

平成 20 年度  
(2009 年 3 月)

# 卒業論文

題目 北海道の食土に関する研究

畜産科学科 生態系環境ユニット 環境土壌学研究室

氏名 北野睦子

## 目次

- 第1章 緒論
- 第2章 調査地点と供試試料
  - 2-1 調査地点
  - 2-2 十勝の土壌
    - 2-2-1 本別町オフイビラの土壌
    - 2-2-2 本別町チエトイの土壌
    - 2-2-3 上本別利別川沿いの土壌
    - 2-2-4 陸別町ユクエピラチャシ跡の土壌
    - 2-2-5 足寄町ワシップの土壌
  - 2-3 オホーツク海側の土壌
    - 2-3-1 常呂町常呂川イトウ沢の土壌
    - 2-3-2 呼人の土壌
- 第3章 分析方法
  - 3-1 土壌の一般理化学性
    - 3-1-1 pH
    - 3-1-2 EC
    - 3-1-3 リン酸吸収係数
    - 3-1-4 交換性陽イオンと CEC
    - 3-1-5 粒型組成
    - 3-1-6 蛍光 X 線
    - 3-1-7 X 線回折分析
    - 3-1-8 灼熱損量
    - 3-1-9 水分含量
  - 3-2 顕微鏡観察

## 第4章 土壤試料の結果および考察

### 4-1 土壤の一般理化学性

4-1-1 pH

4-1-2 EC

4-1-3 リン酸吸収係数

4-1-4 交換性陽イオンと CEC

4-1-5 粒型組成

4-1-6 蛍光 X 線

4-1-7 X 線回折分析

4-1-8 灼熱損量

### 4-2 顕微鏡観察

### 4-3 各土壤の特徴

## 第5章 要約

謝辞

引用文献

付表

## 第1章 緒論(目的・食土の伝承の残る場所・食土の特徴)

### 土壌を食べる歴史

土壌を食べることを英語では **Geophagia** と言い、人間に限らず無脊椎動物（例えばミミズなど）、爬虫類（カメ）、鳥類、哺乳類、霊長類にわたって幅広く知られた摂食行動である（Wilson, 2003）。また、人間による食土の歴史は世界的にも古く、ローマ時代の内科医から 18 世紀の探検家に及ぶ多くの著者によって報告されており、紀元前から中世にかけてヨーロッパで貧血の患者や妊婦の薬として利用されていたという。さらに、食土の利用と貧血の関係はローマ時代から言われており、有名なローマの医学書 **De Medicina** にも書かれている。そして、16～17 世紀にはフランスでは、萎黄病(小細胞性低色素性貧血)の患者に鉄分を補給する目的で土壌が使われていた。さらに、18～19 世紀には、南アメリカ北部のベネズエラを東流して大西洋に注ぐオリノコ川沿いに住む、原住民 **Otomacs** は細粒質の赤土を多量に食べる習慣があった。それは南アメリカ探査旅行をしていた **Alexander von Humboldt** によって発見された（Wilson, 2003）。さらに、アフリカとアメリカ南部では奴隷が食土を食べ、食土に依存した奴隷たちはますます無気力になり、死に至るほどに衰弱したという。また、現在でもアフリカの都市やアメリカ南部で、妊婦や鉄不足による貧血症の人々が鉄分補給のため、あるいは、貧困・飢饉に苦しむ人々の間で食欲抑制剤や満腹感を与えるために、食土の利用が見られる。しかし、飢饉のない地域でも食土の利用がみられることから、長期間の習慣に対する文化的および環境的な背景が考えられる(Woywodt and Kiss, 2002)。加えて、近年、飢饉に苦しむハイチ共和国でも、飢えを凌ぐために食土を天日干して乾燥させ、クッキーのように固めたものが流通しているという。このように、現在でも南アメリカや世界の多くの地域において、食土の習慣は広く普及している。

実際に、アメリカでは食土が販売されている(California Earth Minerals Co. Ltd.)。その主成分はカルシウムモンモリロナイトである。カルシウムモンモリロナイトの効果として、殺菌(抗菌性・抗毒性)、無機養分の供給調整、長い保存期間などが期待できるため、化粧品や医療業務、殺菌剤、ミネラル成分の栄養補助食品など幅広い分野で利用されている。加えて、このカルシウムモンモリロナイトは安全食品認定を受けており、アメリカの農務省はそれを有機食品のグループに加えることを許可した。

### 食土とアイヌ民族

日本でも、かつてアイヌ民族が土壌を食べていたという記録や伝承がある。

十勝本別町に清川ネウシャレモンさんという食土などの様々なアイヌ文化を伝えていたアイヌ民族の女性が住んでおられたが、昭和41年に約95歳で亡くなられた。この方によると、「アイヌ民族が飢饉に遭った際、鹿が土壌を食べるところを見て、アイヌ民族も土壌を食べた。」という。どのように食土を食べたのかについては様々な伝承があるが、その一例を紹介する。食土はアイヌ料理のラタシケプ(別名チカリベ)の仕上げに用いられたと言う。このラタシケプという料理は、主役に用いる材料によって〇〇ラタシケプと呼び名が変わる。例えば、行者ニンニクを用いたプクサラタシケプの作り方は、手あり豆一升を炊きしわが伸びた後、そこに行者ニンニクの茎を切り入れて炊き、魚脂や獣脂と塩で味付けし、乾燥させて粉状にした食土を少量加えて完成である。(萩中 他 1992)

以上のようにアイヌの人々は食土を利用していたが、アイヌ民族は遙か昔に食土の習慣を取り止めてしまった。(本別町民のお話)さらに、同じ土地に住み続けている方もほとんどいないため、食土の実際の所在地や利用方法・その目的などについて不明な点が多い。

しかしながら、本別町民の方が本別の幽仙峡に食土があるとおっしゃっていた。その幽仙峡にある切り立った崖と川底には、約 1 億 5000 万年前（中生代ジュラ紀）に海底火山の活動で噴き出した緑色の凝灰岩・枕状溶岩・海底に堆積したチャート・石灰岩・白亜紀後期の砂岩・頁岩などで出来ている厚い層が露出している。幽仙峡付近にはこのようなジュラ紀の地層を覆い取り巻くような状態で、軟らかい緑色の砂岩や灰色の泥岩の地層（音別層群）が広く分布している。それは約 3000 年前（古第三紀漸新世）に、釧路炭田・石狩炭田・北へはサハリンにまで広がっていた海の堆積物である。（菅野 2000）以上のことから、かつて本別は海の下にあり、そのため珍しい地層が多くみられ、このことが食土と何らかの関連があるかもしれない（本別町民のお話）が、幽仙峡はクマの出没地域であるため、非常に危険だということで、調査することはできなかった。

北海道食土の特性の概要は、次のように伝承されている。その土壌(食土)は粘土質の土壌あるいは珪藻土であり、吸湿性に富み、色は赤色や青色、白色、黄色のように様々だと言われている。その食土は川筋や河口に多く産し、火山灰土壌ではないようだ。（十勝本別町での聞き取り調査）

#### 食土の利用目的

食土の利用目的としては飢饉の際の代用食、迷信による摂取、食事におけるミネラル成分の補給、医療用や食物中の有害成分の解毒などが考えられる。

世界各地で飢饉の時、珪藻土を食べた記録がある。日本でも、加藤清正が慶長二年朝鮮征伐の際、数十倍の明軍に囲まれ蔚山城に立て籠もった際、城中の食料が少なかったため、壁土を煮て食べたという記録がある。さらに、北海道アイヌが凶作の時、土を百合の根と一緒に煮て食べたこともあった（山田 1941）。第二次世界大戦の際、十勝本別町でも飢饉の際の代用食として、土壌

と小麦粉を混ぜてビスケットを作って食べていたという。

ペルーでは母親が子どもをおとなしくさせるため、子供に粘土の塊を与え、インドでは、土を食べると妊娠率が良くなるという。また、コーカサスでは、妊婦の陣痛が長引いた際に土を食べさすという。コーカサスとは、ロシア連邦南部に横たわる大コーカサス山脈とその南を走る小コーカサス山脈の周辺の地域全体のことである。同様に、中央アメリカ北部に位置するグアテマラ共和国では、土を水でドロドロに練ったものを妊婦に食べさせると早く子供が生まれるという。南アフリカの都市の若い女性たちの間でも、食土を利用することで肌の色を明るくするという迷信がある（山田 1941）。

ニューギニアでは、魚類を主食としているため土を止痢剤として使い、エチオピアでは梅毒の治療のために土を食べ、インドネシアでは、脚気の患者に土を食べさせたという。一方、日本では市販されている薬のアドソルビンは酸性白土から作ったもので、水分を吸収する性質をもつ下痢止めである。その他にも、南アメリカのインディオにはジャガイモに食土をクリーム状にしたものを付けて食べる習慣がある。この理由は、ジャガイモに含まれる毒成分を吸着させるためと考えられる。このようなことから、食土の利用は医療用あるいは食物中の有害成分の解毒目的であるとの考えが最も有力とされている。

実際に、カリフォルニアやサルデニアに住む先住民のインディオ達が、ドングリをもっと口に合うようにするために粘土を使うと述べていた。さらに、北アメリカと南アメリカでは、ジャガイモに含まれるソラニンを解毒するために、土壌とジャガイモを一緒に食べる。また、ペルー北部およびボリビアのケチュア族とアイマラ族の住む地域で採取された食用粘土を用いて、ジャガイモに含まれるトマチンとの吸着実験を行ったところ、酸性でイオン強度の低い条件のもとで、食土のトマチン吸着能力は増加した。これより、粘土によるトマチンの解毒は pH1~2 の胃で行われることが明らかとなった（johns, 1986）。

このように、南アメリカのインディオや日本のアイヌ民族が、食土を用いたことの主要な目的としては、ジャガイモやトマトに含まれるアルカロイド(ソラニン・チャコニン・トマチン)や百合に含まれる植物毒の解毒などを目的とした調理補助材料としての利用であったと考えられる。その理由は粘土質土壌が食物の毒素(アルカロイド、タンニン、他の植物の成分、微生物由来の毒素)を吸収するからである。なぜ粘土質土壌かというと、粘土は砂や微砂と異なり、土壌中では腐植と結合して有機・無機コロイドを形成し、コロイドは微細な粒子のため単位重量あたりの表面積が極めて大きい。そのため、コロイドの表面に生じる表面活性により、他の物質の吸着・膨潤・凝集など、砂や微砂ではみられない特性を有する。さらに、ソラニンやトマチンは第2級アミンでありアミノ基を持っており、それに水素イオンが結合し正荷電を帯び、土壌の負電荷に吸着されるというイオン交換能の働きも関係している。

#### アイヌ民族と松浦武四郎氏

松浦武四郎氏(1818~1888)は三重県松阪市小野江町で生まれ、北海道へ6度に及ぶ調査を行い、アイヌ文化に触れ、アイヌ民族を尊重する良き理解者であった。また、松浦氏は北海道の地図作成やその名づけ親としても有名である。加えて、松浦氏は、「樺太日誌」・「北蝦夷余誌」・「石狩日誌」などを続々と出版し、そこには食土に関する記述も残している。その中でも、「久摺日誌」の4月10日の日誌には、弟子屈町付近の温泉のあるところに食土があり、アイヌ民族にその食べ方を教えたところ、その老人の一人が「そう言えば、昔はこういう土を食べたことがあった。」と答えたと書かれている。(弟子屈町屈斜路コタンアイヌ民俗資料館の資料より)その他にも、「武四郎廻浦日記」でチエトイ(私達が食べる土)やトヨイ(トヨイペツ:食土のある所の川)という地名があったと記述されている(山本 2007)。



## 食土とアイヌ語地名

多くの著書に、北海道には食土に関連したアイヌ語地名が多く残っていることが記されている。その例は、チエトイ(私達が食べる土)・チエトイベツ(私達が食べる土のある川)・チエトイナイ(私達が食べる土のある沢)・トイペツ(食土のある川)・トヨイ(トヨイペツ:食土のある所の川)・トイ(食土のある所)・ユクエピラ(鹿が食べる崖)などである。実際に、稚内市南部に位置するトヨベツ(トイペツ:食土のある川)や、十勝本別町に残るチエトイ(私達が食べる土)、十勝広尾町北部にあるトヨニ(トヨオイ:食土のある所)など、アイヌ語で食土に関する多くの地名が残っている。(知里 1973, 鎌田 1995)

このことは、食土がアイヌ民族の食生活にとって非常に重要なものであったことを物語っている。

## 食土が人体に及ぼす影響

土壤に含まれる粘土鉱物は、ミネラル不足を補う能力も持っている。例えば、大きな陽イオン交換容量を持ち、陽イオンで飽和されている粘土は、多量元素と銅や鉄・マンガン・亜鉛のような微量元素を放出・吸着する。他方、粘土は亜鉛や鉄を吸着する性質を持っており、人体にそれらが吸収されることを妨げるため貧血を導き、それは人体にとって有害となってしまうこともある。例えば、カルシウムの豊富な粘土は亜鉛の利用に、鉄の豊富な粘土では銅や亜鉛の利用に悪影響を与える。(Oliver, 1997)

このように、土壤の摂取はいくつかの医学的問題を引き起こす場合がある。実際に、土壤を食べることによって、アメリカ南部に住む人々の間で肝脾腫大症が起こり、トルコのある地域においても、小人症や性腺機能低下症、貧血肝脾腫大症の兆候と亜鉛不足に関連した症候群が起こると報告されている。また、カルシウムに富んだ粘土質土壤が分布する西アジアのある地域では、フィチン

酸塩を多く含む野菜中心の食事を摂るため、亜鉛吸収を抑制されて亜鉛不足を引き起こす。しかし、土壌摂取によりどの程度ミネラルが不均衡になるのかという量的な情報は不明である。(WHO, 1996) さらに、水腫や肝硬変、成長の遅延などの症状を引き起こすと言われている (Oliver, 1997)。

## 本論文の目的

日本ではほとんど食土の研究がされていないこと、食土の所在地においても非常に曖昧な情報しか残っていないことが現状である。以上のような背景から、本研究では北海道の食土だと伝承されている地点の土壌の基本的物理・化学性を明らかにし、どのような特性を持ち、さらには食土の特性と一致するのかということを明らかにすることを目的とした。

実際に、北海道の各地（十勝および網走地方）において、アイヌ語で食土に関する地点を探索し、その地点で食土らしき土壌を採取した。そして、これらの土壌について pH・EC、リン酸吸収係数、CEC、交換性陽イオン、主要元素・微量元素、土壌粒径組成、粘土鉱物の種類を調べ、顕微鏡観察を行った。

pH・EC の測定では土壌の水素イオン濃度・塩類濃度がわかり、リン酸吸収係数では火山灰土壌由来かどうかを判断することができる。また、CEC とは土壌の持つ負電荷の総量をいい、陽イオンを交換できる最大量を表すため、陽イオン性の毒性物質を吸着する能力の指標となり、交換性陽イオンの測定からは、ミネラルの豊富な土壌かどうかを推定することができる。そして、主要元素・微量元素では、土壌にどの元素がどの割合で含まれているのか、有害な元素の有無、特に食土との関連が推定される珪藻土の主成分であるケイ酸がどの程度含まれているかを知ることができた。

