

2. 日本北アルプスの構造土（環状砂礫）とその成因

氷河周辺気候における局部地形として、環状砂礫の構造土があげられる。しかもこれはガキ田の成因と深い関係を持っている。日本北アルプスで、調査研究した二つの型について次にあげることにする。

図13 日本北アルプスの概略図

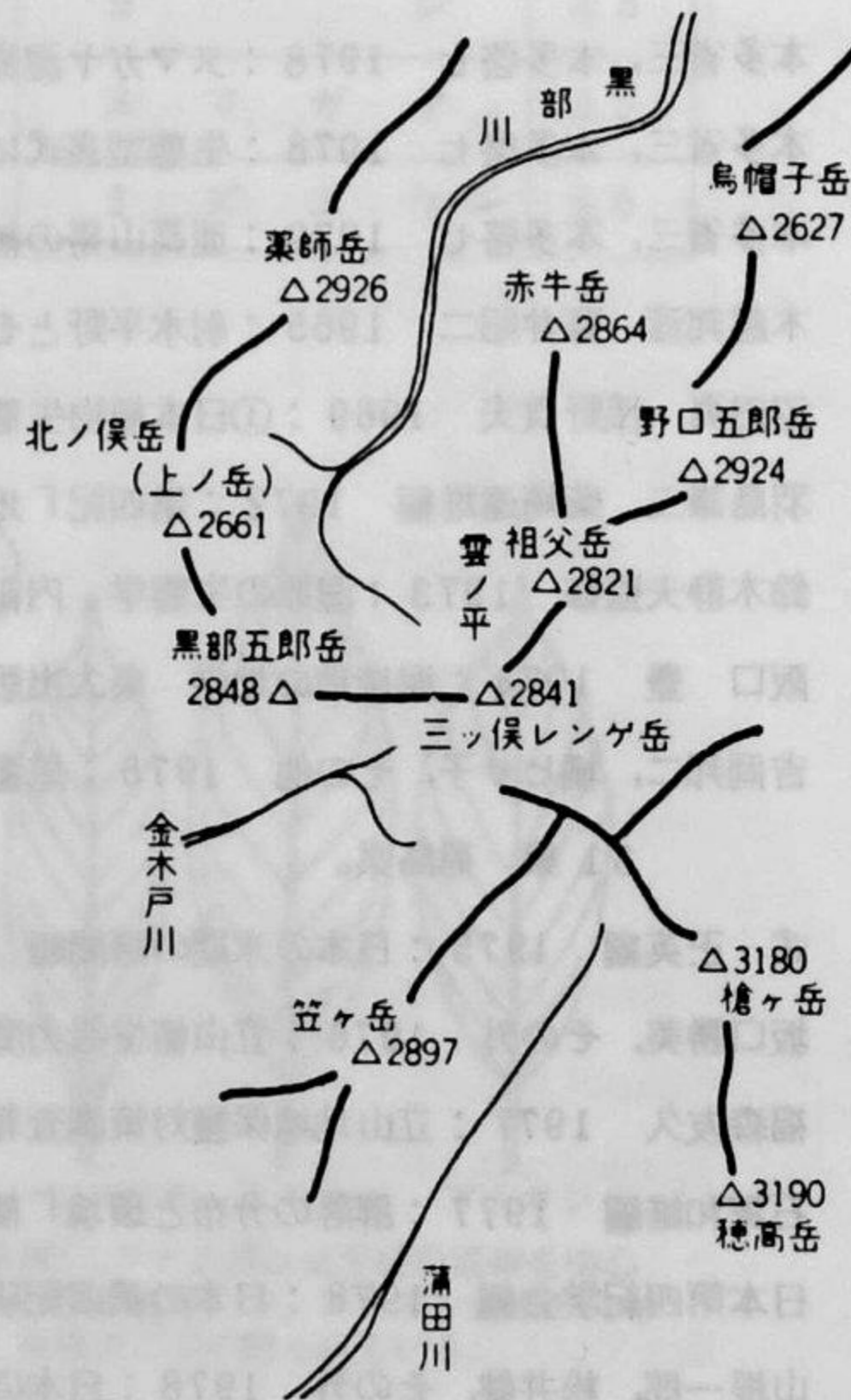
1) 日本北アルプス北俣岳 (2661 m)

(1) 環境

山稜地帯で、周辺に生える植物はクロマメノキ、コケモモ、ウラシマツツジ、コメバツガザクラ、シモフリゴケ、ムシゴケ、マキバエイランタイなどの極地ツンドラ型植物群である。なお、付近のハイマツ矮性灌木叢原にはツンドラサンゴゴケ (*Sphaerophorus turtaceus* ASAHINA) という本州では稀な地衣類が生えていた。

(2) 形態構造

北ノ俣岳の山頂平坦地は、剣状、斧状のやや扁平な礫が散乱する荒原である。環状砂礫の直径は20~40cmで、その周縁には長軸8~15cm、短軸3~7cm大の巨礫が亀甲状に配列し、その中に直径1~3cmの剥離状の細礫が満たされている。この環状砂礫を掘削するに、中心部には、高さ10cm大の徳利状の粘土核があり、その底辺部には1cmの扁平な細礫が立っている。この粘土核の周囲には剥離状の細礫がつまり、この細礫は下層部より上層部に向かって細礫粒が大きくなっている。なお下層部は全面的に細礫まじりの粘土層が発達し、しかも水分が多く、攪拌すると容易に泥状となる。



