)。

この方法を、地形・地質学的手法による氷河堆積物の区分をより客観的なものにするために、応用した(清水, 1975)。

これまでに確認された表面組織と環境の関係は図3のように要約されている。

a) 認定方法: 氷河起源の主要な特徴(示標)は次の8つである。①大きな破断ブロック

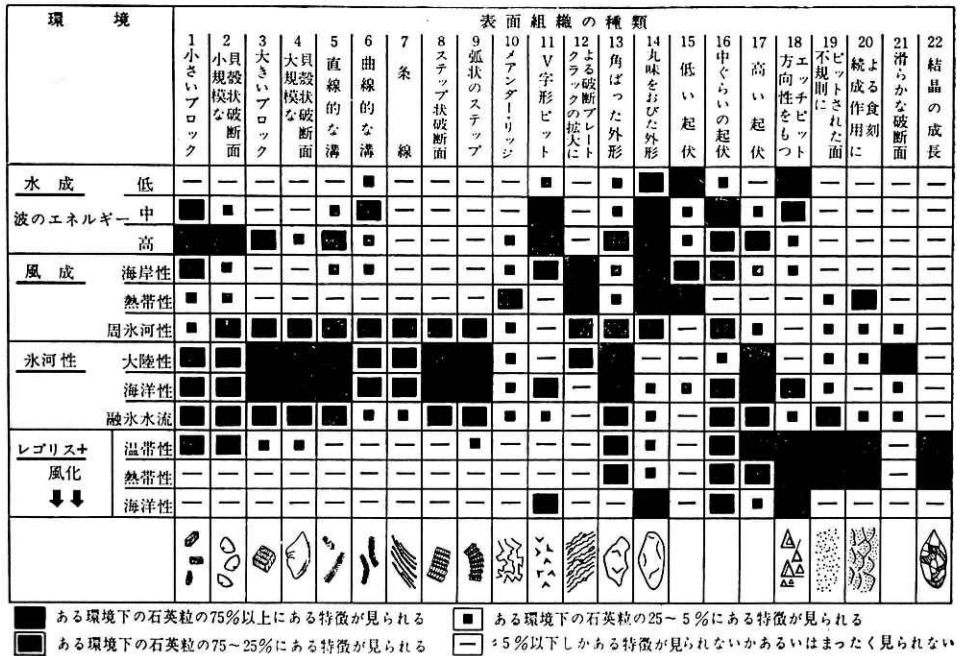


図3 環境と石英砂粒表面組織の関係

Fig. 3 Relation between environmental occurrence and surface textures of quartz sand grains.