土壌粒径組成により土壌の土性を調べ、食土の主要な特性を担う粘土成分がどの程度含まれるかを評価した。また、粘土鉱物の種類をX線回折分析で調べ、食土の特性と言われる吸湿性に富む2:1型粘土鉱物かどうかを確かめた。そして、有機物と鉄を除去した土壌を顕微鏡で観察し、珩藻土に含まれる珩藻化石の有無を調べた。

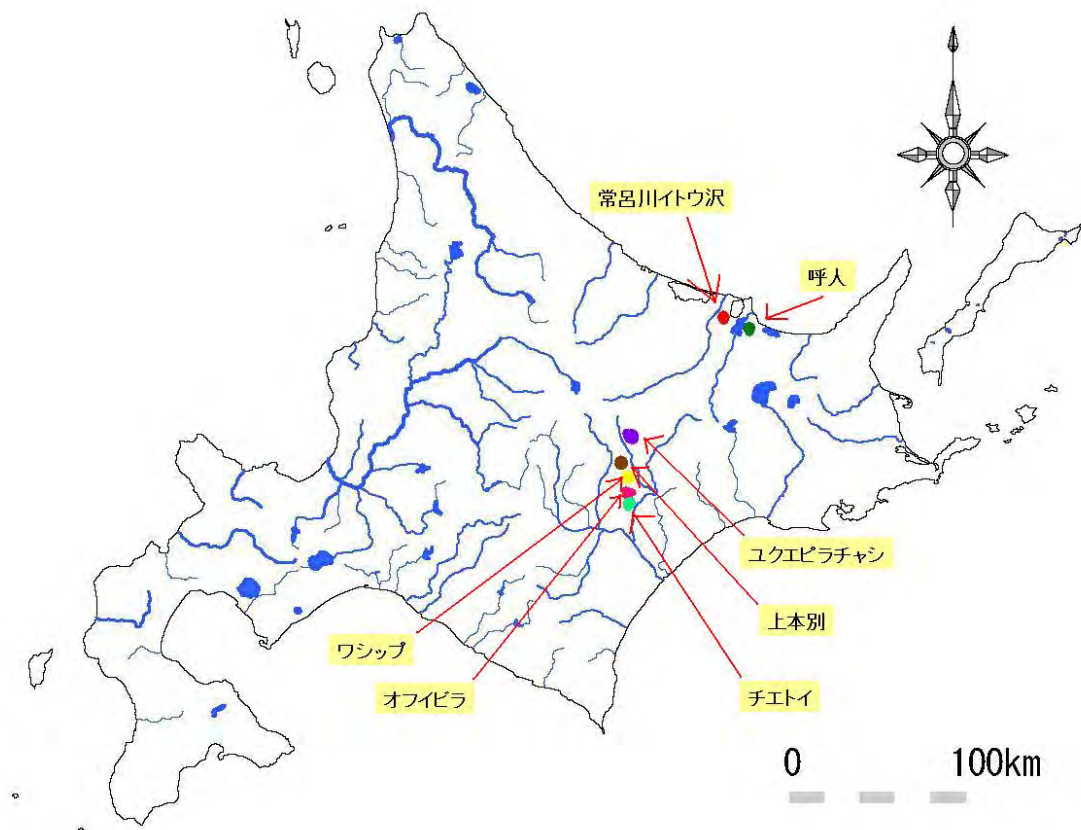
このように、採取した土壌が食土としての特性を備えているか、また、食土とはどのような特性を持つ土壌なのかを探究した。

## 第2章 調査地点と供試試料

### 2-1 調査地点

十勝では本別町と陸別町・足寄町の土壌を採取し、オホーツク海側では常呂町常呂川沿いの土壌を採取し、網走湖岸呼人の粘土も分析した。

以下の図は調査地点を示したものである。



## 2-2 十勝の土壌

### 2-2-1 本別町オフイビラの土壌

オフイビラ試料は、本別町西美里別のオフイビラ地区において、オフイビラ中位段丘面からチエトイ低地にかけて下る斜面中腹に湧き出る泉の脇で採取された。この泉の水は農家の生活用水として利用されている。表層の泥炭質の堆積物の下に白色ないし黄白色の粘土質の堆積物があったためこの部分を採取した。

なお、この土壌（堆積物）の存在は現地の農家さんから直接教えて頂いたものである。この泉は農家にとって非常に大切なものであり、調査が原因となって泉が破壊され水が下部の畑に流出しては困るので、試料の採取は農家さん自身にしていた。

オフイビラ中位段丘の基盤をなす地層は200万年から300万年ほど以前に本別から足寄にかけて湿原が広がっていたころ堆積した凝灰岩質の中～細粒質の砂岩と泥岩の互層からなる地層（池田層）であり（菅野 2000）、その地層の下部からは亜炭も産出していた。

オフイビラ試料はこの池田層の中を浸透してきた地下水によって運ばれた非常に粒径の細かい粘土成分が泉の脇に堆積したものと考えられる。

このようなことから、オフイビラ地区で産出した粘土質の堆積物もおそらくかつての食土と類似した性質をもつ可能性が高いと考え、試料として分析することにした。

### 2-2-2 本別町チエトイの土壌

オフイビラ地区の下に位置するチエトイ地区では、かつて食土を産したためこの「チエトイ」という地名が残っているが、どこで食土が出たのかについてはよくわかっていない。そのチエトイとはアイヌ語で「私達が食べる土」という意味がある。池田層の白い堆積物はチエトイ低地の北側の段丘崖にも表れており、この崖から侵食されて流出した土砂や粘土成分もチエトイ低地の土壌成分として含まれていると考えられる。

このようなことから、チエトイ地区で産出した粘土質の堆積物もおそらくかつての食土と類似した性質をもつ可能性が高いと考え、試料として分析することにした。

### 2-2-3 上本別利別川沿いの土壌

この試料は上本別地区の利別川沿いの低地の地下から産出したものであり、現在食土として利用されていたものではないが、アイヌの伝承を残しておられたネウシャレモンさんの親せきにあたる方から頂いたものであり、アイヌ民族が日常生活においてさまざまな用途に使用していた粘土である。この粘土は川にあった時は青色をしており、この粘土を固めたものがネンバンと言われ、これは鋳型を作ることに利用されていた。

### 2-2-4 陸別町ユクエピラチャシ跡の土壌

ユクエピラは陸別町市街の南西を流れる利別川に面した小山の頂上にあるアイヌの砦跡である。この砦の山は利別川に削られて北側は急な崖となっている。この崖に鹿が集まって土を食べていたという伝承があり、このことから「ユク・エ・ピラ」（鹿が・食べる・崖）という地名に結び付いたらしい。実際に、鹿が土壌を舐めに集まって来たと言われている。これより、食土との関連を検討す

るため、その土壌を採取した。ただし、狩猟した鹿を・食べる・崖という解釈もあるので、確実なことはわからない。研究に用いた試料は、チャシ跡の南側の鞍部で文化財調査のために掘られた試坑において断面をあらたに削りだして採取したものである。

#### 2-2-5 足寄町ワシップの土壌

鎌田（1995）によれば、足寄町にはトイラウイヤウシおよびオトマナイという食土と関連した地名が残っている。トイラウイヤウシは足寄町市街南部を流れる利別川の沿岸であり、オトマナイは鷺府（ワシップ）集落に北 0.5km 付近を西から流入している小川であり、o-toy-oma-nay そこに・土（食土）・ある・川の意味であると解説してある。

これらの場所をはっきりと見つけ出すことはできなかったが、足寄町の郷土史に詳しい方から、その土は赤っぽい色をしていたらしいと聞いたため、それらしい地点を探した。

ワシップ川沿いの崖に赤い土砂が現われている崖をみつけたため、そこから試料を採取した。

## 2-3 オホーツク海側の土壌

### 2-3-1 常呂町常呂川イトウ沢の土壌

常呂川の河口から約 10km ほどさかのぼり、低地が終わって丘陵地帯にさしかかるあたりに伊藤沢という小さな支流がある。この沢は、昔、チエトイナイと称されていたことが松浦武四郎の戊午日誌に記録されている。このあたりの低地は水田となっているが、付近の農家さんによれば、水田の土壌は非常に粘土質だという。

本試料は伊藤沢をさかのぼり丘陵から低地に沢が注ぎだすあたりの川沿いの崖で採取した。

### 2-3-2 呼人の土壌

網走湖沿岸（東岸）地域の土壌から採取された粘土である。環境土壌学研究室に保管されていたもので非常に昔に調製されたものであるため、調整した人や、土壌を採取した詳しい地点はわからないが、常呂町にも近く白色の粘土で能取湖沿岸にはチエトイという地名もあることから、能取湖に隣接する網走湖沿岸地帯から採取された粘土からも食土と結びつく性質がみだされる可能性があると考えて試料に加えた。

この付近の土壌には 4 万年ほど前に噴出した屈斜路湖火砕流 I (KPI) の影響も大きいといわれている（道東の自然研究会 1999）。

なお、この試料は現地で採取された試料そのものではなく、粘土画分を沈降法で分別したものである。このことは、交換性陽イオン中のナトリウム含量が高いことから推定された（結果と考察 交換性陽イオン 参照）。



## 第3章 分析方法

### 3-1 土壤の一般理化学性

#### 3-1-1 pH

「土壤標準分析・測定法」P.70～71のガラス電極法の通り行った。

#### 3-1-2 EC

「土壤標準分析・測定法」P.74～76の1:5水浸出法の通り行った。

#### 3-1-3 リン酸吸収係数

「土壤標準分析・測定法」P.124～126のリン酸アンモニウム液法の通り行った。

#### 3-1-4 交換性陽イオンと CEC

陽イオンの抽出を「土壤標準分析・測定法」P.150～154のショーレンベルガー法の通り行い、交換性陽イオンの測定を同誌 P.155～160の原子吸光法で行った。一方、CECの測定はインドフェノール比色法を利用した。そのインドフェノール比色法の試薬作り・操作方法を次に記す。

まず、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 1.4195g、 $\text{NaOH}$ 1.4g、酒石酸カリウムナトリウム 5.08g を水に溶かして 100ml にし、これを混合緩衝液とする。次に、サリチル酸ナトリウム 20g とニトロプルシッドナトリウム 30mg を 100ml の水に溶かし、サリチル酸・ニトロプルシッド試薬とする。そして、次亜塩素酸ナトリウム溶液(有効塩素濃度 5.2%)を用意する。

さらに、100ppmN 標準液を 0,1,2,3,4,5ml(最高 10ml まで)を 100ml のメスフラスコにとる。その後、10%KCL1ml を添加した後、100ml にメスアップし、0,1,2,3,4,5ppmN 標準液を作る。また、10%KCL による浸出液 1ml を 100ml

のメスフラスコに移して水で 100ml にし、これを試料液とする。このように、試薬を用意した後に操作に入る。

その方法は、試料液 1ml または標準液 1ml を 18ml 試験管にとる。そこに混合緩衝液 3ml を添加し混合し、さらにサリチル酸・ニトロプルシッド試薬 0.4ml を添加し混合した後、液温を 25℃以上にする。そして、次亜塩素酸ナトリウム溶液 1ml を 8 倍希釈し、それを 0.2ml 添加し混合する。以上の操作が終わると、25℃以上で 1 時間放置後、660nm 吸光度の吸光度を測定する。

CEC は

$(\text{試料希釈液の N 濃度}/14) \times (100/1000) \times 100 \times (100/\text{土壌秤取量 g}) \times \text{乾土係数}$   
me/100g 土壌 (cmol/kg) となる。

### 3-1-5 粒型組成

「土壌標準分析・測定法」P.14～22 のピペット法の通り行った。

### 3-1-6 蛍光 X 線

#### 3-1-6-1 主要元素

1000℃で熱し冷ました後の土壌をメノウの乳鉢で潰し、その土壌 0.3g と四ホウ酸リチウム(無水)(タイプⅡ)30g を薬包紙の上でよく混ぜ、試料溶解装置(ビードサンプラー)によりガラスビードを作る。その後、蛍光 X 線分析装置システム 3070 で測定する。

#### 3-1-6-2 微量元素

電動式試料成型機により土壌 0.5g をプレスした後、牧草サンプル用のセルロース板の中央に載せ、マイラー膜で覆う。その後、蛍光 X 線分析装置システム 3070 で測定する。

### 3-1-7 X線回折分析

「Standard method for mineral analysis of soil survey samples for characterization and classification in NZ soil bureau」P.8～15の通り行った。

### 3-1-7 灼熱損量

「土壌および作物栄養の診断基準 ー分析法(改訂版)ー (1992年)」P.29の通り行った。

### 3-1-8 水分含量

「土壌標準分析・測定法」P.8～10の乾熱法の通り行った。

## 3-2 顕微鏡観察

一定量の土壌を量り遠心管に入れ、塩酸 5ml を加えて約 60°Cで温め、一晩置く。その後、遠心分離し上澄み液を捨て、水を加え遠心分離し上澄み液を捨てる(2回繰り返す)。そして、そこへ過酸化水素 5ml と水を加え 40～80°Cで温め、有機物を除去する。その後、遠心分離し上澄み液を捨て、水を加え遠心分離し上澄み液を捨てる(2回繰り返す)。次に、クエン酸ナトリウム 10ml と重炭酸ナトリウム 1.5ml を加え攪拌し、90～100°Cの水浴に置く。さらに、約 15分後、約 1g のヒドロサルファイトを加え、水を入れながら穏やかに反応させる。その後、遠心分離し上澄み液を捨て、水を加え遠心分離し上澄み液を捨てる(2回繰り返す)。