2) 日本北アルプス雲ノ平の祖父岳 (2971 m) の構造土

(1) 環境

黒部川源流にある雲ノ平の頂点に当る祖父岳の山頂部にあって、周辺には、タカネスミレ、ミヤマタネツケバナ、イワツメクサ、ミヤマダイコンソウ、イワスゲ、シモフリゴケなどの高山荒原植物群が点在している。

(2) 形態構造

祖父岳の山頂は、西側に約2度の緩傾斜をなす平坦地である。地表にはにぎりこぶし状の厚味をもったやや扁平な礫が敷きつめている荒原である。環状砂礫は直径約30~50cmで、その周縁には長軸10~25cm、短軸5~10cm大の巨礫が亀甲状に配列し、その中に塊状の直径1~3cm大の細礫が満たされ、またやや大きい礫も点在している。この環状砂礫を掘削するに、表面と同形の塊状礫がつまっている。この厚さは15cmで、底部は緻密な細礫質粘土層によって固められている。

3) 環状砂礫の成因

まず、この2個所に環状砂礫が発達する原因として、その立地条件と、それのおよぼす土壌の関係を考察したいと思う。

○ 山稜に環状砂礫が成立するための立地条件と土壌関係

① 植被の乏しい荒原であること。

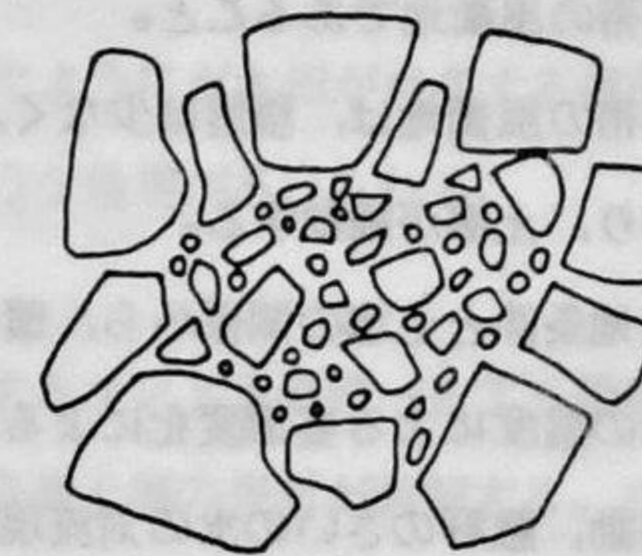
裸地は、直被により地表が保護されず、土壌は不安定下にある。

② 風化し易い岩質であること。

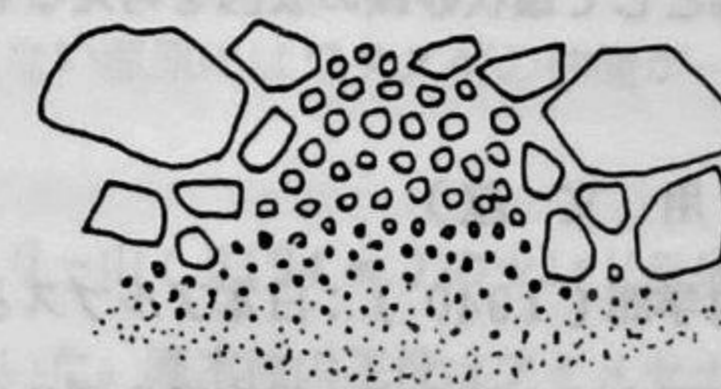
風化して出来た粘土質は下層部に沈積して含水層を形成する。

図11 北ノ俣岳の環状砂礫の形態構造

平面図



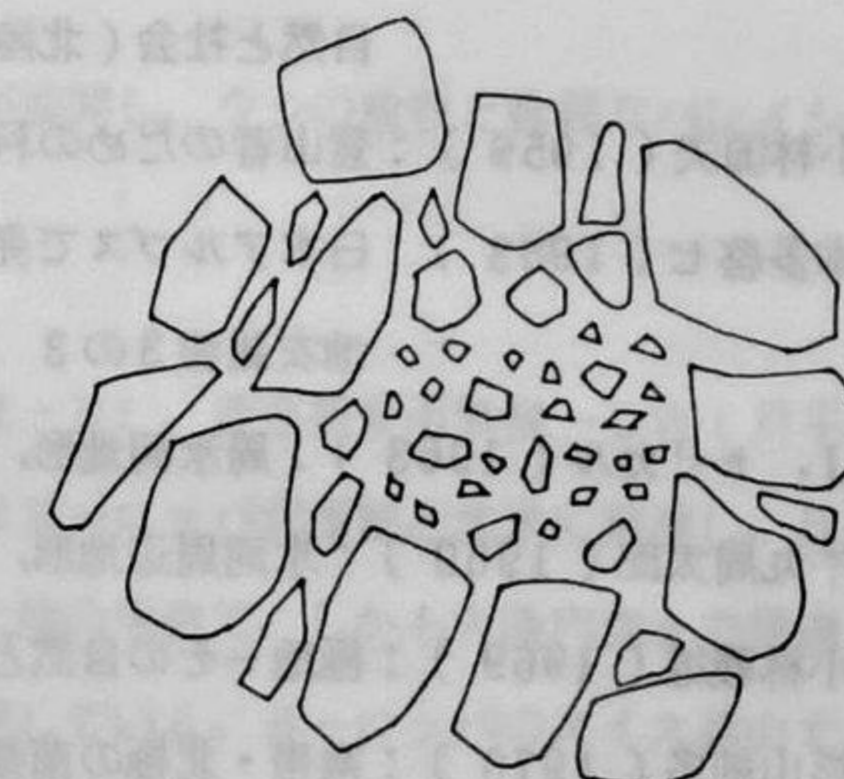
断面図



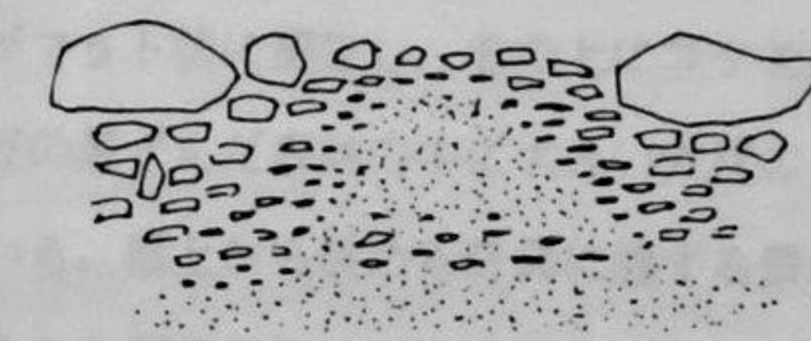
0 10 20 30 40 50 cm

図12 祖父岳の環状砂礫の形態構造

平面図



断面図



0 10 20 30 40 50 cm

③ 平坦地であること。

排水不良のため、含水層は厚くなる。

④ 高山帯の風衝地であること。

高山帯の風衝地は、積雪は少なく、日較差がはげしい。そのため、水の凍結と融解の現象が頻繁となり、土壌が躍動する。

以上の立地条件と土壌の関係から、環状砂礫の成立を推察するに、岩礫を亀甲状に淘汰する力学的作用は、水の温度による姿態変化によることは明確である。即ち、水が結霜、結氷したさいの膨脹による礫の移動、融解のさいの水の対流現象、沈積作用などが考えられる。北ノ俣岳の徳利状粘土核の存在は、下層部に含水性の粘土層が豊富なことが原因している。