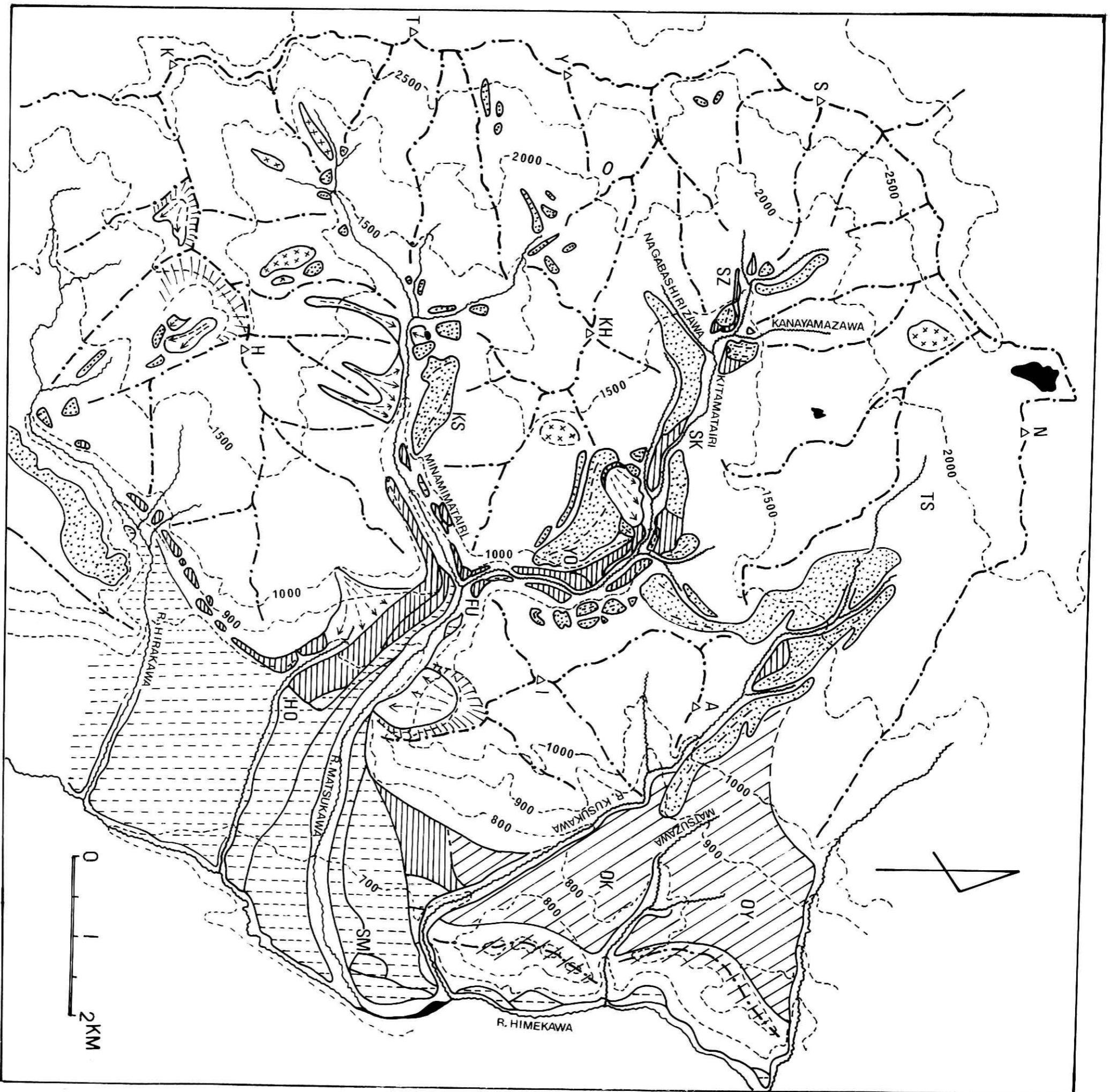
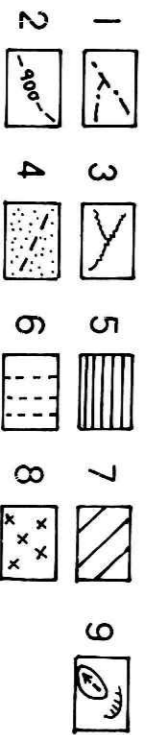


図 4 松川流域の氷河堆積物分布図  
Fig. 4 Distribution map of glacial deposits of Matsukawa drainage basin.

- 1: 稜線 2: 等高線 3: 河川 4: 氷河堆石 5: テラトウキツシム堆積物 (融氷流堆積物)  
 6: 河川堆積物 (扇状地堆積物, 段丘堆積物など) 7: 火山泥流堆積物  
 8: 周氷河堆積物 (錐堆積物, ナグリのテアリを含む) 9: 崩壊堆積物  
 N: 白馬乗鞍岳 S: 白馬岳 Y: 白馬鍾ヶ岳 T: 天狗ノ頭 K: 唐松岳 H: 八方山  
 KH: 小日向山 A: 阿弥陀山 I: 岩岳 SZ: 白馬尻 SK: 猿倉 YO: 葎原  
 FU: 二股 HO: 細野 (八方) SD: 上袖倉沢 OK: 落倉 OY: 親ノ原 TS: 樽池

0 1 2 KM

( $>1\mu$ ), ②大規模な貝殻状破断面 ( $>1\mu$ ), ③直線的な溝, ④ステップ状の破断面, ⑤弧状のステップ, ⑥角ばった外形, ⑦非常に高い起伏 ( $>1\mu$ ), ⑧滑らかな破断面 (Krinsley & Donahue, 1968; Margolis & Kennett, 1971など).