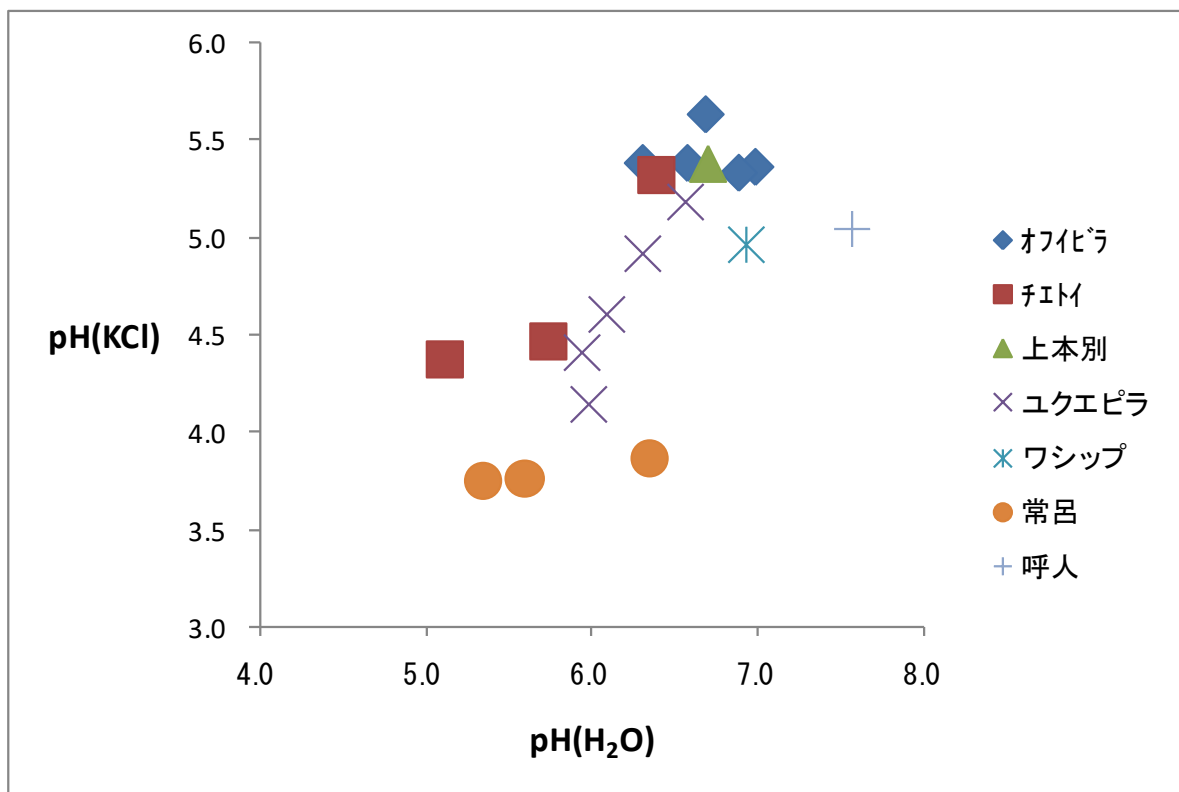
以上の操作で有機物と鉄を除いた後、顕微鏡で観察する。

## 第4章 土壌試料の結果および考察

### 4-1 土壌の一般理化学性

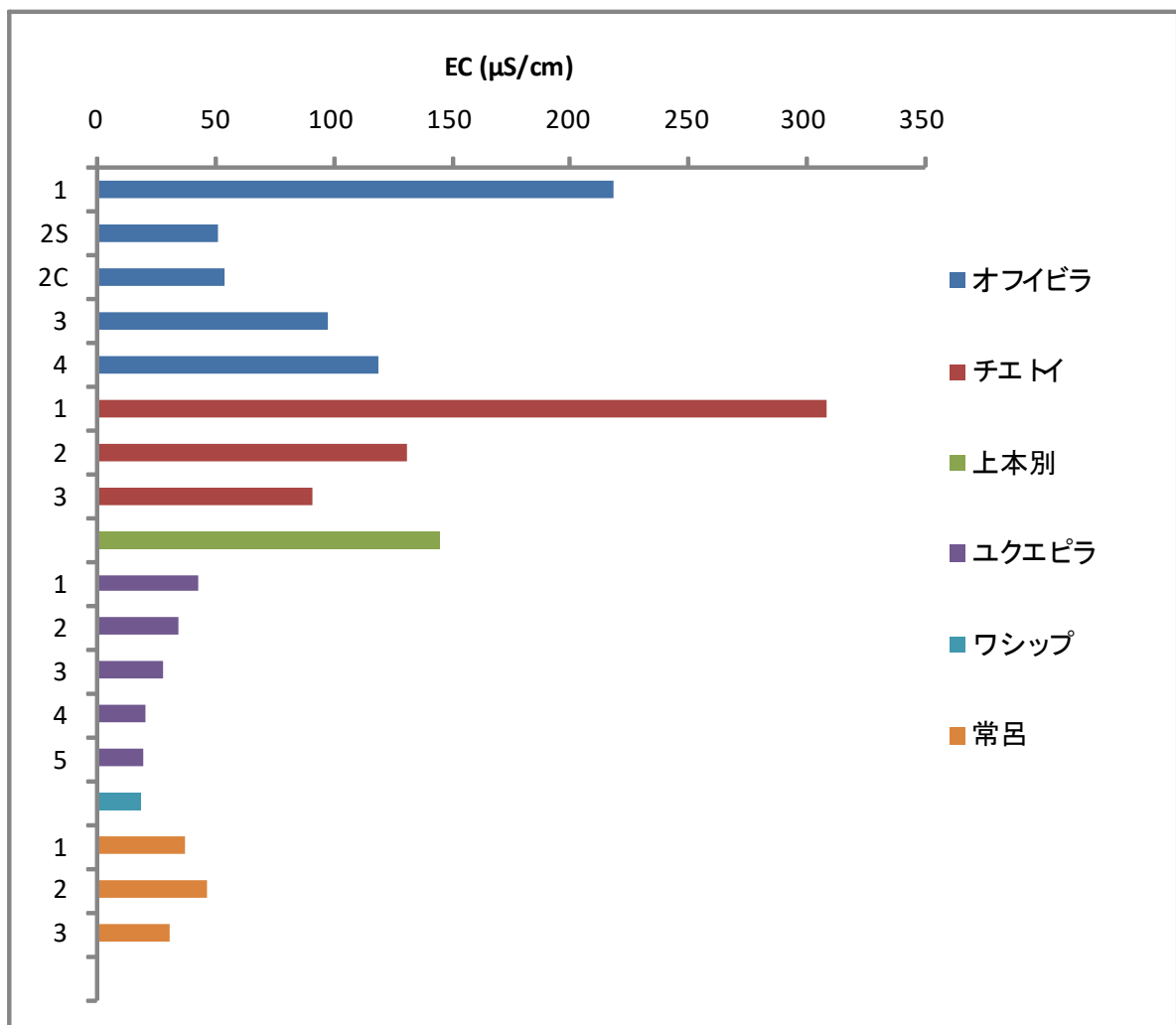
#### 4-1-1 pH

pH (H<sub>2</sub>O) の測定の結果、オフイビラ・上本別の粘土は pH6.3~6.98、呼人の土壌は pH7.56 で中性に近く、常呂川の支流であるイトウ沢の土壌とチエトイ土壌は、pH5.3~6.3 で強酸性という結果が出た。さらに、常呂川支流のイトウ沢の土壌は pH (H<sub>2</sub>O) と pH (KCL) の差が 2.47 と大きく、呼人土壌の pH (H<sub>2</sub>O) と pH (KCL) の差も 2.52 と大きいことから、土壌粒子に吸着されていた水素イオンとアルミニウムイオン濃度が高いことがわかった。



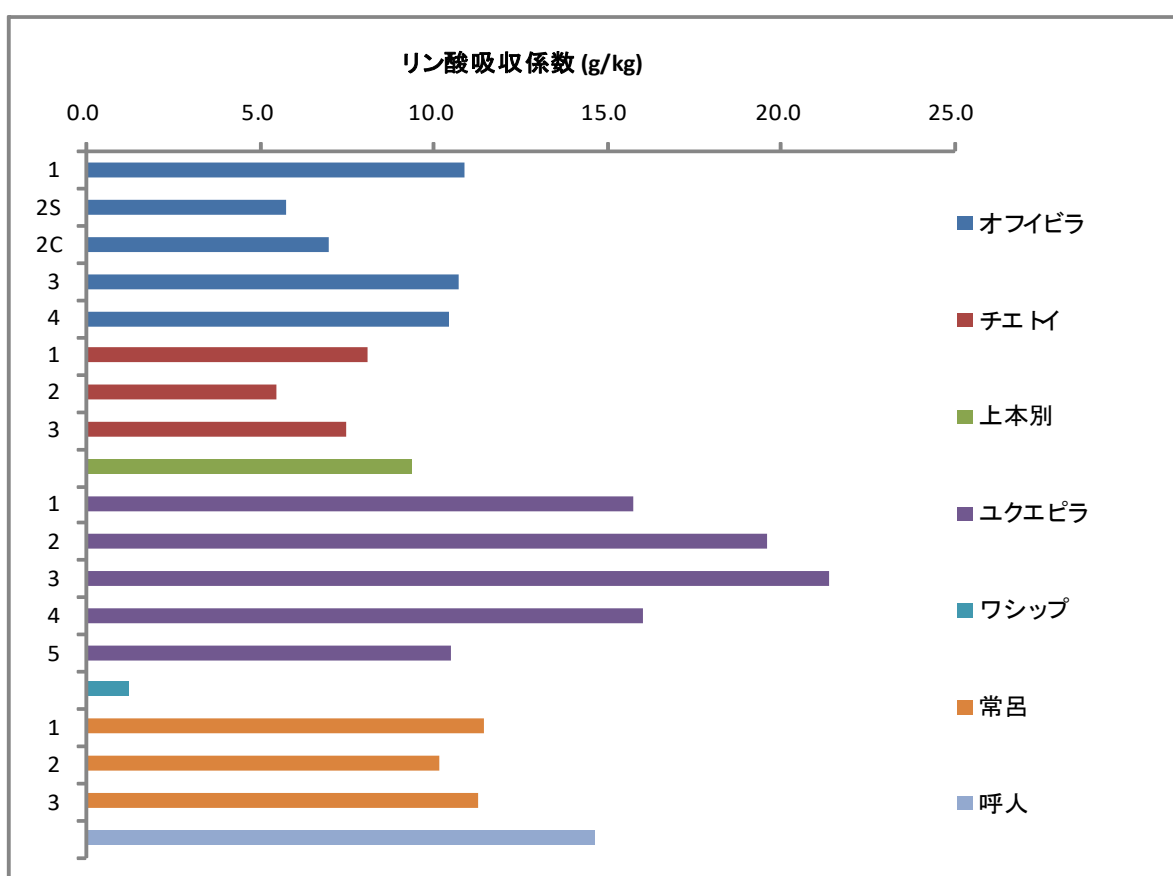
#### 4-1-2 EC

本別の土壌であるオフイビラ・チエトイ・上本別の土壌はいずれも EC が相対的に高く、他の土壌よりも可溶性塩類の量が多いと考えられる。特に、オフイビラ第1層は219 $\mu$ S、オフイビラ第4層119.6 $\mu$ S、チエトイ上層309 $\mu$ S、チエトイ中層131.6 $\mu$ S、上本別145.6 $\mu$ S と他の土壌よりも高い値を示した。



#### 4-1-3 リン酸吸収係数

リン酸吸収係数が 15g/kg 以上の値になったのは、ユクエピラチャシの土壤だけであった。そのため、ユクエピラチャシの土壤以外には、火山灰の影響は少ないと判断できる。特に、ワシップの砂質土壤はリン酸吸収係数が 1.24g/kg であり、非常に小さな値を示したことから、火山灰由来の土壤ではないと言える。