なお、極北のツンドラ表面にできる幾何学模様のポリゴンや極北の湖水や湖盆にできるピンゴを縮小した状態として環状砂礫の成因を考えるものである。

(引用文献)

1. 今村学郎(1940):日本アルプスと氷期の氷河(岩波書店)
2. 小林国夫(1956):日本アルプスの自然, P 161~173(築地書館)
3. 室月欣二(1958):原野の生態系, P 272~276, 生物と環境(共立出版)
4. 小林国夫(1958):御嶽一の池の構造土, P 97~110, 御嶽の研究(木曾教育会)
5. 本多啓七(1959):黒部川源流の山稜にて新しく発見した構造土と二重山稜について P 1, 自然と社会(北陸) 23号。
6. 小林国夫(1959):登山者のための科学, P 731~741, 科学の実験 1959 年の 9月号。
7. 本多啓七(1963):日本アルプスで発見したツンドラサンゴゴケとウツクシミズゴケ, 蘚苔地衣雑報 3の3
8. J. トリカル(1963):周氷河地形, P 81~135(創造社)
9. 牛丸周太郎(1969):氷河周辺地形, P 32~33, 乗鞍岳地区学術調査(日本自然保護協会)
0. 小林義雄(1969):極地-その自然と植物, P 138~144(誠文堂新光社)
1. 杉山純多(1970):寒帯・北極の菌類, P 2-6, 遺伝 24の8。

II. 国外におけるガキ田の分布と生態

1. 世界のガキ田景観

世界の各地を旅しながら、大地にときすました鏡を並べたようにガキ田が点在する個所を眺めてきた個所、あるいは文献などによるなどによって、次のような地帯があげられる。

1) アラスカ、シベリアのツンドラ地帯

極北の海岸に臨む大地は一年中低温でケッペンの表示するツンドラ気候-E T(最暖月平均気温 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$)で、わずか2~3カ月の夏の間だけ、永久凍土層の表面が融解する。この融水が地表に停滞するため大地は夏だけ一面に湿地状となり、凹地には滞水してガキ田ができていく広漠たる荒原である。

(1) アラスカの北の果てパローの海岸には真夏にかかわらず、流氷が漂い、凍上防止の高床式建物、舗装なしで、土塵むき出しの車道、樹木の生えない湿原にはワタスゲの仲間が一面に生えガキ田が点在する凍土地帯であった。