これらの特徴が一粒の石英砂粒に四つ以上, 表面積の25%以上に認められる場合に, その石英砂粒を氷河起源とし, 試料(約100g)から採取した石英砂粒15~25粒中60%以上に含まれている場合, その試料を採取した堆積物を氷河堆積物と判断する (Krinsley & Doornkamp, 1973; Margolis & Kennett, 1971など).

b) 観察の結果と考察: 松川谷の主要露頭約20カ所から採取した試料を調べた. その結果, 地形・地質学的に底堆石のロッジメント・ティルと判断した堆積物中の石英砂粒には典型的な氷河起源の特徴が認められたが, アブレーション・ティルやアウトウォッシュ堆積物中の石英砂粒には少数のものにしか認められなかった.

この方法は地形・地質学的にもかなり特徴的なロッジメント・ティルに関しては確実に他の堆積物から区別するのに有効であることが明らかになった.

以上のような調査方法に基づいて行った結果は図4に示したとおりである.

## 5. 氷河堆積物の分布状態

①南股入に比べて北股入に氷河堆積物の分布が顕著である. これは堆積盆となった基盤の形によるものと考えられる. すなわち, 南股入は上流から下流まで谷幅にあまり変化がなく, 直線的に下流へ延びているのに対して, 北股入では上流側に盆地状の広い谷があって下流側に基盤岩の狭さく部が存在する. このことが層厚の堆積物が貯溜され保存されやすい条件を提供したものである. 前者の場合, 後氷期の侵蝕作用ですっかり削り去られてしまったらしい.

②北股入では白井沢右岸, 赤倉沢出合, 岩岳南西麓とその対岸の葭原に堆石堤が認められた. このうち, 葭原から岩岳にかけて分布するものが最も規模が大きく, その末端の高度は1000m強にまで達し, 松川谷における最低位堆石堤である. この堆石堤は時代を異にする二つの堆石堤の複合であり, 古い葭原の堆石堤を刻む谷中に新しい岩岳の堆石堤が分布し, その一部がより下流へ延びている. 赤倉沢出合の堆石堤はさらに岩岳の堆石堤を侵蝕した谷中に堆積している. 白井沢右岸の堆石堤は小規模なもので, 氷河の後退時の小停滞期を示す後退堆石堤と考えられる. 金山沢出合の堆石堤は上記の氷河堆積物を切る谷中に堆積している. これらの堆石堤にはいずれも下流側にアウトウォッシュ(バリー・トレイン)が段丘として接続し, 特に, 岩岳の堆石堤へ続く段丘は最も発達が良く, 細野(八方)部落背後の河床からの比高40mを有する段丘を経て, さらに北城盆地へと続き, 松川左岸の切久保部落をのせる段丘へと追跡できる.