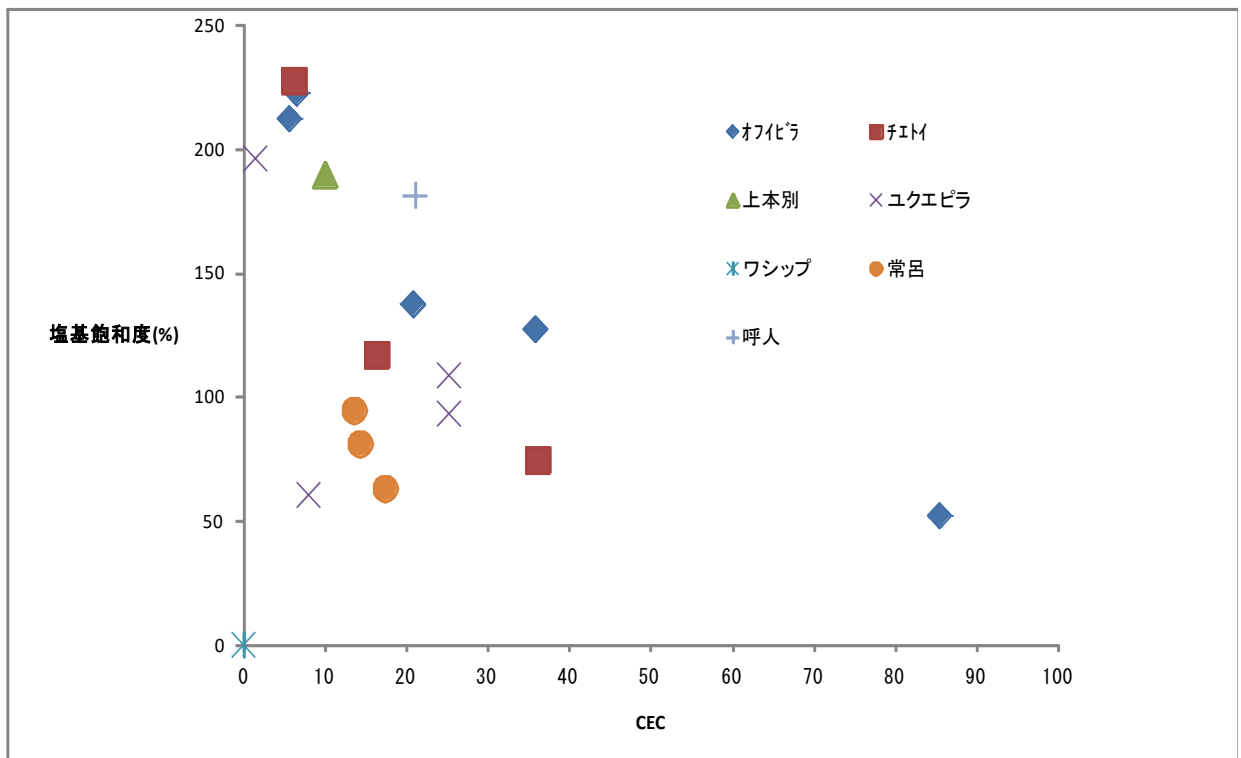


#### 4-1-4 交換性陽イオンと CEC

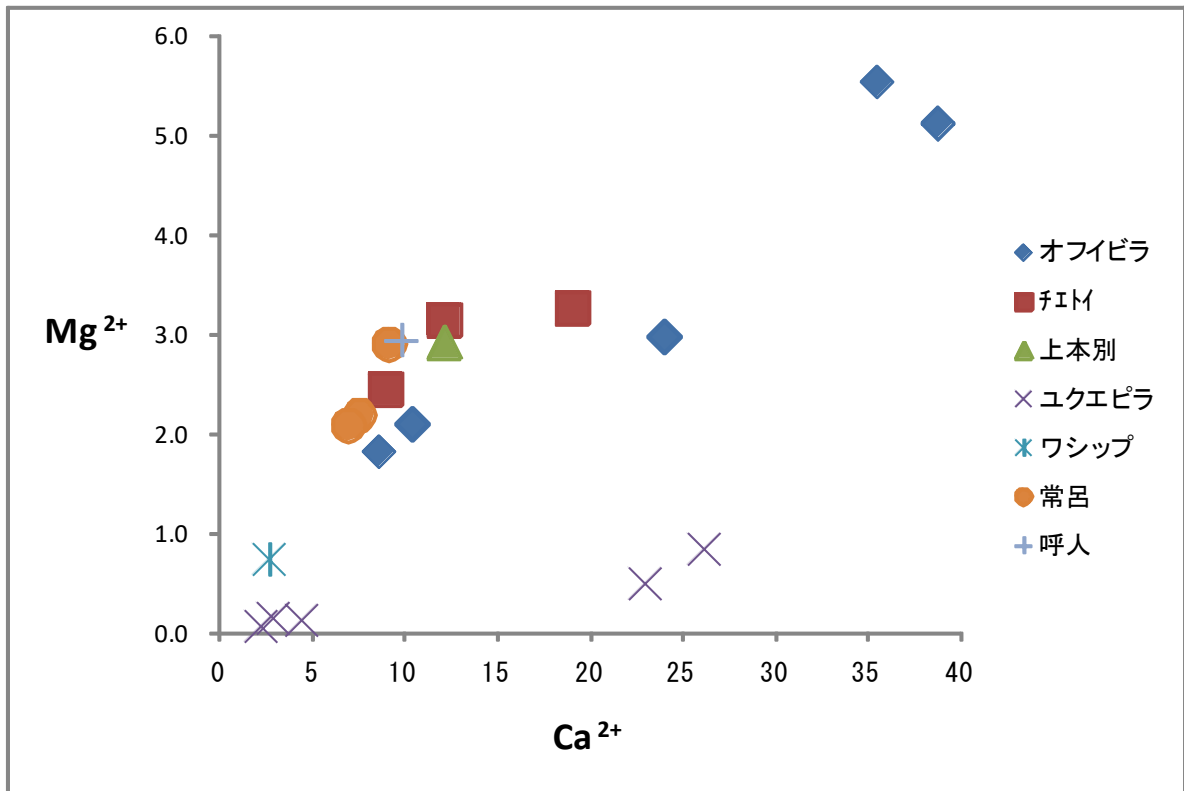
砂質土壌のワシップ以外の全ての土壌で塩基飽和度および CEC が高い値を示した。特に、食土との関連が推定される土壌の塩基飽和度は（北海道の）普通畑の土壌診断基準値と比較しても非常に高く、100%以上に達するものが多く、特に交換性マグネシウムに富んでいた。そのため、ワシップ以外の土壌はミネラル豊富な土壌だと判断できる。

CEC に関しても、食土との関連が推定される粘土質の土壌は  $10\sim 80\text{cmolkg}^{-1}$  の範囲で高く、この理由として 2:1 型の粘土鉱物を含む、あるいは腐食の影響を受けていることが挙げられる。その中でも、オフイビラ第 1 層の CEC 値が  $85.4\text{cmol/kg}$  と非常に高かったのは、腐食に富んでいたためだと考えられる。

塩基飽和度と CEC



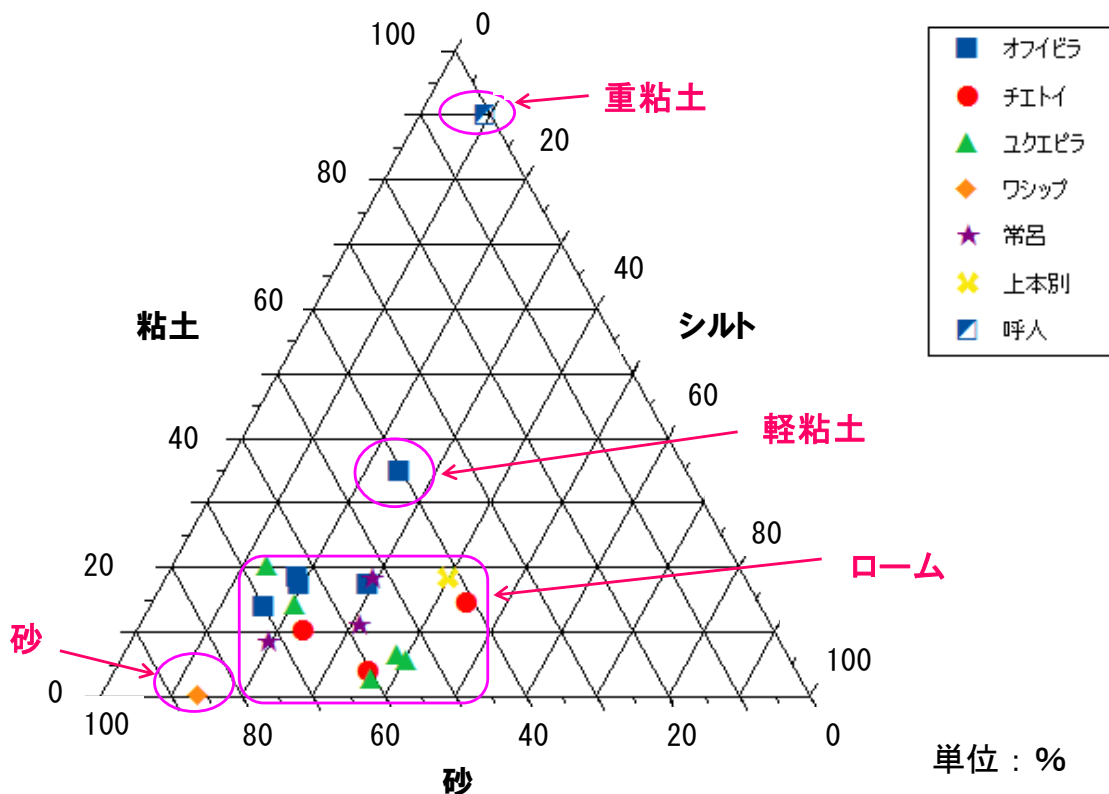
交換性マグネシウムと交換性カルシウム





#### 4-1-5 粒型組成

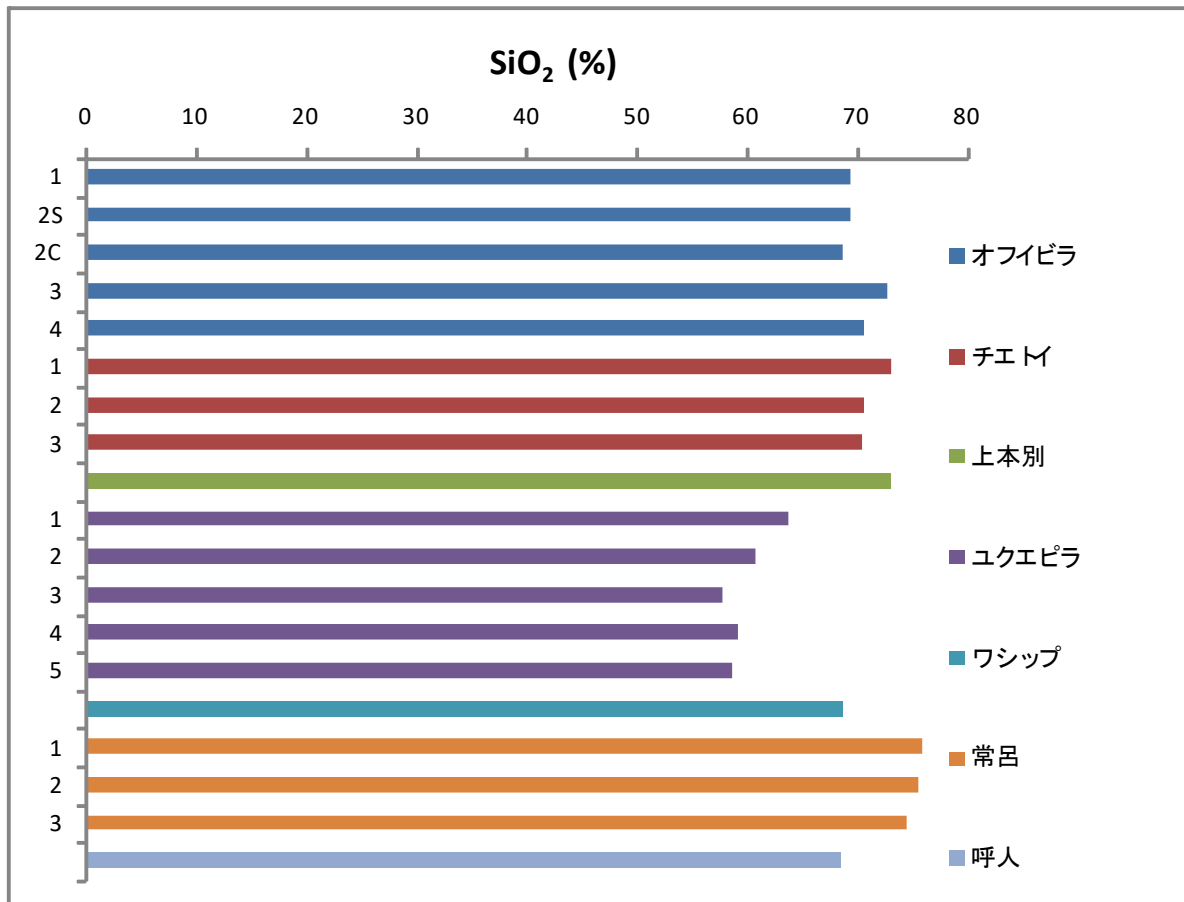
供試土壌の土性は、ローム質および粘土質であった。呼人は粘土が89.8%の重粘土であったが、それは研究室に保管されていたもので、呼人土壌の粘土を塩化ナトリウムで沈殿させ、それを固めたものであったためだと考えられる。また、オフイビラ第三層は粘土が34.8%の軽粘土であった。一方、ワシップの土壌は砂が86.5%で粘土が0%の砂質土壌であり、その他全ての土壌はローム質であった。つまり、粘土質・ローム質の土壌は食土の特性と一致するが、ワシップの砂質土壌は食土の特性と一致しなかった。



#### 4-1-6 蛍光 X 線

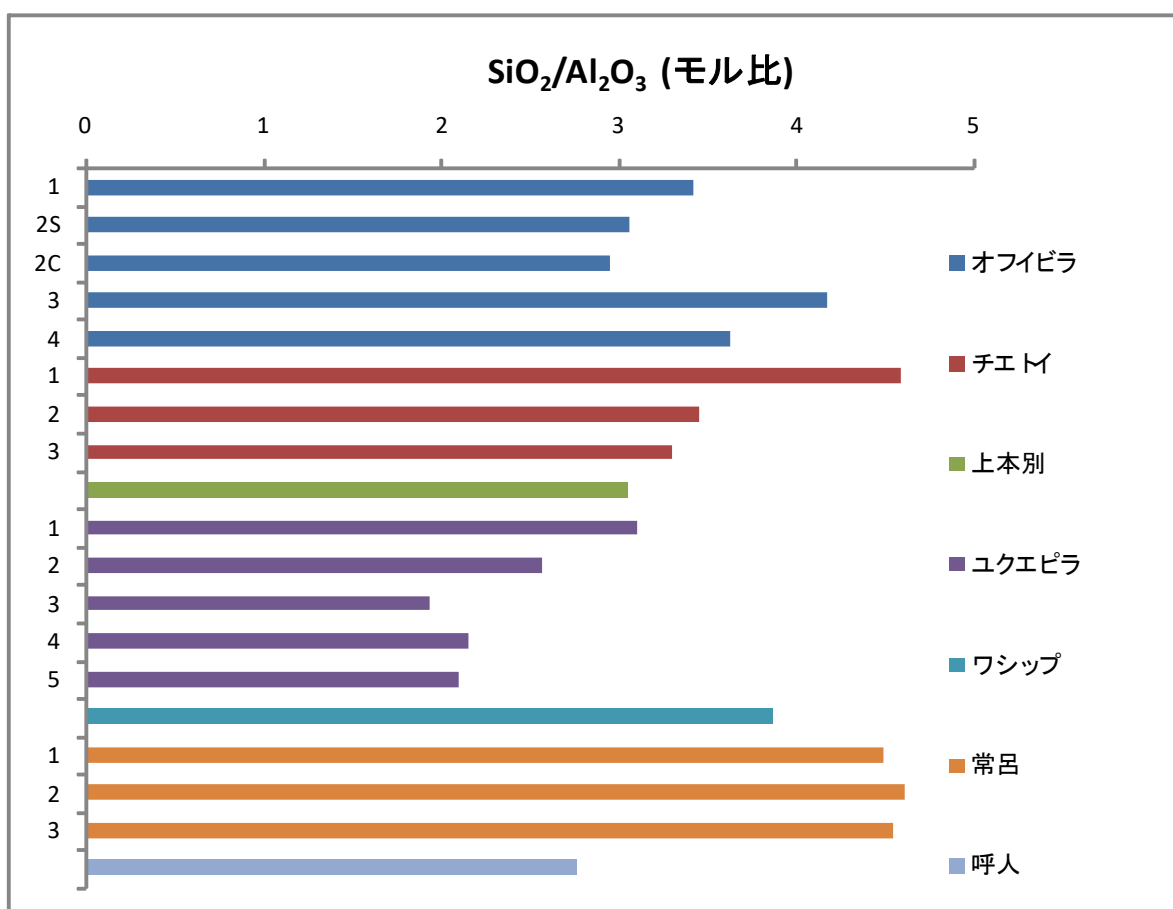
##### 4-1-6-1 ケイ酸含有率

どの土壌もケイ酸を多く含んでいた。



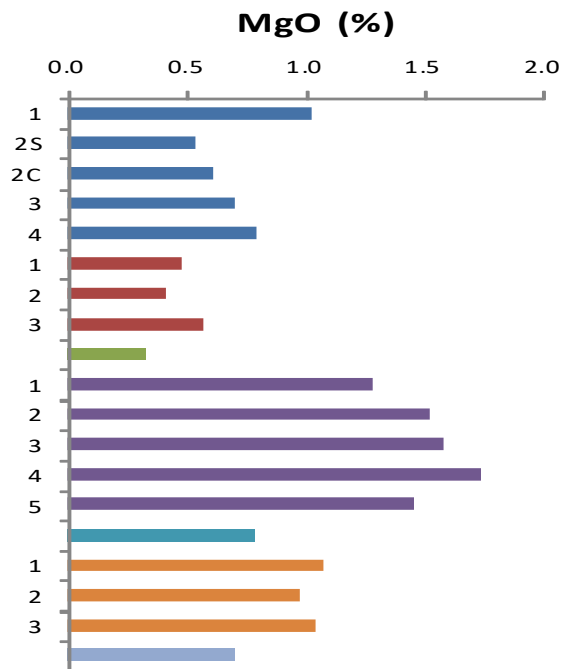
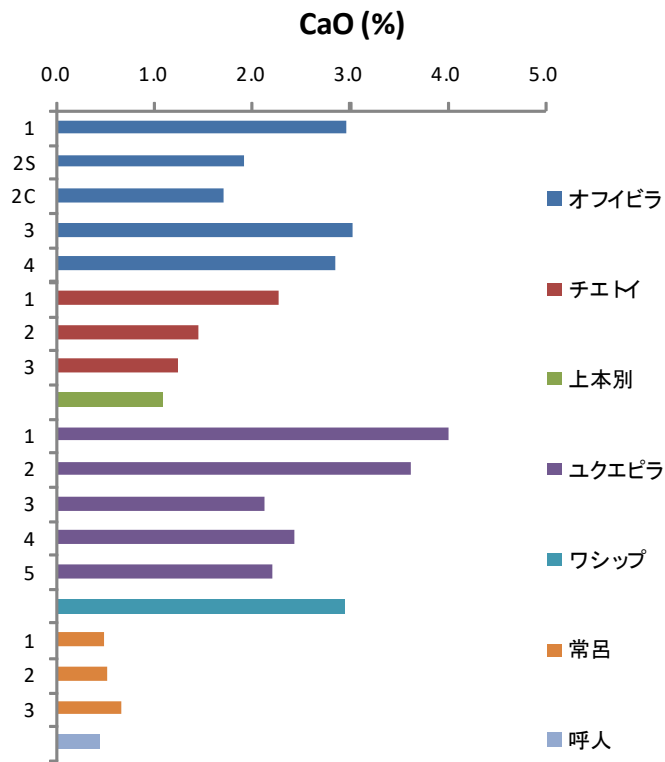
#### 4-1-6-2 珪ばん比