(2) フェアバンクスからアラスカ第一の主峰マッキンリー山(6194 m)のツンドラ地帯へ、ここは草原と灌木林のあやなす雄大な景観が展開していた。灌木林の主役はアミメヤナギ、ホッキョクヤナギ、ヒメカンパなどが低くびいている。なお湿地帯にはガキ田が点在し、泥炭層が黒くむき出している。

(3) アンカレッジからポーツージ氷河への途中にもツンドラ地帯が展開し、ガキ田が点在していた景観は印象的である。

(4) シベリアのバイカル湖周辺にもツンドラ地帯が展開し、ウシの放牧と貧弱なバレイシヨの栽培畑と小池の点在が印象的である。

2) アラスカ、シベリアのタイガ地帯

北半球のタイガ地帯はケッペンの亜寒帯多雨気候-Df, 亜寒帯夏雨気候-DW(月平均気温 10°C 以上が4か月以下の範囲)で前者の気候帯はヨーロッパ北西部と北米に発達し、比較的年間を通じて降水がある。後者の気候はユーラシア大陸の東側で、しかも大陸内部まで発達している。この亜寒帯には黒くは茂った針葉樹林が発達している。ヨーロッパのスイス高山で見たシベリアモミ、アラスカのフェアバンクス周辺のトウヒの仲間のブラック・スプルーースあるいは東シベリアのダフリアカラマツ、シベリアアカマツなどから成るタイガは見事であった。これらの林内は階層の発達が悪く林床はコケ類、ハナゴケ類がマット状に密生し、その上にコケモモ、リンネソウが生えている単調な森林である。このタイガの黒ずんだ森林の中に大きい穴状の茶褐色を帯びた草原が展開し、その中にガキ田も点在している。機上から眺める奇異に感ずる景観であるが、この光景をタイガ地帯で、いたるところで見ることができた。

