



土地・土壤の改良と利用をめぐる

——基盤整備を中心に——

出席者(ABC順)

赤沢 伝＝専修大学北海道短期大学教授

北川 芳男＝北海道開拓記念館学芸部長

近堂 祐弘＝帯広畜産大学畜産学部教授

松山 竜男＝農林水産省北海道農業試験場農業
物理部長

長沢 徹明＝北海道大学農学部助手

大垣 昭一＝北海道立中央農業試験場化学部長

音羽 道三＝農林水産省北海道農業試験場農芸
化学部土壤肥料第一研究室長

斉藤万之助＝北海道開発局土木試験所土壤保全
研究室長

佐久間敏雄＝北海道大学農学部助教授

梅田 安治＝北海道大学農学部助教授



①北海道の地形・地質————— 30

②土地資源の農業的利用の経過と現状—— 34

③水田化と土地・土壤の改良————— 37

1 土地改良における北海道と本州の違い

2 用水の水温問題と圃場整備

3 排水の重要性

4 北海道水田にひそむ大きなメリット

5 水田土壤にみられる北海道の特徴

6 転換畑—泥炭土水田と重粘土水田を中心に—

④畑・草地化と土地・土壤の改良————— 44

1 火山灰地の改良

2 排水をめぐる

3 土壤の凍結・融解と土壤侵食

4 重粘土の改良

5 ササのルートマットと表土

6 改良山成工と酸性硫酸塩土壤

7 蔬菜園芸と人工土壤

8 北海道における畑地灌漑

9 泥炭地の草地造成

①北海道の地形・地質

—第四紀地史と土壤を中心に—

編集 本日は、北海道の土地・土壤を農業的に利用し、改良していく場合の問題を、基盤整備という側面を中心に、過去の経緯や現在の課題など、いろいろとお話しいただきたいと思います。ただ最初に本題のイントロダクションとして、北川先生から北海道の地質や地形について、赤沢先生からは土地資源の農業的利用の経過と現状などを簡単にお話しいただき、そのあと、主として水田と畑・草地の問題について、先生方に自由にお話しいただければと思います。では、北川先生からお願いいたします。

北海道の地質構造区分と地質構造のあらまし

北川 北海道の地形・地質といっても、これは、ひとくちではとても紹介できませんので、本日は、最初に、北海道の地質構造のあらましをごく簡単にお話しし、次に、第四紀の地史と関連する北海道の土壤にふれてみたいと思います。1980年に道立地下資源調査所が、60万分の1の北海道の地質図をまとめています。図1・1は、この図をもとに第四系と新第三系を中心に描いた地質概略図です。また図1・2は、同地質図に付されている北海道の地質構造区分図です。この2つの図をみると、北海道の地質構造の概要がわかるかと思います。図でみるように、北海道は、地質構造上3つの地質区、西部、中央部、東部という3つの地質区に分けられます。古くから津軽海峡を通るブラキストン線が動物分布——とくに鳥類の分布の上で、本州と、北海道・サハリンの境界線として知られ、また植物分布の上からは、札幌と苫小牧を結ぶ石狩低地帯が1つの境界線とみられています。こうした動植物分布の境界には地史的条件が反映されているわけで、石狩低地帯というのは、地体構造からいっても大変重要な位置を占めています。これを境に、北海道の地質構造は、西側の西南北海道を中心とした西部と、東側の主部に大きく分けられ、東側の主部は、さらに中央部と東部とに分けられます。もちろん、それぞれの境界部というのは、つねに両側の要素が重複することになります。

西部北海道には、渡島半島と樺戸山地が含まれます。渡島半島部は、松前や函館地域に分布する古生界や中生界を基盤とし、それらに進入する花崗岩類やこれらを不整合に覆って発達する

新第三紀および第四紀の火山岩類や堆積岩類からなっております。先第三紀の古期岩類は、東北地方の北部北上山地に連続するもので、石炭紀から白亜紀にわたるものです。新第三系は東北内帯（日本海側）に連らたるグリーンタフ変動に関連する緑色凝灰岩、プロピライト、安山岩を主とし、硬質頁岩やハイアロクラスタイト（水中火砕岩類）などの堆積岩からなっており、古くから西南北海道グリーンタフ地域として注目されていたところです。