南股入では湯ノ入沢出合, 上袖倉沢出口付近に堆石堤が認められたが, 堆積物の発達が悪

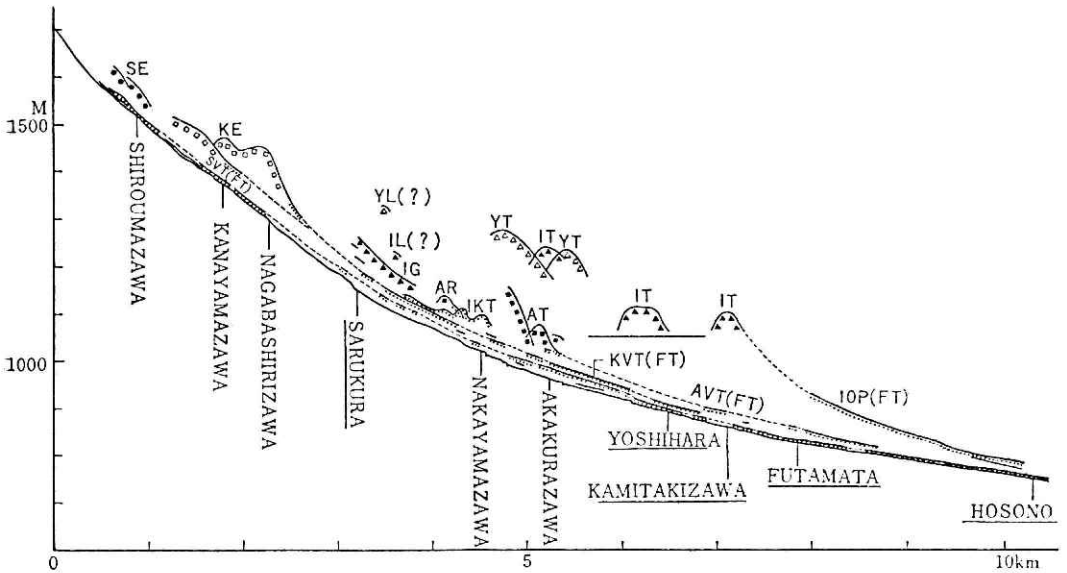


図5 松川北股入の水河堆積地形縦断投影図

Fig. 5 Longitudinal profile of glacial landform of Matsukawa Kitamata-iri

YT: 葭原期端堆石堤

YL: 葭原期側堆石

IT: 岩岳期端堆石

IL: 岩岳期側堆石

IG: 岩岳期底堆石

IKT: 岩岳期ケーム段丘

IOP (FT): 岩岳期アウトウォッシュ プレーン (fill top)

AT: 赤倉沢期端堆石堤

AR: 赤倉沢期後退堆石堤

AVT (FT): 赤倉沢期ヴァリー・トレーン (fill top)

KT: 金山沢期端堆石堤

KVT (FT): 金山沢期ヴァリー・トレーン (fill top)

ST: 白馬沢期端堆石堤

SVT (FT): 白馬沢期ヴァリー・トレーン (fill top)

く、北股入ほど詳しいことはわからない。

このほかにはカール内に、新しい時代の小規模な堆石堤がいくつか認められる。

## 6. 地形発達史的意義

平地の地形研究から得られた第四紀編年と氷河地形の形成時代を結びつけようとする試みは、これまでもいくつかあったが、氷河堆積物と平地の堆積物が直接つながっていないことや山頂部の氷河地形と平地の地形面の対比手段がみつからないことのほかに、山地内自体でも第四紀の氷河の消長を伴う、気候変化と地形発達史の関係、氷期の編年などについて、平地ほど詳しくわかっていないために、まだ不明瞭のままである。

筆者は白馬岳東面松川流域の地形・堆積物を調査し、次のような成果を得た(図5)。

①松川流域には葭原、岩岳、赤倉沢、金山沢と古くから注目され、指摘されていた白馬沢出合白馬尻を入れて計五つの端堆石堤が存在し、それぞれの堆石堤下流側にアウトウォッシュが段丘として発達している。

②これらのうち、岩岳端堆石堤はその末端が高度1100m弱に達する松川谷における最低位堆石堤であり、これに続くアウトウォッシュ・プレーンは北城盆地に展開し、現在段丘化して、細野部落西側の面、切久保部落のある面として残っている。

③岩岳期の段丘、堆石堤は、広域テフラの一つ大町テフラの上部テフラ層上半部\*をのせている。

④前述の堆石堤の順に現河床からの比高が低くなり、かつ、稜線からの距離も短くなる。これらのことから、各堆石堤形成期の間に、氷河後退すなわち下刻期が存在し、各堆石堤はそれぞれ氷河の進出期を示す端堆石堤であることが明らかである。

⑤赤倉沢端堆石堤から採取した木片から  $25,150 \pm 210 \text{ Y. B. P. (Gak-4780)}$  を得、これからの氷河進出期の年代は約 25,000 年前であることが明らかになった。

⑥ほかの進出期に関しては、直接のデータはないが、間接的な  $^{14}\text{C}$  年代のデータとテフラによる平地の地形面との対比から考えると、各氷河進出期とその年代は次のように考えられる。

葎原期：3万年より古いことは確実であるが不詳。岩岳期：3万年あるいはそれ以前、赤倉沢期：2万5千年前。金山沢期：2万年前後。白馬沢期：1万数千年前と考えられるが不詳。

## 7. むすび

姫川の支流松川は後立山連峰北部白馬岳東面に位置する。後立山連峰北部は日本でも有数の降雪量、残雪量の多い地域であるとともに、更新世後期には、かなりの規模の氷河が発達した地域でもある。氷河の形成した堆積物は、現在、松川流域の斜面、谷中に堆石堤、堆積段丘として残されている。近い過去に、それらの一部がかなりの規模で崩壊した跡が何箇所かに認められる。崩壊しないで残っている堆積物の量は崩壊した量よりはるかに多く、何らかの誘因（地震や豪雨など）によって崩壊し、土石流を生じる潜在的な危険性を秘めている。