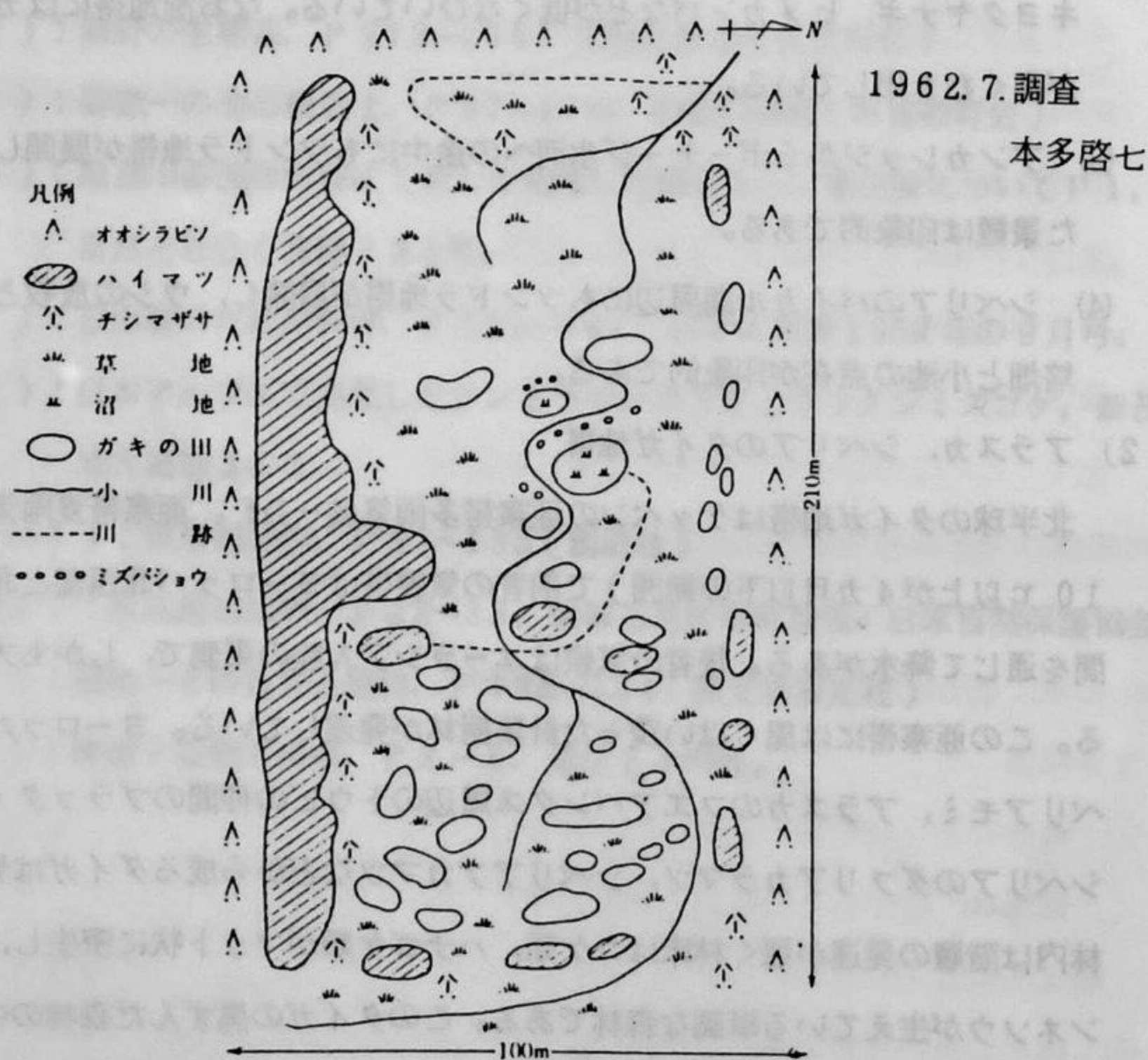
1) シベリアのタイガ地帯のアラス湿原

シベリアのバイカル湖周辺の北緯55度あたりのタイガ地帯の中に時々広大な湿原が点在し、この湿原には大小のガキ田が分布している。これは山火事や人為的な森林伐採により、森林が除かれると地下の永久凍土が融解を開始し、1年間に4mも地盤沈下を起し、サーモカルスト凹地ができる。これをシベリア東部ヤクーツク地方でアラスと呼んでいる。

このタイガ地帯に皿状の湿原ができるのは、夏は35℃に近い気温によって、クッションの役をなす森林がなく、直接、暖気が裸地に触れ、地面近い、夏場だけ融解する。活動層は2m近くも融解することである。

黒部川上流の黒岩谷の谷頭にある高天原の高層湿原は、オオシラビン、シラビンの密林の中にポッカーリと開いた湿原で、多数の池塘も点在している。さらに、以前に水を湛えていたガキ田を連結していた数珠状水路もあって、日本列島における小アラス湿原ではなからうか。標高2120mの森林湿原がオオシラビン林の中にこつ然と開け、ミズバショウの生えるガキ田が点在する仙境である。謎の多い不思議な存在である。

高天原植生概略図



(2) 北米のロッキー山脈の東側に発達するタイガ地帯においても、これに類する湿原をいたるところで見ることができた。

3) 大河川源流の湿原地帯

世界の大河川の源流は高山地帯で、大体ステップ気候BS地帯にあたり、泥炭湿原地域である。

- (1) 南米のアマゾン川の源流は、標高5000m級のアンデス山中にあって、下流域の熱帯多雨林の景観とは全然違って、熱帯サバンナ気候Aw下にある。支流ジュルエーナ川の源流にはパンタナールと呼ばれる広大な湿原が展開し、凹地にガキ田が分布する。
 - (2) 北米最大のミシシッピ川は温帯多雨気候Cf下を流れるが、源流地帯はロッキー山脈のステップ気候BS下にあつて、プレーリーの本場で、広大な大草原地帯が展開している。この土壌は腐植とカルシウムに富むチェルノゼムで、肥沃なコムギ地帯となっている。ガキ田が点在する。
 - (3) 中国の古代文明の発祥地となった黄河は広漠たる黄土大地を流れるが、源流は標高5442mのヤホラタホツオ山に発し、途中大小のガキ田が点在する星宿海の大湿原で、泥炭土からしみ出る水を集めている。上流域はステップ気候BSで、中流は砂漠気候BW下にある。
 - (4) アフリカ大陸の北東部にあるナイル川は赤道付近から北緯31度まで北流するが、源流地帯には、高原湖沼地帯があつて、雨季の雨量を貯蔵する役を果している。上流域はステップ気候BS、下流域は砂漠気候BW下にあり、砂漠地帯に湛水域を拡げているアスファンのハイダムは見事なものであつた。
 - (5) ヨーロッパの母なる大河、ボルガ川の上流域は泥炭層の発達する湿原で、各種の地衣類や蘚苔類が一面に生え、重要な放牧地帯となっている。夏でも地下には永久凍土があり、地表には大小さまざまなガキ田が広く点在している。
 - (6) シベリアの中央を流れるエニセイ川は、東西で森林帯を著しく異にしている。東側はカラマツ林、西側はエゾマツ、トウヒ林である。河口の北緯70度あたりは平坦なツンドラ地帯が、大小さまざまなガキ田が点在している。この地域は年月を通して気温が低く、夏でも1日の平均気温は15℃を越えることはない。年間降水量はわずかに200~300mm程度だが、気温が低いいため、蒸発量が少なく、低く平坦な地形と地下の凍土に妨げられて、排水が悪いため、大気も地面も多湿である。このような低温多湿な環境下には湿原が発達し、ガキ田が点在している。
- 4) 砂漠のオアシス地帯の湿原
- 世界の中緯度地帯に分布する砂漠地帯は降水量よりも蒸発量が多いため、極度に乾燥しケッペンの砂漠気候BWとなっているが、中央アジアの砂漠地帯を機上より眺めたさい、湖沼の点在することに驚かされた。また、黄河の源流地帯の敦煌の月牙泉の沼沢地を見るにつけ、如何に砂漠の荒原地帯でも地下水が凹地に湧き出て緑を招いていることを見るにつけ、立山の荒原下にある血の池の湿原とここに発達するガキ田群を対比する必要がある。