珪ばん比は 2~5 の間に分布し非常に高いことから、シアリティックなケイ酸アルミナ質の土壌と分類された。(2 以上は風化生成物がケイ酸アルミナ質で、1~2 はケイ酸アルミナ-アルミナ質である。)



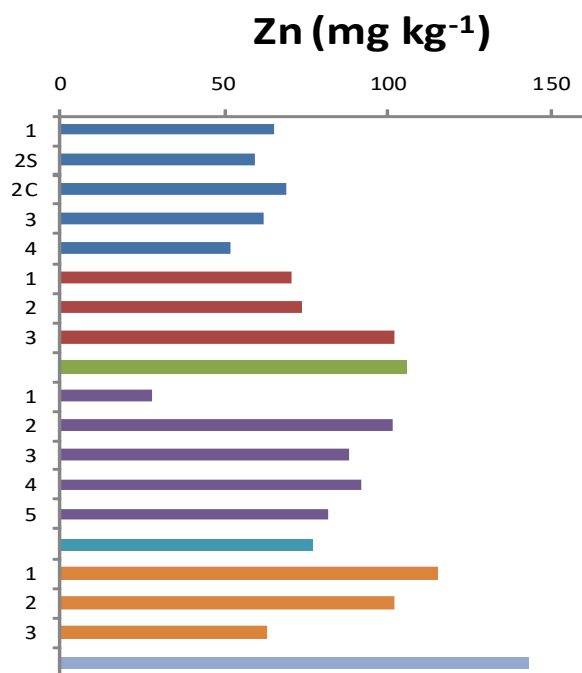
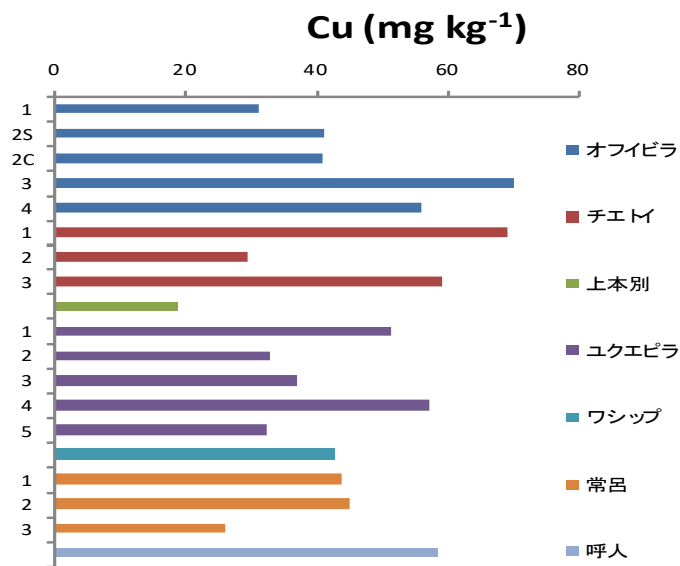
#### 4-1-6-3 酸化カルシウム・酸化マグネシウムの含有率

酸化カルシウムは常呂川支流のイトウ沢および呼人土壌では 0.43~0.67% と少なく、酸化マグネシウムは本別の土壌で 0.33~1.03% と相対的に少ないことが特徴的であった。



#### 4-1-6-4 銅・亜鉛の含有率

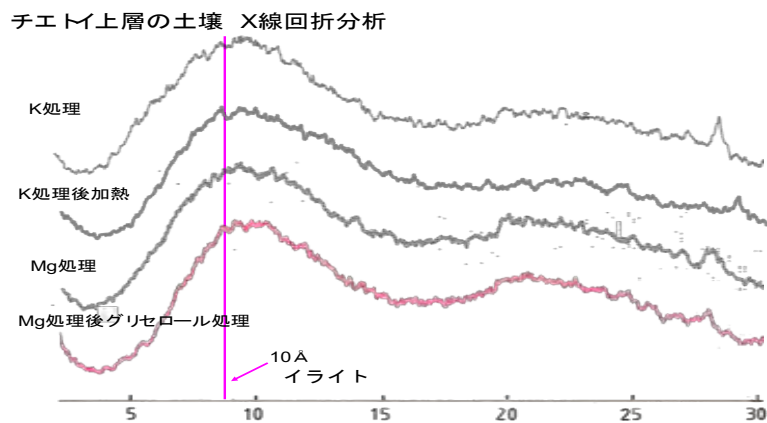
上本別の粘土では銅の含有率が 18.9%と低く、ユクエピラの第一層では亜鉛の含有率が 28.7%と低いことがわかった。その他の土壌の間では、銅含有率と亜鉛含有率に大きな違いは認められなかった。



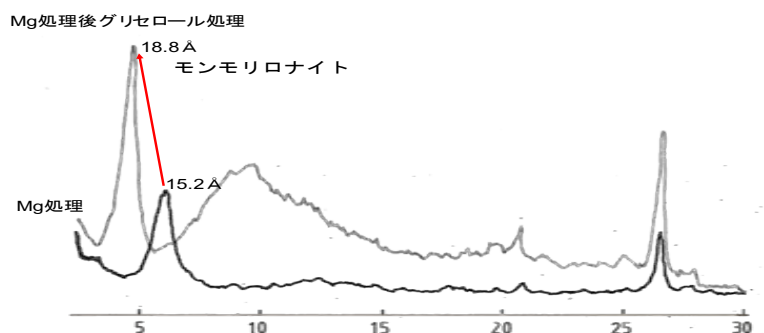
#### 4-1-7 X線回折分析

ワシップは砂質土壌であるため、粘土がほとんど皆無に近く、ユクエピラ以外の土壌は全て結晶性粘土を含んでいた。常呂町イトウ沢の土壌をカリウム処理し、分析を行ったが目立ったピークは現れず、それを 550°Cで熱した後に分析すると 10.2Åで鋭角なピークが現れた。そして、常呂町イトウ沢の土壌をマグネシウム処理し分析すると 15.2Åで小さなピークが生じ、それをグリセロール処理したものを分析すると、18.8Åに鋭角なピークが現れた。そのため、常呂町イトウ沢の土壌はモンモリロナイトが主成分だと考えられる。

一方、チエトイおよびオフイビラ、上本別、呼人土壌の粘土画分は結晶化度の低いイライトが主成分の可能性が高い。なぜなら、常呂町イトウ沢の土壌と同様に分析した結果、どの処理を行っても 9.0~10.0Åあたりに緩やかなピークが生じたからである。

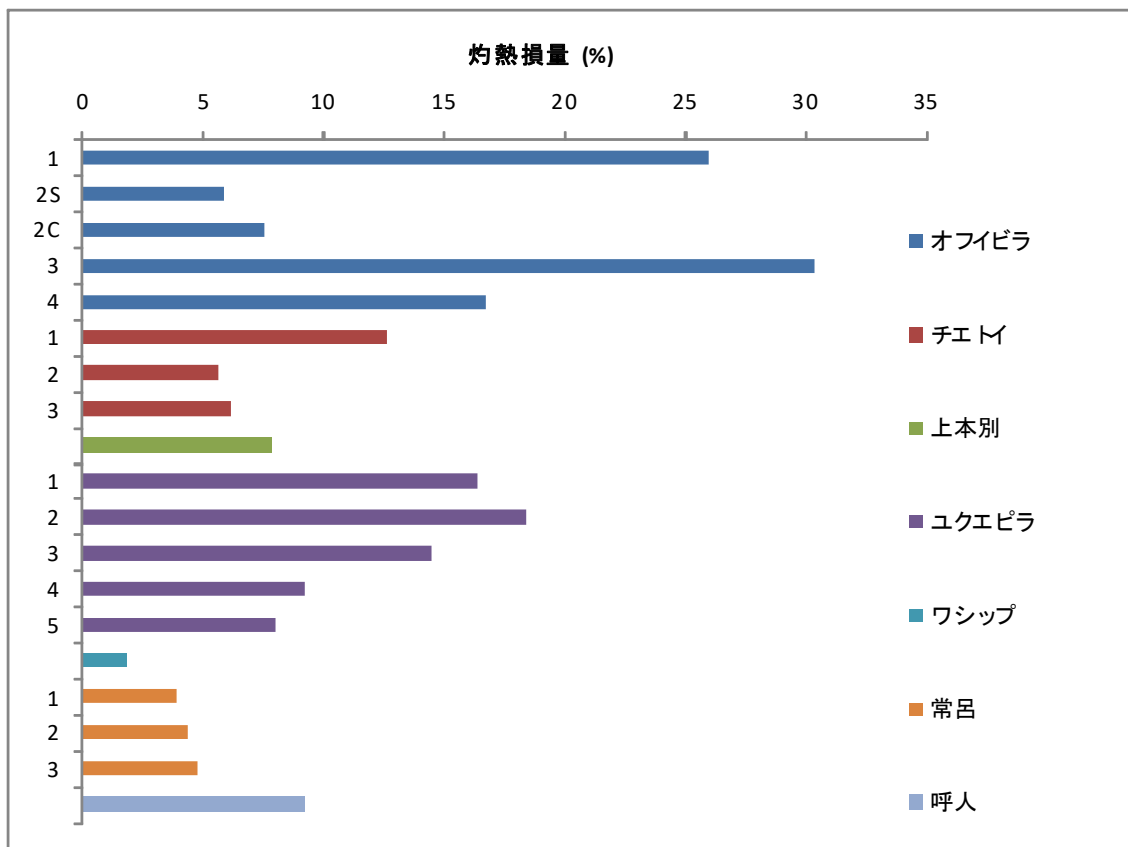


イトウ沢 水面から150cmの土壌 X線回折分析



#### 4-1-8 灼熱損量

オフビラの第1層と第3層・第4層、ユクエピラの上層の灼熱損量が、それぞれ25.98%と30.41%・16.73%、14.53~18.44%で高かったのは、これらの層の土壌が腐植に富んでいたためである。その他の試料は結合水によるものだとと言える。



#### 4-2 顕微鏡観察

土壌試料を顕微鏡観察したところ、本別町オフイビラの土壌の第3層と第4層、チエトイ土壌の上層、そして、呼人の土壌には多くの珪藻化石が見られた。その他、いくつかの土壌からも珪藻化石を見つけたが、その数は少なかった。また、珪藻化石とともに多数のプラントオパール（植物ケイ酸体）も検出された。一方、本別町チエトイの土壌の下層、陸別町ユクエピラチャシの第3層から第5層の土壌、足寄町のワシップの土壌、常呂町のイトウ沢の土壌からは、珪藻化石が検出されなかった。



土壌試料	珪藻化石	植物ケイ酸体
オフイピラ第3層	スジタルケイソウ属 ヌサガタケイソウ属 クサビケイソウ属 マユケイソウ属	キビ型 棒状型 ウシノケグサ型
オフイピラ第4層	スジタルケイソウ属 クサビケイソウ属 スジカクレケイソウ属 マユケイソウ属 オビケイソウ属	キビ型 棒状型 ファン型
チエトイ 上層	スジタルケイソウ属 クサビケイソウ属 スジカクレケイソウ属 ヌサガタケイソウ属 ツルギケイソウ属 マユケイソウ属 ツメケイソウ属	キビ型 棒状型 ファン型
呼人	スジタルケイソウ属 クサビケイソウ属 オビケイソウ属 オニジュウジケイソウ属	棒状型 ファン型

#### 4-3 各土壌の特徴

##### 本別町オフイビラの土壌

どの層の土壌も pH6.3~6.98 と中性に近い値を示し、リン酸吸収係数は 5.74~10.9g/kg であったため、どの層の土壌も後期更新世以降の火山灰の影響を受けていないと考えられる。加えて、CEC と塩基飽和度が高い値を示し、交換性塩基に富み、特に第 1 層と第 3 層は交換性カルシウム・交換性マグネシウムに富んでいることが特徴的であった。土性はローム質であり、粘土鉱物はイライトである可能性が高いということも共通していた。しかし、第 1 層と第 3 層の土色は褐色で腐植を含んでいたが、第 2 層と第 4 層の土色は黄白色と灰褐色で腐植を含んでいなかったという違いがあり、第 3 層と第 4 層の土壌には、珪藻化石が多量に存在した。これらのことから、食土としての利用が推定されるのは、第 2 層から第 4 層の土壌であった。

なお、この論文で「火山灰」とは後期更新世（約 135 年）以降の火山灰を示すこととする。非常に古い火山灰は風化や水中堆積の結果、初期の火山灰の性質を失い、結晶性粘土に富んだ土壌に変化している場合があるからである。

##### 本別町チエトイの土壌

どの層の土壌も pH5.12~6.4 で中性に近く、リン酸吸収係数は 5.45~8.1g/kg であったため、火山灰の影響を受けていないと考えられる。加えて、CEC と塩基飽和度が高い値を示し、交換性塩基に富み、特に上層は交換性カルシウム・交換性ナトリウムに富んでいることが特徴的であった。土性はローム質であり、粘土鉱物はイライトである可能性が高かった。さらに、どの層も土色は白色で腐植を含んでいなかったが、上層の土壌のみ珪藻化石が多量に見られた。