松川流域のような条件を持つ河川は、日本の高山—山体の少くとも一部が森林限界（周氷河限界とほぼ一致する）を越えている山（小噓，1974）—地域に源を発する河川のうちのかなりの数を占めていると考えられる。このような地域での災害を未然に防ぐためには、あらかじめ堆積物の分布と量を正確に知っておくことが必要であり、その方法確立へのささやかな試みをこの小論で述べた。しかし、ここでは堆積物の量を正確におさえる手段については検討されていないし、堆積物認定手段として初めて応用した走査電子顕微鏡による石英砂粒表面組織の視察にもとづく解析方法も、有力な手段であることはまちがいないが、まだ細かい点で検討の予知がある。いずれも今後の課題である。

\* 噴出源は立山火山と考えられている。

参 考 文 献

- 1) 第四紀地殻変動研究グループ (1969, 1973): 第四紀地殻変動図, 同説明図, 国立防災科学技術センター.
- 2) Flint, R. F. (1971): *Glacial and Quaternary Geology*. J. Wiley, New York, p. 892.
- 3) 深井三郎 (1960): 飛驒山脈とその山麓地域の地形発達. 地理評, 33, 247~268.
- 4) 平林照夫 (1971): 北安曇誌, 第1巻自然, 地形地質編25~247.
- 5) 今村学郎 (1940): 日本アルプスと氷期の氷河, 岩波書店. p. 162.
- 6) 五百沢智也 (1970a): 北アルプス雪溪台帳, 気候変化の水収支に及ぼす影響, 研究業績報告, 2, 120~145.
- 8) ——— (1970b): 後立山連峰北部の氷河地形. 山と博物館, 15, 10, 2~4.
- 9) 小疇尚, 清水文健 (1972): 白馬岳松川谷の氷河性堆積物と地形, 地理予, 2, 48~49.
- 10) ——— (1974): 高山とその地形—日本の例を中心に—, 地理, 17, 8, 57~63.
- 11) ——— 杉原重夫, 清水文健, 宇都宮陽二郎, 岩田修二, 岡沢修一 (1974): 白馬岳の地形学的研究, 駿台史学, 35, 1~86.
- 12) Kobayashi Kunio (1958): Quaternary glaciation of the Japan Alps. *J. Fac. Lib. Arts and Sci., Shinshu Univ.*, 8, 2, 13~67.
- 13) Krinsley, D. and Donahue, J. (1968): Environmental interpretation of sand grain surface textures by electron microscopy. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 79, 743~748.
- 14) ———, and Doornkamp, J. (1973): Atlas of quartz surface textures. Cambridge earth science series, Cambridge Univ. Press, p. 91.
- 15) Machida, Hiroshi (1966): Rapid erosional development of mountain slopes and valleys caused by landslides in Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metr. Univ.*, 1, 55~78.
- 16) Margolis, S. and Kennett, J. P. (1971): Antarctic glaciation during Tertiary recorded in sub-Antarctic deep sea cores. *Am. J. Sci.*, 271, 1~36.
- 17) ——— and Krinsley, D. (1974): Processes of formation and environmental occurrence of microfeatures on detrital quartz grains. *Am. J. Sci.*, 274, 449~464.
- 18) 岡山俊雄 (1935): 本邦氷河問題の回顧と現状, 山岳, 30, 195~216.
- 19) (1968): W. ウェストン「日本・氷河遺跡論」と明治十年代前半の氷河不存論その他, 山岳, 63, 1~31.
- 20) 清水文健 (1975): 白馬岳松川谷における氷河堆積物中の石英砂粒表面組織, 「日本の氷期の諸問題」(式正英, 編), 古今書院, 72~87.
- 21) 寺戸恒夫 (1975): 四国東部における大規模崩壊—山地崩壊の地形学的研究その1—, 阿南工専研究報告, 11, 91~100.
- 22) 山崎直方 (1902): 氷河果して本邦に存在せざりしか. 地質雑, 9, 361~369, 390~398.  
(1977年12月15日原稿受理)