2. 世界におけるガキ田分布とその特徴

世界のガキ田分布は、上記の如く、ツンドラ地帯、タイガ地帯、大河川の源流地帯、ステップ地帯、高山地帯、オアシス地帯に集約している。この地帯では、地表に泥炭層が発達している湿原である。この泥炭層の存在は、寒冷な気候下にあることを物語っている。この寒冷気候については、Troll (1944) が凍結作用の条件を世界的に調査して、周水河気候を提唱したが、この地域を相観的に分類してそこに分布するガキ田の特徴を次にあげることにする。

○世界におけるガキ田分布とその特徴

1) ツンドラ型湿原ガキ田

カナダ、アラスカのデルタ地帯に発達する湿原ガキ田は、われわれの想像以上に大規模のもので、多角形の格子模様状に規則正しく配列するガキ田群、大規模の環状構造土配列によるガキ田群、中には巨大な凍土丘のピンゴをもつ等多様な景観を示している。立山の弥陀ヶ原に点在する小丘も、寒冷期のピンゴ式遺物として調査する必要がなかろうか。

この地帯は、夏季に表土が融解するが、年降水量は少ない気候下にある。

2) タイガ型湿原ガキ田

亜極的な緯度帯に発達するタイガ地帯にはツンドラ地帯と同じく永久凍土よりなるが、気温の年較差は極めて大である。この森林が、人為的に伐採されたり、山火事で消失すると永久凍土が融解しはじめ、皿状に陥没して、大規模な草原となり、凹地には融解水が溜ってガキ田となり、その周囲に湿原ができる。このアラスの中にも小丘状のピンゴが点在する。

3) ステップ型湿原ガキ田

夏は高温で乾燥し、冬は低温となる地帯には短茎草原が発達する。中央アジアのステップは遊牧民族の活躍舞台となっている。この草原の凹地には融雪水の溜ったガキ田が点在する。

4) 高山型湿原ガキ田

大河川の源流地帯は大体において、中緯度高山地帯にあって、年周期、日周期の気温較差が大きい。この高山湿原には凍結、融解の土壌活動によってできたガキ田群がある。

5) オアシス型湿原ガキ田

広大な砂漠地帯の凹地には水の湧き出る大きいガキ田があって、その周囲は湿原となっている。中国の敦煌に近い月牙泉の景観は特に印象深いものがある。

以上のように世界的な視野に立って、ガキ田を眺めるとき、日本のガキ田は、高山型湿原ガキ田に位置づく。凍土地帯で、しかも泥炭土地帯があることは世界的に共通している、水と表土、植物の組み合わせによって地球の地表が守られ、生物が生きている生態系は見事である。

3. 世界におけるガキ田の生態

1) ガキ田の発生的成因による分類

ガキ田が発生するには水が必要である。次の2つの型態があげられる。

① 乾地型ガキ田

豊富な水をもった湖沼が周辺より水辺植物、湿原植物によって縮小されて陸化していく過程の中にあって、湖沼の一部が昔のまま残って、ガキ田をなす場合で、このようなガキ田では水深は深く浮島も出来る特徴がある。

② 湿地型ガキ田

今まで地表が岩礫で露出していた地帯が植生がだんだん遷移して、地衣、蘚苔類から湿潤型植物へと変化していく中に凹地に水が停滞してガキ田を形成する。

2) ガキ田水の様態による分類

① 停滞水型ガキ田

周辺の泥炭層からしみ出た水が穴に溜ることによってガキ田ができる。

② 湧水型ガキ田

地下水が窪地に湧き出て、ガキ田を形成する。

③ 流水型ガキ田

緩傾斜の窪地に溜った水が溢れて、次ぎ次ぎと下部のガキ田へ溢流するガキ田がある。

3) ガキ田植生と遷移

ガキ田植生の主体はミズゴケ類の生育によってできる、高層湿原である。この中に点在する植物はヒメシャクナゲ、ツルコケモモ、イソツツジ、ヤチヤナギ、クロマメノキ、ツマトリソウ、モウセンゴケ、ワタスゲ類など世界共通種であることが特徴である。

また、湿地型ガキ田植生の遷移については、次の過程が推定される。

- イ. 発生期 ①発生動機-構造土の発生、斜面流土の発生による凹地の滞水
②不透水層の形成による湿地植物の侵入
- ロ. 成長期 ①ミズゴケ堆積層の形成による湛水化の拡大
②隣接するガキ田の連結による拡大化
- ハ. 老衰期 ①泥土堆積による池中植物の変遷、ミヤマホタルイ→エゾホソイ→ダケスゲ
②泥土堆積の増加による減水と好湿性植物の侵入-ウマスギゴケ、イワイチヨウ
- ニ. 死滅期 ①湿原植物の侵入-ショウジョウスゲ、ヌマガヤ
②クロマメノキ、ハツコウダゴウなどの木本類の侵入

おわりに

世界各地の湿原とガキ田に関心をもって眺め、時間のある場合は調査を行なって来た。しかし一般旅行であるため、寸暇をさいての調査であって、専門的な長時間にわたる調査研究ではないことを常に残念に思っている。