ただ、問題は樺戸山地です。この山地の東側は夾炭層を含む古第三紀の地層からなっており、多くの点で石狩炭田地域の要素をもっておりますが、西側では、緑色凝灰岩やプロピライトこそ認められませんが、中新世後期の硬質頁岩や火山岩類などが分布し、鮮新世から更新世にかけての火山活動も認められ、西南北海道の要素をもっているのです。このように樺戸山地は西南北海道と中央部との境界に位置しておるのですが、現在では、留萌から樺戸山地の東縁を通り苫小牧に至る線を境に、中央部と西部に構造区分されております。

中央部北海道は、西側はいまお話しした境界線で、東側は北見の常呂と十勝川河口付近を結ぶ線で境された地域で、北海道の背骨に当たるところです。この地域には、日高造山運動の母体となった二畳紀から白亜紀初期にわたる地向斜堆積物（日高累層群）が広く分布しております。しかし、この地域を特徴づけるものは、造山運動に直接関与した火成活動や深成作用あるいは変成作用によって形成された、塩基性～酸性の火成岩類、変成岩類などが、南北の帯状配列を示し、特徴的な構造帯をつくっていることです。それらは、西側から神居古潭帯、日高帯、常呂帯と区分されております。

神居古潭帯は、塩基性火山噴出物や蛇紋岩、結晶片岩類で特徴づけられ、日高帯は造山運動の中核となった日高変成帯、これは、かんらん岩、斑れい岩、花こう岩などの深成岩類やホルンフェルス、片麻岩、ミグマタイト、角閃岩などの変成岩からなるものですが、それを中心として東西両翼には、それぞれ、日高累層群や輝緑岩類などが分布しております。

常呂帯は、神居古潭帯と同じように、地向斜期の塩基性火山噴出物である輝緑凝灰岩層を主としますが、蛇紋岩や変成岩類はみられません。中央北海道のいま一つの特徴は、いまお話しし