このように、全ての層が食土として利用可能だと思われる。

#### 上本別利別川沿いの土壌

上本別利別川沿いの土壌の pH 値は pH6.69 と中性に近く、リン酸吸収係数は 9.4g/kg であったため、火山灰の影響を受けていないと考えられる。加えて、CEC と塩基飽和度が高い値を示し、交換性塩基に富んでいることが特徴的であった。土色は白色で、土性はローム質であり、粘土鉱物はイライトである可能性が高かった。

このように、上本別利別川沿いの土壌も食土として利用されていた可能性がある。

#### 陸別町ユクエピラチャシ跡の土壌

どの層の土壌も pH5.94~6.6 と中性に近い値を示し、第 5 層のリン酸吸収係数は 10.5g/kg であったが、他の層の土壌は 15.72~21.9g/kg であったため、火山灰の影響を受けていると思われる。加えて、CEC と塩基飽和度が高い値を示したが、交換性塩基は乏しく、特に第 2 層と第 3 層、第 4 層は交換性カルシウム・交換性マグネシウムカリウム富んでいなかったことが特徴的であった。土性はローム質であり、粘土鉱物は非晶質であった。また、第 1 層と第 2 層の土色は暗褐色で腐植を含んでいたが、第 3 層と第 4 層、第 5 層の土色は黄褐色であり、腐植を含んでいないという違いがあった。

十勝北部には雌阿寒 a (Me-a)、雌阿寒 c (Me-c)、然別 1 (Sipf-1) などの降灰が確認されていることから、火山灰の性質を強く持った土壌であると考えられた。また、食土としての利用の可能性は低いと考えられる。

#### 足寄町ワシップの土壤

この土壤は pH6.93 と中性に近い値で、リン酸吸収係数は 1.24g/kg であった。また、CEC と塩基飽和度が低い値を示し、交換性塩基に乏しいことが特徴的であった。土色は淡紅色で、土性は砂質であった。この土壤は崩積性の土壤であり、風化と土壤化があまり進行していないレゴソルであった。粒径が粘土質でないことから、食土としての利用可能性は低いと考えられた。しかし、元素組成は本別のオフイビラ土壤と類似していたことから、この土壤の粘土化が進行した場合、食土としての性質を持つ可能性がある。

このように、足寄町ワシップの土壤は食土の特性と一致していなかった。

#### 常呂町常呂川イトウ沢の土壤

どの層の土壤の pH 値も pH5.34~6.34 で、リン酸吸収係数は 10.18~11.44g/kg であったため、火山灰の影響を受けていないと考えられる。加えて、CEC と塩基飽和度が高い値を示し、交換性塩基に富んでいたが、水面から 150cm の土壤では交換性カリウムに乏しいことがわかった。どの土壤も土性はローム質であり、粘土鉱物はモンモリロナイトである可能性が高かった。さらに、どの層も土色は灰白色で腐植を含んでいなかった。

このように、全ての層の土壤に食土としての利用可能性が推定された。

## 呼人の土壌

この土壌の pH 値は pH7.56 で弱アルカリ性であったが、この土壌は粘土画分のみを分離したものであるため、分離操作の影響があるかもしれない。リン酸吸収係数は 14.64g/kg であったため、火山灰の影響を受けていないと考えられる。加えて、CEC と塩基飽和度が高い値を示し、交換性塩基に富み、特に交換性ナトリウムに富んでいることが特徴的であった。ただし、このような高いナトリウム含量も、粘土画分の際に用いた塩化ナトリウムの影響があると考えられる。土性は重粘土質であり、粘土鉱物はイライトである可能性が高い。さらに、土色は白色で腐植を含んでおらず、土壌から珪藻化石が多量に見られた。

このように、呼人の土壌も粘土鉱物の種類と土性から、食土として利用可能だと考えられた。

## 第5章 要約

食土の摂食 Geophagia は人間に限らず無脊椎動物（例えばミミズなど）、爬虫類（カメ）、鳥類、哺乳類、霊長類にわたって幅広く知られた摂食行動である。また、人間による食土の歴史は世界的にも古く、各時代にわたって世界各地に食土の習慣が存在していた。

日本でも、かつてアイヌ民族が土壌を食べていたことが、古地図にある地名や紀行文、文献や民間伝承に残されている。

しかし、日本ではほとんど食土の研究がされていないこと、食土の所在地においても非常に曖昧な情報しか残っていないことが現状である。そのため、本研究ではかつて食土が産出したと伝承されている北海道の各地点（十勝および網走地方）において、アイヌ語で食土に関する地点を探索し、その地点で食土らしき土壌を採取した。その後、採取した土壌の基本的物理・化学性を明らかにし、どのような特性を持ち、さらには食土の特性と一致するののかということ明らかにすることを目的とし研究を行った。すなわち、土壌の pH・EC、リン酸吸収係数、CEC、交換性陽イオン、主要元素・微量元素、土壌粒径組成、粘土鉱物の種類を分析し、顕微鏡観察を行った。

その結果、本別土壌と常呂・呼人の土壌の特性が、食土の特性として矛盾しないことが明らかとなった。採取し分析した多くの土壌は、火山灰土壌の特性に乏しく、ローム質あるいは粘土質であり、交換性塩基に富み、白色や赤色などの特徴的な色をしていた。ユクエピラ以外の土壌は全て結晶性粘土を含み、常呂町イトウ沢の土壌ではモンモリロナイトが主成分で、その他の土壌では結晶性の低いイライトが粘土の主成分であった。また、多くの土壌に珪藻化石が含まれており、本別町オフイビラの第3層と第4層、チエトイ上層および呼人の土壌は珪藻土であった。

今回の研究を通して、食土は貴重な文化遺産であるため、北海道に残る食土を保全し、食土の意義について明らかにする必要があると感じた。そのためには、今後も北海道の食土を研究し、現在はほとんど研究のされていない食土の産出地点やその利用方法・目的を明らかにし、土壌の持つ素晴らしい特性や土壌が人間に与える影響に注目すべきだと考える。特に、土壌の農業や医療分野における役割を見つめ直し、土壌の重要性を再認識することが大切だろう。そして、土壌の重要性に気付き、むやみに土壌をコンクリートで埋めてしまわないことや、未耕地や農耕地を含め貴重な土壌資源を保全することが必要である。

## 謝辞

本研究は、帯広畜産大学畜産学部筒木潔教授の御指導のもとに行われたものである。本論文を終えるにあたり、氏の懇切なる御指導と御校閲の労に対して、心から御礼申し上げます。また、本研究の遂行にあたり、有益なる示唆や助言をしてくださいました岩手連合大学大学院連合農学研究科博士課程 2 年 Ian A. Navarrete 氏に深く感謝致します。

そして、貴重な試料や情報を提供してくださいました本別農業協同組合組合長田中敏行氏、本別町にお住まいの高倉明雄氏、江本重信氏、瀬藤範子氏、帯広市郷土史家井上寿氏と札幌市の早田国光氏、本別町でご協力いただいた農業者の方々に厚く御礼申し上げます。



## 文献

- 1) 中村 薫:土壤標準分析・測定法, 土壤標準分析・測定法委員会, pp.354, 博友社, 東京(1990)
- 2) 橋本均ら共著: 土壤および作物栄養の診断基準 ー分析法(改訂版)ー, 北海道立中央農業試験場 北海道農政部農業改良課, p.82,83(1992)
- 3) J.S.Whitton and G.J.Churchman :Standard method for mineral analysis of soil survey samples for characterization and classification in NZ soil bureau. NZ soil Bureau Scientific Report;**80**:8-11,12-15(1987)
- 4) A. Woywodt, MD. A. Kiss, FCS(SA): Geophagia: the history of earth-eating. J R Soc Med;**95**:143-146(2002)
- 5) C. Reilly and J. Henry: Geophagia: why do humans consume soil?.British nutrition foundation Nutrition Bulletin;**25**:141-144(2000)
- 6) T. Johns : Detoxification function of geophagy and domestication of the potato .Journal of chemical ecology; **Vol.12 No.3**:635-646(1986)
- 7) M. Nchito, P.W. Geissler, L. Mubila, H. Friis, A. Olsen : Effect of iron and multimicronutrient supplementation on geophagy: a two-by-two factorial study among Zambian schoolchildren in Lusaka .Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene;**98**:218-227(2004)
- 8) M. A. Oliver: Soil and human health: a review.European journal of soil science, December;**48**:573-592(1997)

- 9) M.J.Wilson : Clay mineralogical and related characteristics of geophagic materials .Journal of Chemical Ecology;Vol.29 No.7:1525-1529(2003)
- 10) 前田正男, 松尾嘉郎 : 図解 土壌の基礎知識, pp.211, 農山漁村文化協会, 東京(1977)
- 11) 岡島秀夫 : 土の構造と機能 複雑系をどうとらえるか, p.55, 農山漁村文化協会, 東京(1989)
- 12) 山田 猛 : 季刊 化学総説 No.4,1989 土の化学, 社団法人 日本化学会, p.50~66, 学会出版センター, 東京(1989)
- 13) 下田 右 : 粘土鉱物研究法, p.5~14, 創造社, 東京(1985)
- 14) 仲川達雄 : 粘土の世界, p.24~28,243, 株式会社KDDクリエイティブ, 東京(1997)
- 15) 小林 弘ら共著 : 小林弘珪藻図鑑 第1巻, pp.531, 内田老鶴圃, 東京(2006)
- 16) 近藤鍊三 : 参考論文集, p. 62~63,69~72,118,140~143,199,469~474
- 17) 松浦武四郎 : 武四郎廻浦日記<上>, 高倉新一郎, p.40,41,304,305, 北海道出版企画センター, 札幌(1978)
- 18) 松浦武四郎 : 武四郎廻浦日記<下>, 高倉新一郎, p.42,43,88,89,310,311,474,475,484,485, 北海道出版企画センター, 札幌(1978)
- 19) 金田一京助 : 古代蝦夷とアイヌ, pp.316, 工藤雅樹, 平凡社, 東京(2004)
- 20) 山田秀三 : 北海道の地名, pp.586, 北海道新聞社, 札幌(1984)
- 21) 知里真志保 : 知里真志保著作集 3 生活誌・民族学編, p.276,277,352,353, 平凡社, 東京(1973)

- 22) 知里真志保：知里真志保著作集 別巻1 分類アイヌ語辞典 植物編・動物編，p.64,65,204,205，平凡社，東京(1976)
- 23) 山田 忍：食土に就いて，日本土壤肥料学雑誌，第15巻，第6号，p.393～396(1941)
- 24) 鎌田正信：道東地方のアイヌ語地名，pp.471，私刊，帯広(1995)
- 25) 伊藤せいち：常呂町のアイヌ語地名，p.50，オホーツク文化資料館刊，北見(1983)
- 26) 土屋 茂：地名さまざま，トカプチ郷土史研究(12号)，十勝文化会議郷土史研究部会・会誌，p.50～55(1999)
- 27) 萩中美枝：聞き書 アイヌの食事，p.40～41,148～151，農山漁村文化協会，東京(1992)
- 28) 山本 命：北海道の名付け親 松浦 武四郎アイヌ民族と交流した伊勢人の生涯，pp.76，十楽選(2007)
- 29) 菅野富夫：十勝の自然を歩く[改訂版]，十勝の自然史研究会，p.96～111，北海道大学図書刊行会，札幌(2000)
- 30) 地図の風景 第2話「喰土の谷」  
(<http://www5a.biglobe.ne.jp/~kaempfer/map-hanashi/tietoi.htm>)
- 31) 勝毎ジャーナル 陸別・ユクエピラチャシ アイヌの一大勢力の史跡  
(<http://www.tokachi.co.jp/kachi/jour/01.tokachi/5.html>)
- 32) 十勝毎日新聞 第1部「開拓編」今世紀の十勝は一  
(<http://www.tokachi.co.jp/kachi/hensyu/08.html>)
- 33) 11a 森林の土を掌に〈土壌の理学的性質〉  
(<http://www2u.biglobe.ne.jp/~gln/31/3111a.htm>)
- 34) コーカサス諸国の人々  
(<http://pws.prserv.net/metha/caucasus.htm>)

35) Rising costs force Haiti's poor to resort to dirt as food

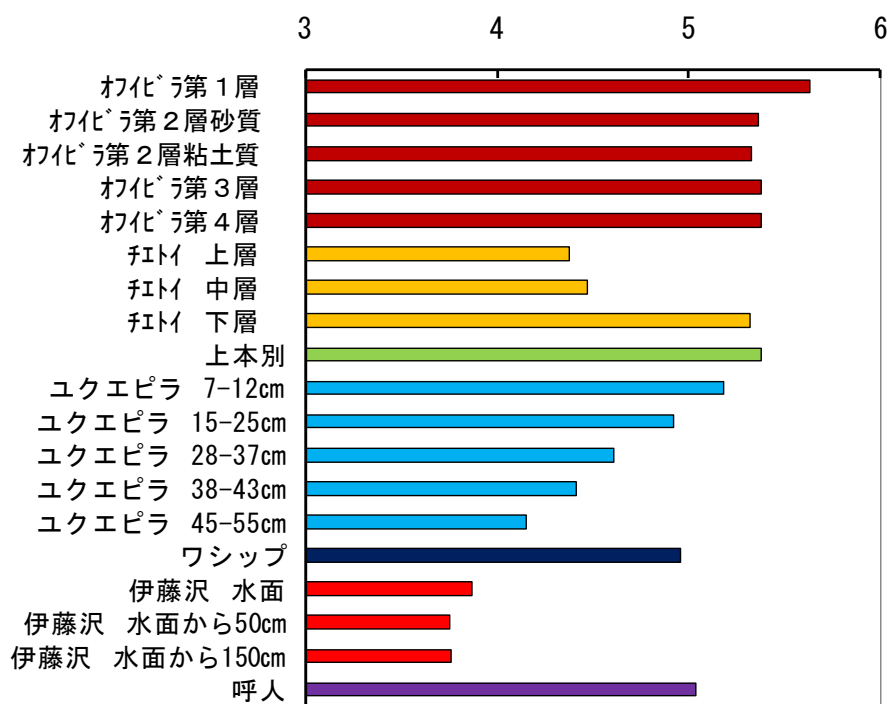
(<http://www.haiti-info.com/spip.php?article4495>)