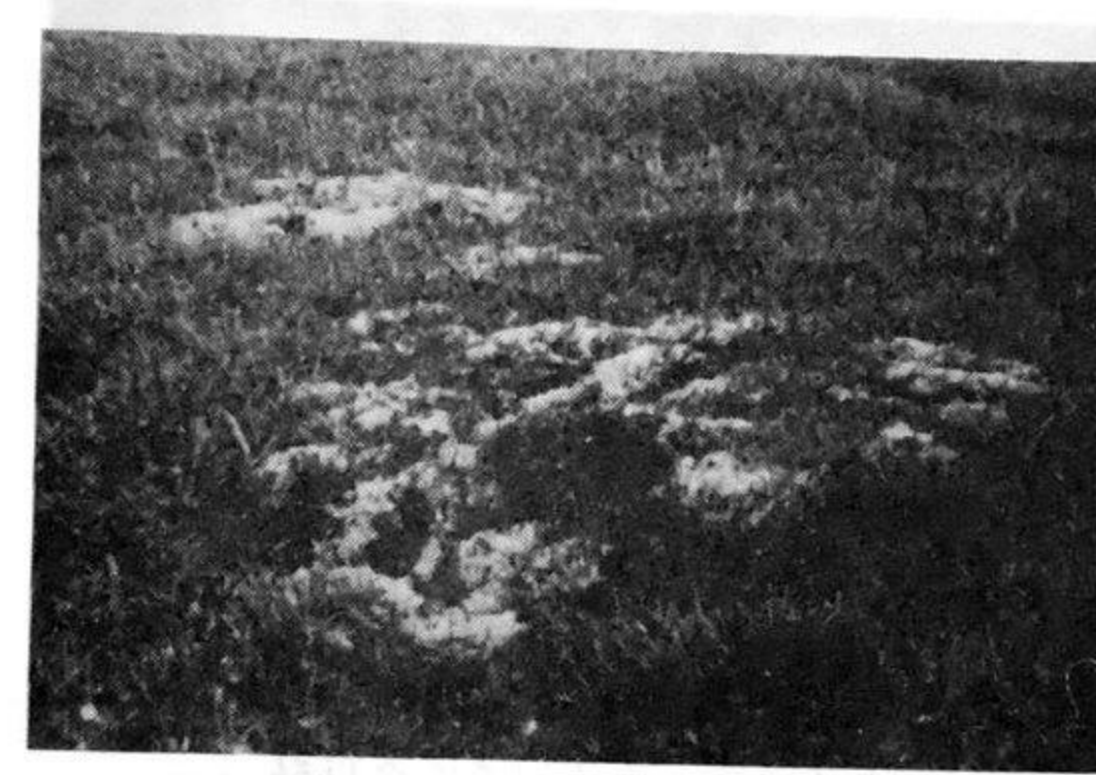
最近まで湿原は破壊されないで、温存されてきたので、自然の生態系を調査する上で好適の場所であり、そこに点在するガキ田は小さい湖沼として、手頃の研究室である。しかも、この科学的内容は未開拓であって、内部の動的な生態は現在も不明である。ここに不備な研究資料を掲載して、読者各位の関心を高めんとするものである。

この湿原ガキ田のまとめにあたり筑波大学の小野有五先生、ならびに富山大学の川田邦夫先生より適切な指導と激励を賜ったことを感謝申し上げるものである。

参考文献については上記の他、最近入手して、大変に参考になった文献のみ下記にあげることにした。

参考文献

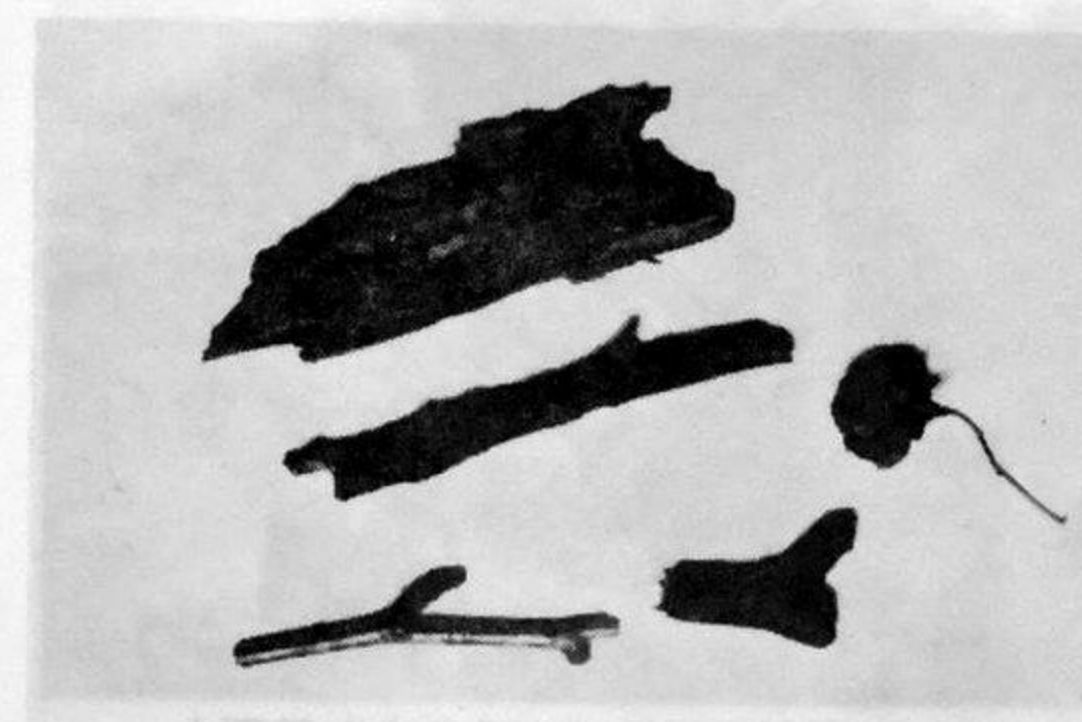
1. 木下誠一(1980): 永久凍土(古今書院)
2. 町田貞, 井口正男, 貝塚 々平, 佐藤正, 根勇, 小野有五(1981): 地形学辞典(二宮書店)
3. H・M・フレンチー小野有五訳(1984): 周水河環境(古今書院)
4. 任美 一阿部治平, 駒井正一訳(1986): 中国の自然地理(東京大学出版会)