図1-1-北海道の地質概略図

<北海道立地下資源調査所；北海道地質図（60万分の1），1980にもとづき簡略化>

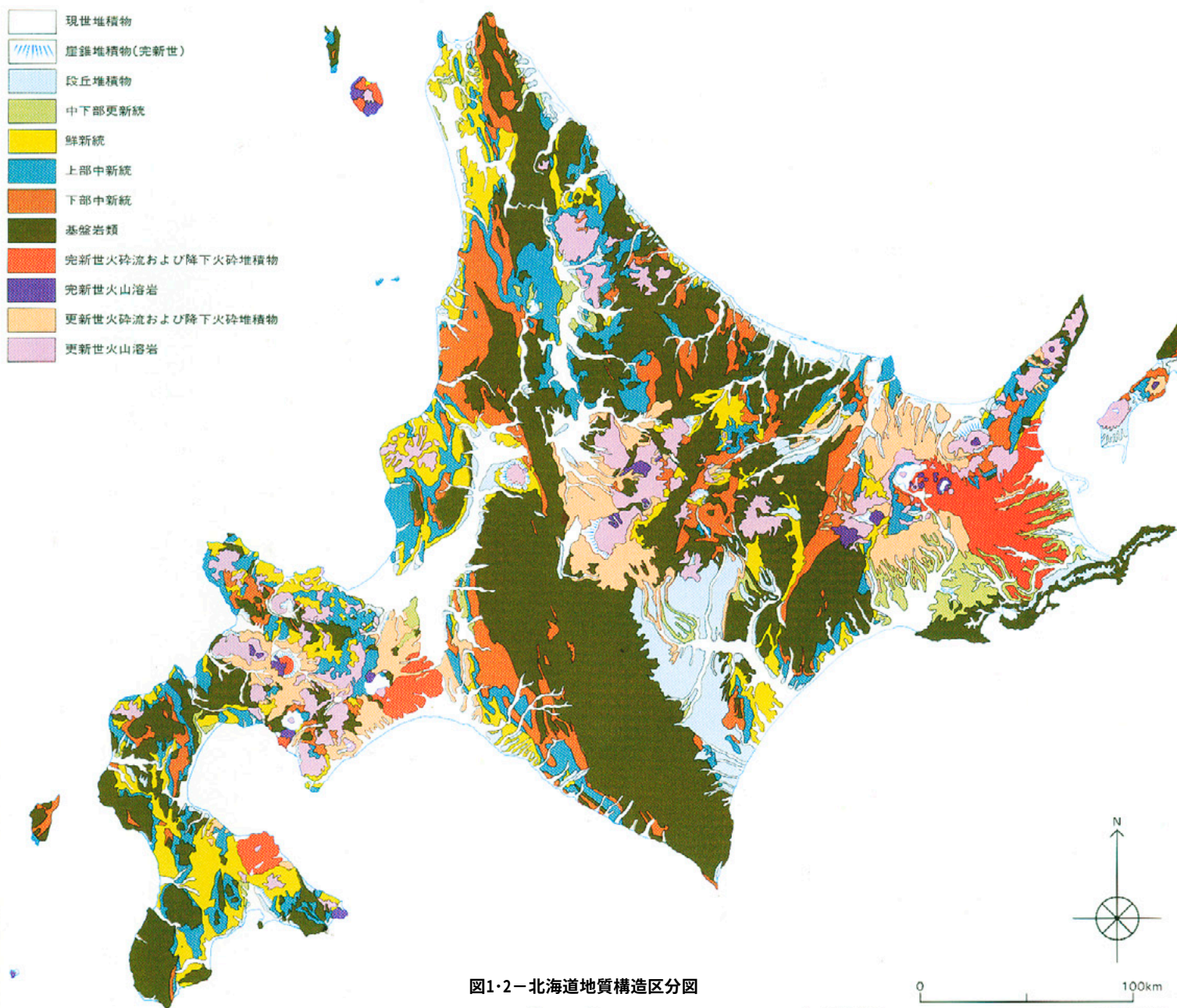
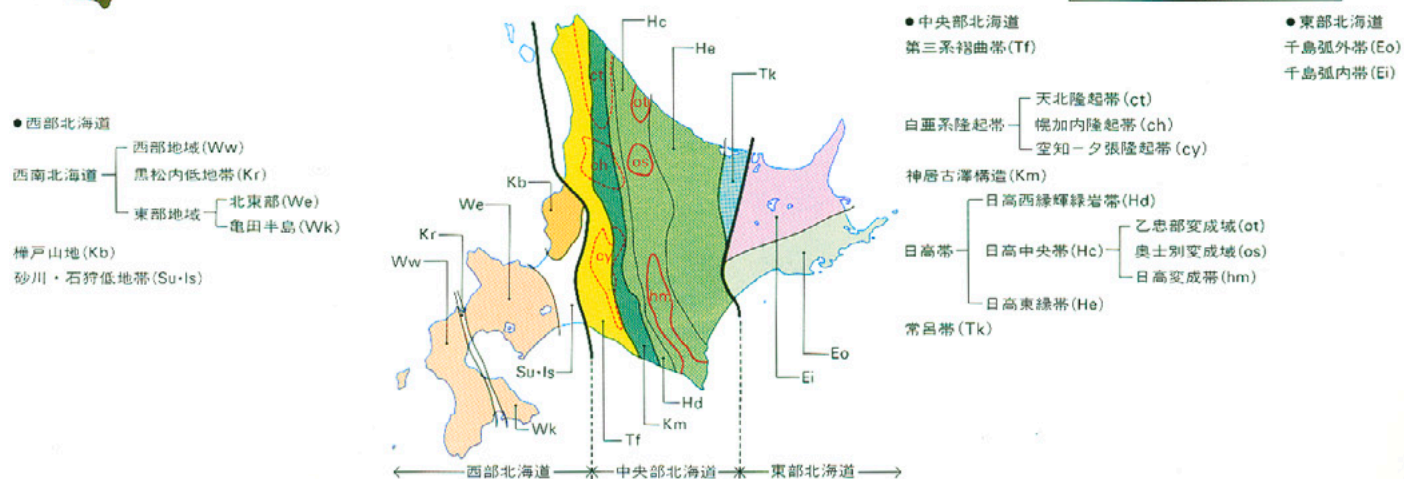


図1-2-北海道地質構造区分図



た造山帯の西側に、日高帯の隆起によって東からの極大な横圧をうけ、複雑な地質構造を示している白亜系、古第三系、新第三系の非火山性の堆積層が分布していることです。そしてこれらは、地質構造上ではサハリンとつながります。なお、日高造山帯の中軸帯の北方延長は、サハリンの主軸のなかにみとめられますが、その南方延長は、本州の東北地方にはこれに対応する構造帯がみとめられず、太平洋中に没するものとみなされているようです。