付表

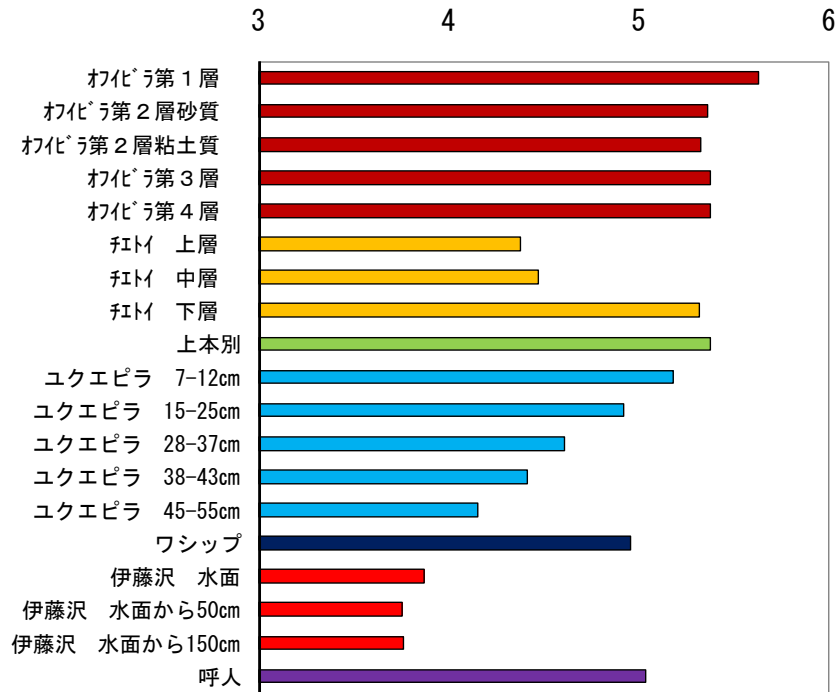
pH・EC

土壌サンプル名	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	差	EC (μS)
オク化 <sup>ラ</sup> 第1層	6.68	5.63	1.05	219
オク化 <sup>ラ</sup> 第2層砂質	6.98	5.36	1.62	51.4
オク化 <sup>ラ</sup> 第2層粘土質	6.88	5.33	1.55	53.6
オク化 <sup>ラ</sup> 第3層	6.57	5.38	1.19	97.5
オク化 <sup>ラ</sup> 第4層	6.3	5.38	0.92	119.6
チイト 上層	5.12	4.38	0.74	309
チイト 中層	5.74	4.47	1.27	131.6
チイト 下層	6.38	5.32	1.06	91.1
上本別	6.69	5.38	1.31	145.6
ユクエピラ 7-12cm	6.56	5.18	1.38	43.2
ユクエピラ 15-25cm	6.3	4.92	1.38	34.7
ユクエピラ 28-37cm	6.09	4.61	1.48	27.8
ユクエピラ 38-43cm	5.94	4.41	1.53	20.2
ユクエピラ 45-55cm	5.98	4.15	1.83	20
ワシツプ	6.93	4.96	1.97	18.7
伊藤沢 水面	6.34	3.87	2.47	37
伊藤沢 水面から50cm	5.34	3.75	1.59	47
伊藤沢 水面から150cm	5.59	3.76	1.83	31.1
呼人	7.56	5.04	2.52	1908

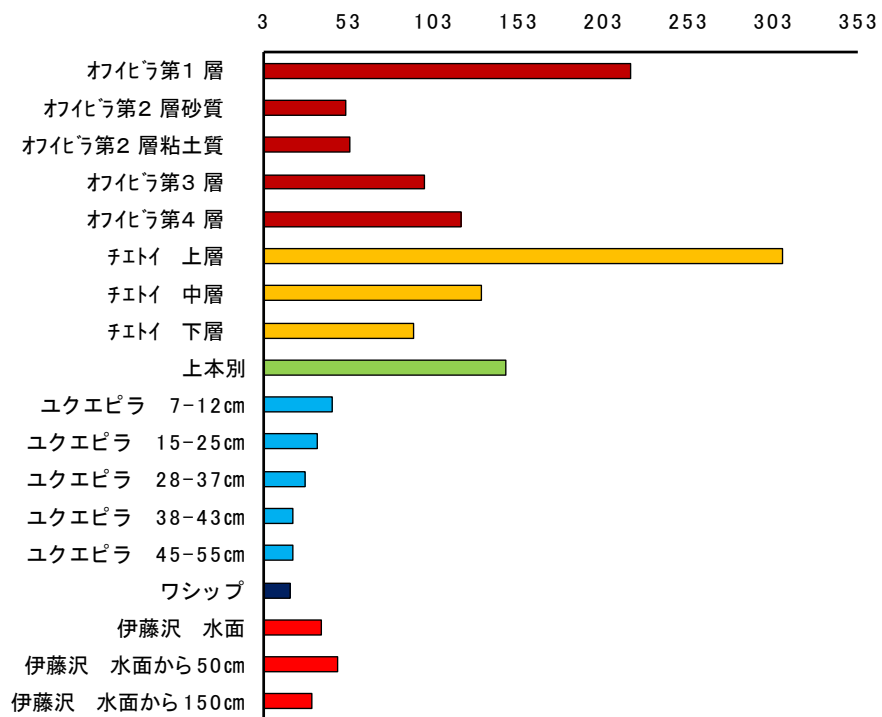
pH (H<sub>2</sub>O)



### pH (KCl)



### EC ( $\mu s$ )

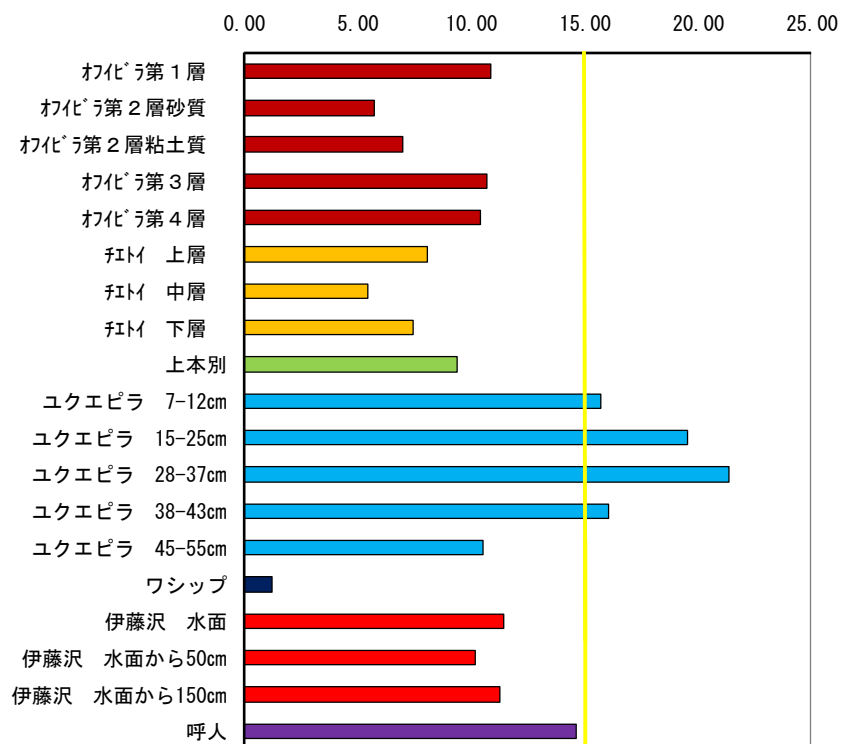


リン酸吸収係数

土壌サンプル名	リン酸吸収係数 (gP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg <sup>-1</sup> )
オフビラ第1層	10.88
オフビラ第2層砂質	5.74
オフビラ第2層粘土質	6.98
オフビラ第3層	10.70
オフビラ第4層	10.42
チエム 上層	8.10
チエム 中層	5.45
チエム 下層	7.47
上本別	9.40
ユクエピラ 7-12cm	15.72
ユクエピラ 15-25cm	19.57
ユクエピラ 28-37cm	21.36
ユクエピラ 38-43cm	16.04
ユクエピラ 45-55cm	10.50
ワシップ	1.24
伊藤沢 水面	11.44
伊藤沢 水面から50cm	10.18
伊藤沢 水面から150cm	11.29
呼人	14.64

15g/kg以上は火山灰土

リン酸吸収係数 (gP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>kg<sup>-1</sup>)



灼熱損量・水分含量

土壌サンプル名	灼熱損量 (%)	水分含量 (%)
オフビラ第1層	25.98	6.90
オフビラ第2層 砂質	5.86	4.09
オフビラ第2層 粘土質	7.58	6.02
オフビラ第3層	30.41	11.53
オフビラ第4層	16.73	5.10
チエトイ 上層	12.66	6.90
チエトイ 中層	5.61	4.12
チエトイ 下層	6.16	4.73
上本別	7.85	5.17
ユクエピラ 7-12cm	16.38	7.54
ユクエピラ 15-25cm	18.44	9.05
ユクエピラ 28-37cm	14.53	6.52
ユクエピラ 38-43cm	9.25	5.91
ユクエピラ 45-55cm	8.05	0.81
ワシツプ	1.82	1.03
伊藤沢 水面	3.97	0.87
伊藤沢 水面から50cm	4.38	1.03
伊藤沢 水面から150cm	4.81	6.12
呼人	9.24	6.50



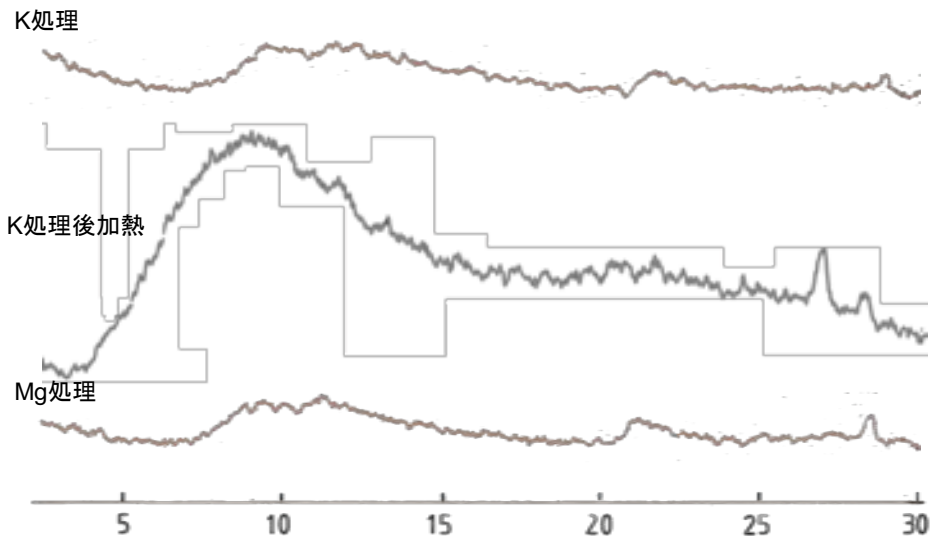
粒型組成

各粒径画分の相対割合

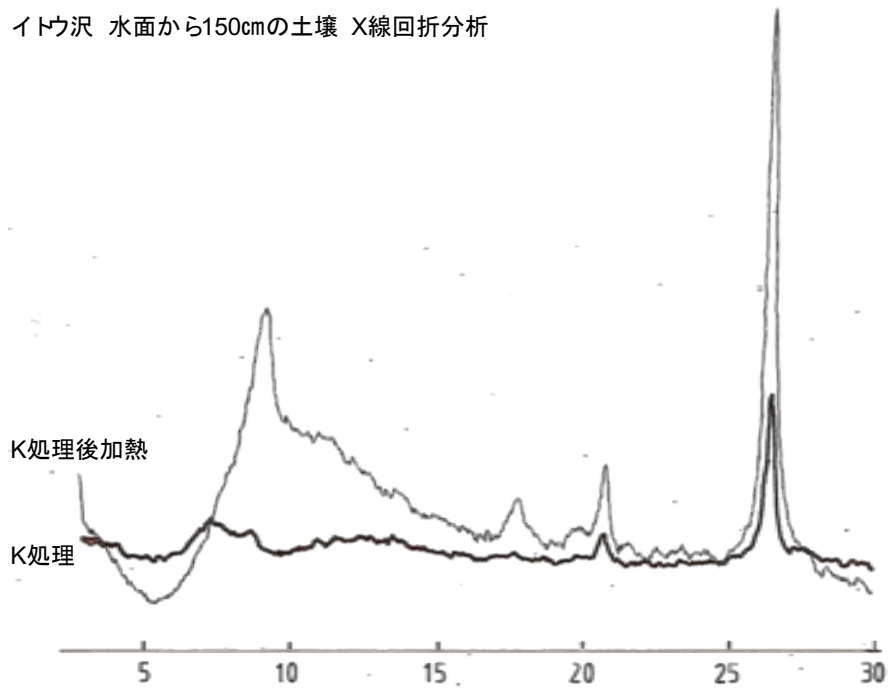
土壌サンプル名	砂 (%)	粗砂 (%)	細砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)	土性
オフビラ第1層	63.2	31.2	32.0	18.4	18.4	SCL
オフビラ第2層砂質	70.3	34.6	35.7	15.9	13.8	SL
オフビラ第2層粘土質	63.8	20.7	43.1	19.1	17.1	SCL
オフビラ第3層	40.8	18.2	22.6	24.4	34.8	LC
オフビラ第4層	54.1	21.3	32.8	28.8	17.1	CL
チエト崖 高さ7m	41.5	12.1	29.4	44.2	14.4	L
チエト崖 高さ5m	66.9	9.3	57.6	23.2	9.9	SL
チエト崖 高さ3m	60.8	10.9	49.9	35.5	3.7	L
上本別	42.2	0.2	42.0	39.8	18.0	CL
ユクエピラ 7-12cm	65.6	17.6	48.0	20.3	14.1	SL
ユクエピラ 15-25cm	66.7	14.7	52.0	13.4	19.9	SCL
ユクエピラ 28-37cm	55.3	11.0	44.3	38.3	6.4	L
ユクエピラ 38-43cm	60.9	20.1	40.8	36.6	2.4	L
ユクエピラ 45-55cm	54.5	13.9	40.6	40.1	5.4	L
ワシツ	86.5	38.8	47.7	13.5	0.0	S
伊藤沢 水面	58.3	0.6	57.7	30.9	10.8	L
伊藤沢 水面から50cm	72.3	0.6	71.7	19.3	8.4	SL
伊藤沢 水面から150cm	53.0	1.1	52.0	29.1	17.9	CL
呼人	1.2	0.0	1.2	9.0	89.8	HC