東笠山の高層湿原



白木峰湿原の泥炭土と下部層



高峰山A' 湿原の土中から出た植物遺体



祖父岳の環状砂礫

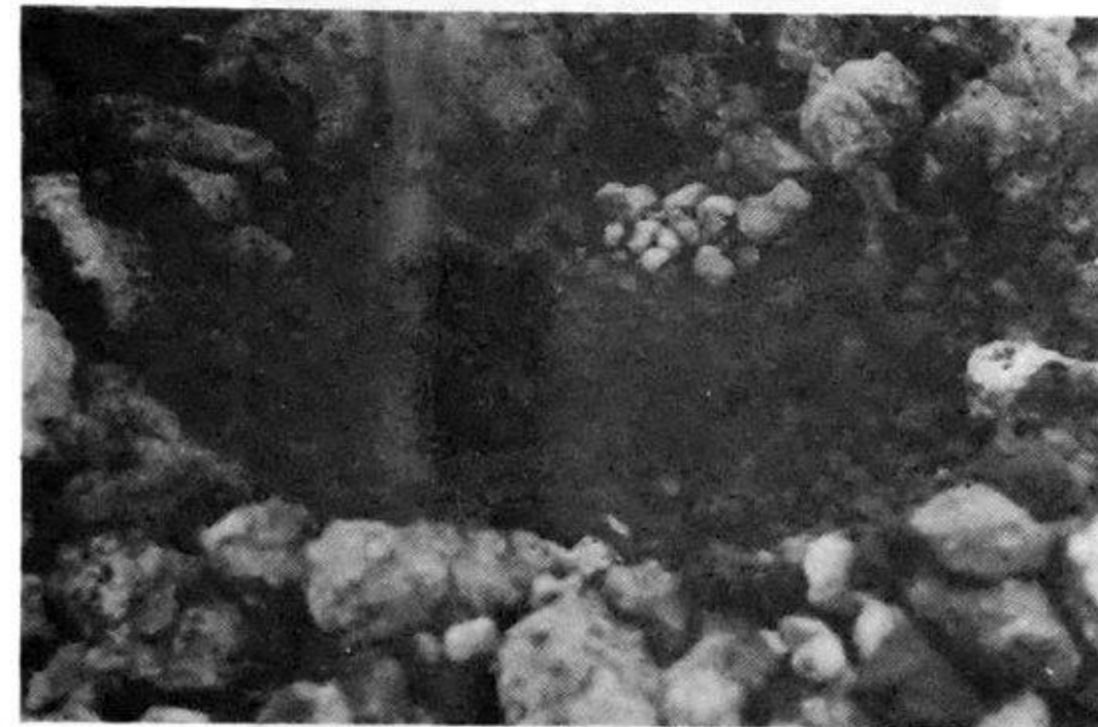
(1)環状砂礫の全景



高峰山A' 湿原のミズゴケ層



(2)細礫のつまった内部を示す



(3)底部の緻密な粘土層を示す



カナダのフェアバンクス付近の森林ツンドラの中のガキ田



(4)底部は全面的に細礫質粘土層なるを示す



中国の西域オアシスに入りこむ地下水道(カナート)の出口の水辺植物



立山の弥陀ヶ原湿原に発達するエゾホソイの生えるガキ田



インドの半砂漠地帯に発達する地下水の汲み上げ風景-デイリー-郊外

寒 帯 地 帯



アラスカのデルタ 湿原と大規模のガキ田



アラスカのマッキンリー山麓のツンドラとガキ田



アラスカのバロー付近のツンドラ-ピングとガキ田



カナダの水河跡の湿原に生えるウメバチソウ、リンドウ、スギナ類



エジプトのナイル川流域に見られる湖沼



エジプトのナイル川に漂う、ホテイアオイ