東部北海道は千島弧に属し、外帯と内帯に分けられます。外帯は歯舞諸島から根室半島、釧路を通り浦幌に至る太平洋沿岸域で、主として白亜系、古第三系からなっております。内帯は根釧原野の標津付近より北西側の地域で、グリーンタフを含む中新世から現世にかけての火山活動の舞台となったところで、その一部は中央部北海道の東北域（オホーツク海側）とオーバーラップしております。

第四紀の地史と北海道の特徴的な土壌

第三紀までの地質構造的な特徴をきわめて大ざっぱにいうと、以上ようになりますが、第四紀になると、古気候変化にともなう海面変動や、風化・侵食作用あるいは新しい火山活動などにより北海道全域が整形されてきます。この第四紀の地史的過程やその堆積物、風化生成物というのが、土壌の生成に深く関与しているわけですが、ここでは、重粘土の生成に焦点をあ

ててこの辺の問題を考えてみたいと思います。
《重粘土の生成》

北海道北部の台地や丘陵には、湿ると農具に張りついてしまい、乾くとカチカチに固まってしまつてツルハシでも掘れないような、まさに「重粘」という言葉がぴったりの農業上まことに厄介な土が広く分布しています。重粘土の典型的なものは疑似グライ土ですが、北海道で重粘土といわれてきたものは、第2次案による富岡さんの新しい土壌図(注1)では、疑似グライ土のほか、グライ台地土、それに暗赤色土や酸性褐色森林土の一部を含みます。また北海道では、はん濫原堆積物を母材とする低地の土壌は普通土壌としていましたので、それが重粘性をおびるものであっても重粘土の仲間には入れていなかった。そういう事情があります。

重粘土の主流を占める疑似グライ土は、主として台地上に分布しているのですが、これは、母材がち密で水はけの悪いところ、そして湿潤期には水が土層内に停滞し、5～7月の乾燥期は水は蒸発して乾く、そういう場所にできます。こうした状況が年ごとにくり返されるので、土層内では酸化と還元のかり返しにより斑紋のモザイク模様ができる。こういう土壌断面をもつものが疑似グライ土です。同じ台地上でも凹所において年中水が停滞しているところでは、グライ台地土ができます。これは還元状態のままですから青い粘土の土です。また同じ台地には、

気候帯や植物帯に対応してできる成帯性土壌もできます。成帯性土壌は、北海道では図1・3のようにポドゾル性土地帯と褐色森林土地帯に分かれますが、疑似グライ土は両地帯のいずれにもあらわれます。

それでも、こういったさまざまな土壌が、じっさいにはどのような姿で分布しているかを同じ1つの台地のなかでみてみます。図1・4の模式断面図は、オホーツク海沿岸の中位段丘で調べたものですが、比高3m水平距離100mというせまい場所に、上述した各土壌が連続してあらわれます。ここでは、下層に難透水性層(A)があるために、高所からの伏流水は地形のわづかな起伏に応じて停滞したり貯留したりして、土層中の水分環境に変化を生じさせていますが、まさにこの変化に対応して各種の土壌があらわれます。

難透水性層が深い位置にあって排水のよい高所では、気候条件に敏感に反応して(支配されて)成帯性土壌である酸性褐色森林土ができます。これに対して気候条件には鈍感で水分環境の影響の強いところでは、成帯内性土壌である疑似グライ土や台地グライ土ができます。ですから台地の平坦面でも、比較的浅い所に砂礫層があって排水のよいところでは、とくに高所でなくとも成帯性土壌である酸性褐色森林土がじっさいにできているのです。これに対し疑似グライ土は、さきの図でみたように、ごく浅所まで

図1-3-土壌地帯区分および気候区分



表1-1-各土壌型の生成学的特徴

土壌型	水分環境	下層土の構造	主要生成作用
ポドゾル性土	貫通洗滌型	塊状～亜角塊状	ポドゾル化
酸性褐色森林土	周期的洗滌型	塊状～亜角塊状	シアリット化
疑似グライ土	周期的停滞水型	角柱状	腐植集積化、斑紋形成
停滞水グライ土	停滞水型	かべ状	腐植集積化、グライ化
泥炭土			泥炭集積化、グライ化

図1-4-ハイドロカテナにおける水分環境の模式断面図

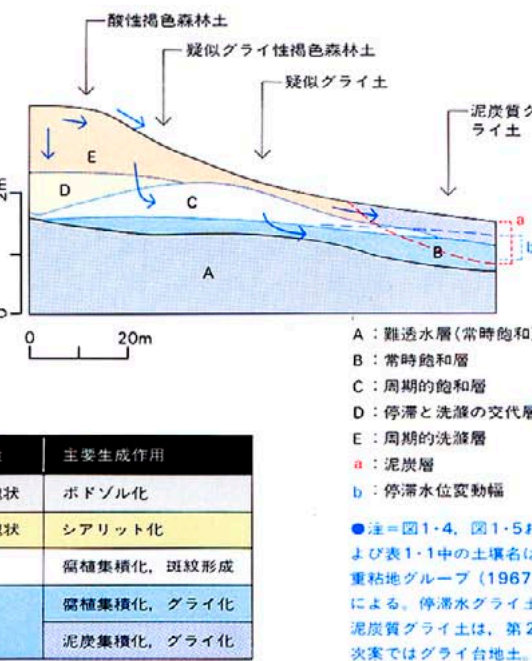
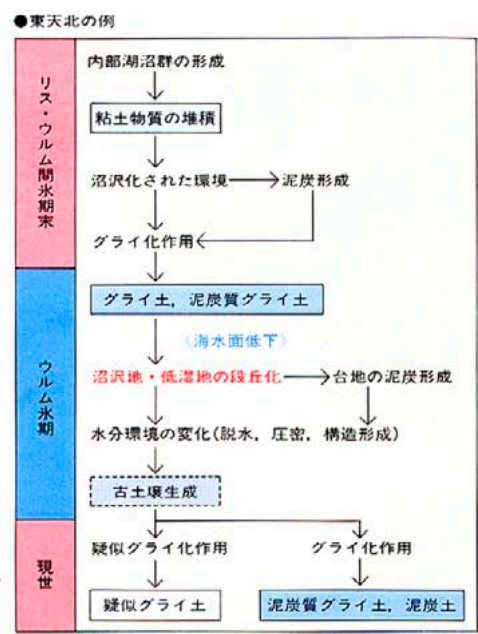


図1-5-段丘堆積物(粘土)を母材とした類似グライ土の生成過程



注1＝24p～25p掲載の「北海道土壌図」参照（編）
注2＝凍土中に地表から垂直に下方へとがった楔状の水がつまっている割れ目。
注3＝寒冷な周水河気候下に発達する表土構造や地表

面付近の現象。特に地形的な意味が重視され、その地形を周水河地形または水河周辺地形と呼ぶ。
注4＝凍結と融解のくり返しにより土層が曲がったり、巻きこんだり、ちぎれたりする現象。

密な土層で占められ、周期的に水を停滞させているところになります。

これらの関係をまとめたのが表1・1です。各土壌の地表上の分布は、一見すると、何の規則性もないようにみえますが、生成的にみればきわめて整然としております。では、このような下層に難透水層をもつ疑似グライ土は、どのようにして生成したのか。これが本日の私の話のメインになるはずなのですが、正直のところ、実はこれがよく判らないのです(笑)。

図1・5は、疑似グライ土の性状（形態や物理性など）と古地理的環境変化とを関連づけて、この土壌の生成過程を考えてみたものです。リス・ウルム間氷期末に内湾や湖沼に堆積した粘土物質は、ウルム氷期初期の海面低下によって段丘化し、この過程で水分環境が変化して土層の脱水収縮やその後の充填圧密が生じます。これは、ウルム氷期の寒冷な気候下ですすむので、この作用には凍結による水分奪取や粘土の不活性化が加わります。このために圧密は一層促進されて難透水性層が形成されるとともに構造分化が進み、この過程で古土壌が生成される。

このあたりのことをもう少し詳しく述べてみますと、ヨーロッパの場合には、疑似グライ土の難透水性の下層土は、そのほとんどが化石土壌（古土壌）で、モザイク模様の斑紋をもつg層はウルム氷期に発達したツンドラ土壌の化石であるとする研究老もおります。北海道の場合には、疑似グライ土の難透水層の多くは、写真1・1に示すように、ち密な柱状と板状の複合構造を示すのですが、この縦の亀裂つまり柱状構造には2つの成因があります。1つは、干拓地の土壌のように、干陸後の脱水により収縮亀裂―柱状構造がもたらされるもので、これが段丘化にともなって生じることが容易に想像できます。もう1つは、過去の氷楔（注2）による亀裂で、ヨーロッパでは、ち密な柱状構造の生成にはこの両方の場合があるとされております。北海道でも、周水河現象（注3）を研究しておられる小崎先生が、重粘土のなかに氷楔の疑いのある楔状構造を観察しているのです。それに、北海道の山麓緩斜面や台地面には、凍結じょう乱作用（注4）の痕跡が広く認められております。こうしたことから北海道でも、柱状構造は収縮亀裂と凍結という2つの作用がはたらいているものと思えます。

一方、さきの写真でみたような板状構造という

のは、これが凍結によってできるものであることは、現在土壌凍結のおきている十勝地方の火山灰土壌の例をみるまでもなくよく知られていることです。ところがこの土壌断面写真は紋別市のもので、この地方では現在土壌凍結がほとんどおきておりません。ですからこの板状は、過去の寒冷期の産物と考えられます。さらに他の場所の例では、黄褐色～灰褐色のち密な塊状構造を示す化石土壌の上位に、この塊状構造をこわすかたちで疑似グライ土が生成しているケースが観察されています。以上のようなことから、難透水層をもつ疑似グライ土の発達には、過去の段丘化に伴う脱水収縮と寒冷な気候下での凍結の影響とを考えざるをえないのです。

そして地形分化が進み、ち密な土層で周期的停滞水型の水分環境が生じると、褐色土～疑似グライ土などの古土壌形成過程に、より温暖湿潤な完新世の土壌生成過程が重複して、疑似グライ土ができた。温暖湿潤といっても、この土壌は、年降水量500mm以上、年平均気温12℃以下、相対湿度60%以上、季節的な乾湿の交代のある気候条件のもとでできるので、わが国では、北海道と東北地方がこれに相当し、現在の土壌としては、この地域にのみ疑似グライ土が分布しているわけです。いずれにしても、寒冷気候下でのこの土壌の難透水性の下層土の形成や、構造発達と凍結の関係は、さらにくわしく調べなければならぬ問題だと思います。

以上は、台地上の粘土堆積物を母材とした典型的な重粘土、疑似グライ土の生成過程をみたものですが、重粘土の母材としてはこのほかに、①山麓緩斜面や丘陵地緩斜面上のソリフラクションによる匍行性堆積物。

②古赤色風化殻のように過去の風化作用によって粘質になったもの。

③主として宗谷地域の丘陵地にみられるような第三系の頁岩やシルト岩などの風化したもの。

④主として後志、十勝地方に分布するもので、古期火山砕屑物。などがあります。

これらの母材は、いずれも細～中粒質であることが特徴ですが、このうち、第四紀地史との関連の深い①と②について少し触れてみます。

まず①の斜面堆積物ですが、ソリフラクションというのは、凍結と融解のくり返しによって表土が斜面上を移動するもので、これも周水河現象の1つです。その結果、角礫を含む粘土層が緩斜面上に堆積し、これが重粘土の母材になっ

ております。北海道の山麓斜面や丘陵地は、地形的特徴として、ゆるやかな波状地形を示しますが、これは水河周辺地域にみられる独特の地形なのです。

次に②の赤色風化殻ですが、この赤色土は氷期ではなくて、逆に間氷期（温暖期）の所産なのです。だいたい赤色の土というのは、高温多湿な気候環境のもとで激しい風化や洗脱作用をうけて生成されるわけで、寒冷な気候下では赤色の土はできません。ところがオホーツク海沿岸地域には、本来なら褐色の森林土があってよいはずのところこの土が分布している。ただその分布状況をよくみると、高位段丘あるいは丘陵性台地の上に限られており、これは、いわゆる“くされ礫”（更新世の温暖期の所産）が分布する地形と同じところですが、しかも、赤色土と地形との関係は、この地域だけでなく、石狩平野や十勝平野の周辺地域でも全く同じです。こうした事実から、この赤色土は、更新世の温暖期に生成した古土壌であることがわかってきたのですが、では、その時期はいつかとなると、まだ問題が残されております。

石狩平野の野幌丘陵に分布する中期更新世の音江別川層という地層からは多量の貝化石が産出し、それらは、現在、北海道の西南域より北には生息しないイボキサゴ、アカニシ、サルボウなど暖流系のものを多く含んでおります。また、花粉分析の結果からも現在より温暖な植生が推定され、この時期が、北海道の第四紀を通して、もっとも温暖であったと考えられております。こうした温暖な気候条件が、おそらく何万年にもわたって続き、赤色土を生成したものと思われます。以上のように重粘土の生成は、想像以上に第四紀地史との関連が深いのです。

写真1・1―疑似グライ土の下層土の構造