## X線回折分析

ユクエピラチャシ第5層の土壌 X線回折分析



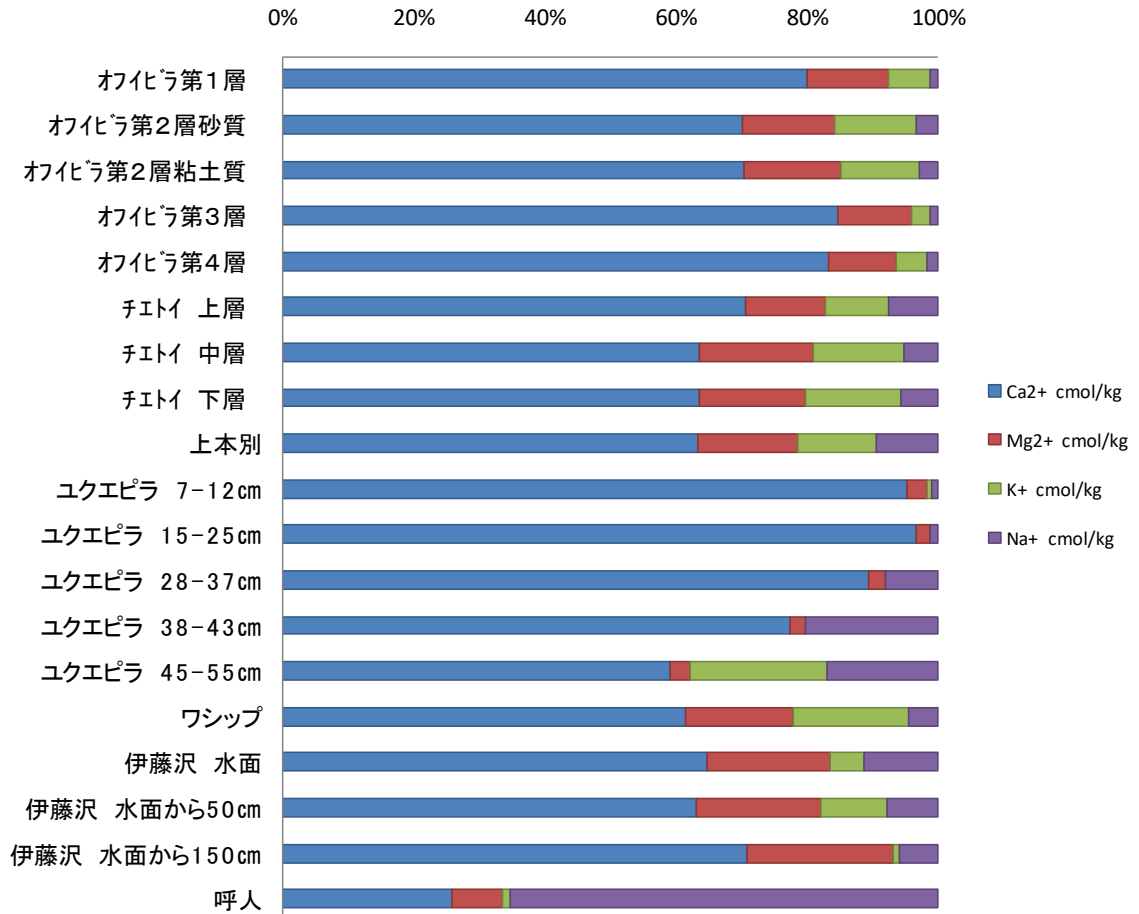
イトウ沢 水面から150cmの土壌 X線回折分析

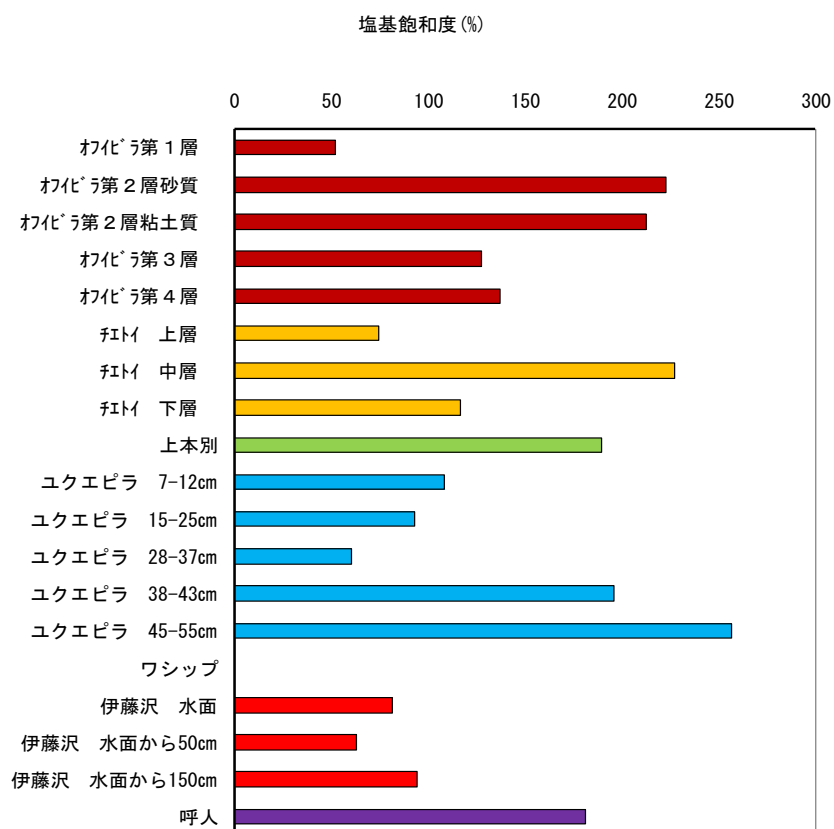
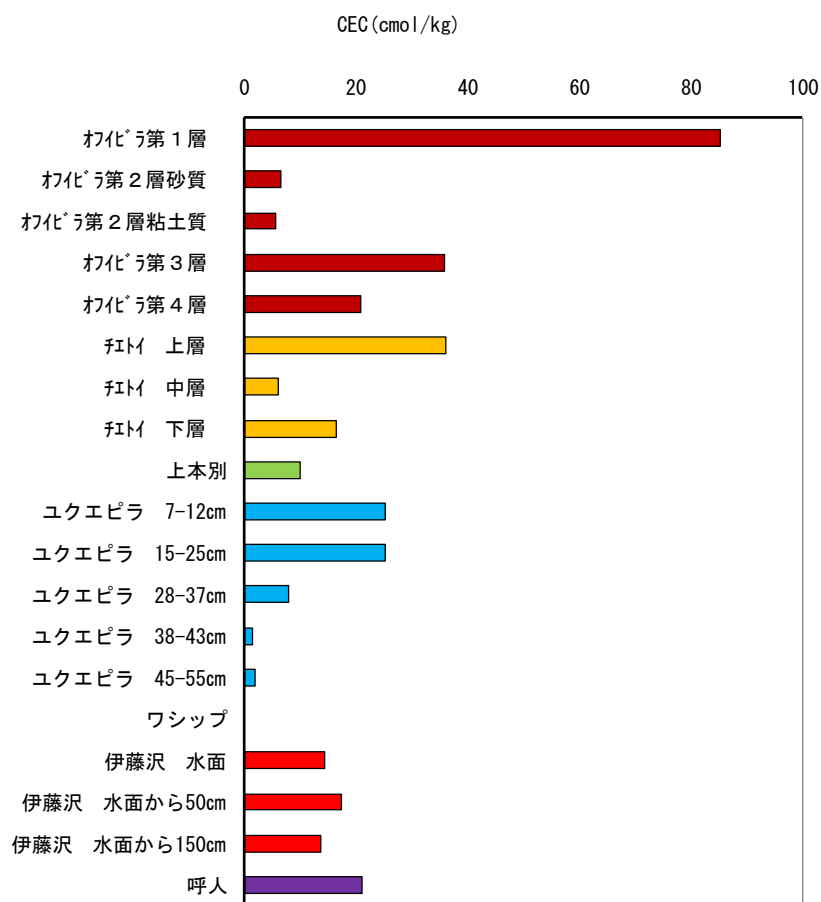


交換性陽イオンと CEC

土壌サンプル名	Ca <sup>2+</sup> cm o/kg	Mg <sup>2+</sup> cm o/kg	K <sup>+</sup> cm o/kg	Na <sup>+</sup> cm o/kg	塩基の合計 (cm o/kg)	CEC cm o/kg	塩基飽和度 (%)
オフビラ第1層	35.48	5.53	2.77	0.48	44.25	85.4	51.8
オフビラ第2層砂質	10.43	2.09	1.84	0.49	14.85	6.7	222.7
オフビラ第2層粘土質	8.62	1.82	1.44	0.34	12.22	5.8	212.4
オフビラ第3層	38.77	5.12	1.27	0.53	45.68	35.9	127.3
オフビラ第4層	24.03	2.98	1.35	0.42	28.77	20.9	137.5
チエム 上層	19.01	3.27	2.60	1.98	26.86	36.1	74.4
チエム 中層	8.98	2.46	1.95	0.72	14.11	6.2	227.7
チエム 下層	12.19	3.15	2.78	1.05	19.16	16.4	116.8
青粘土	12.18	2.92	2.34	1.76	19.19	10.1	189.7
ユクエピラ 7-12cm	26.19	0.84	0.20	0.23	27.46	25.3	108.4
ユクエピラ 15-25cm	22.98	0.50	-0.09	0.24	23.63	25.3	93.2
ユクエピラ 28-37cm	4.48	0.12	-0.19	0.40	4.82	8.0	60.5
ユクエピラ 38-43cm	2.26	0.07	-0.03	0.59	2.89	1.5	196.0
ユクエピラ 45-55cm	2.93	0.15	1.03	0.83	4.94	1.9	257.0
ワシツプ	2.74	0.73	0.78	0.19	4.45	0.0	-
伊藤沢 水面	7.59	2.18	0.60	1.30	11.67	14.4	81.3
伊藤沢 水面から50cm	6.96	2.08	1.11	0.84	10.98	17.4	63.0
伊藤沢 水面から150cm	9.21	2.89	0.12	0.76	12.98	13.7	94.6
呼人	9.90	2.94	0.50	24.81	38.14	21.1	181.2

## 交換性陽イオン(cmol/kg)





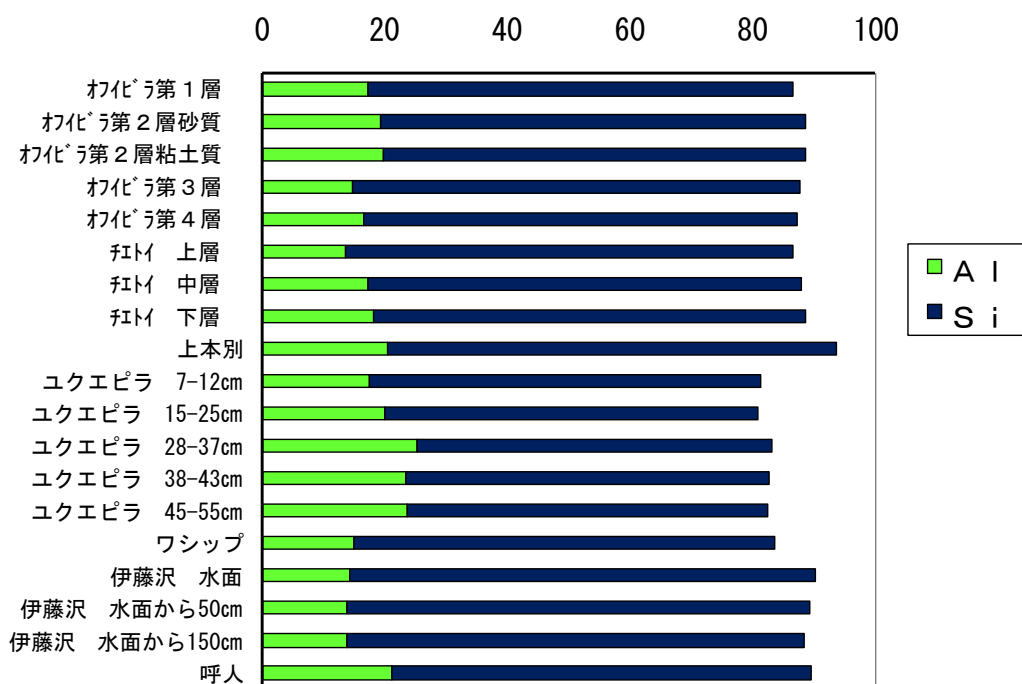
蛍光 X 線

土壌試料の主要元素組成

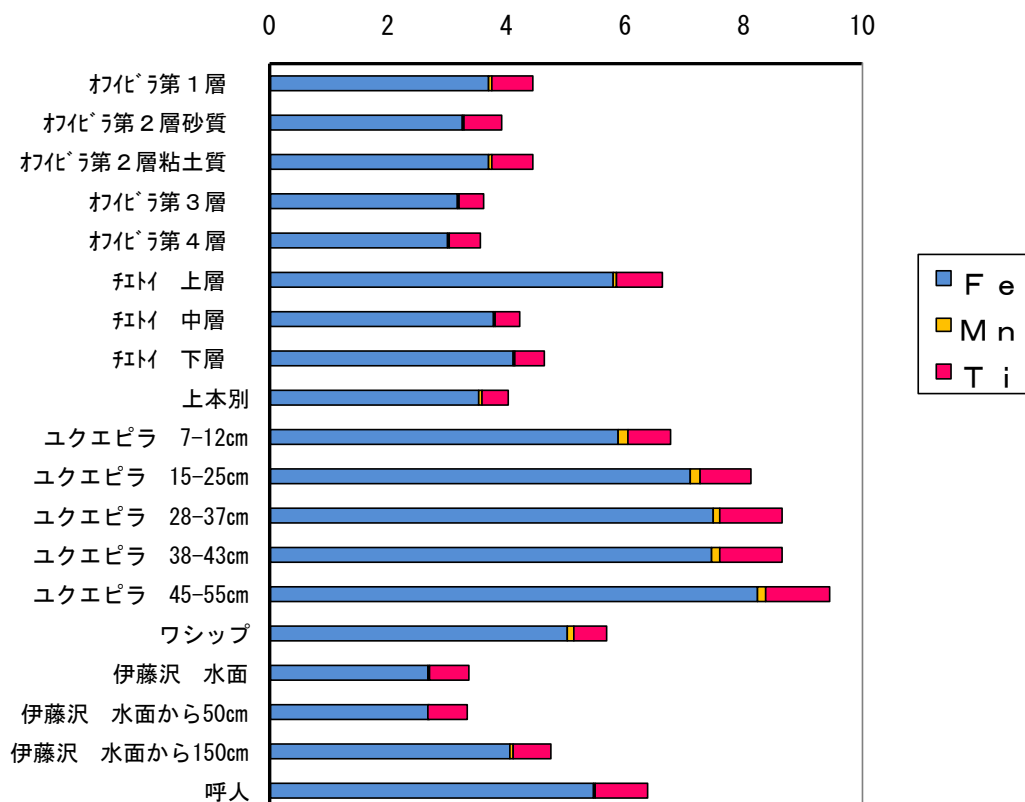
単位 %

土壌サンプル名	Fe	Mn	Ti	Al	Ca	K	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Si	Mg	Na
オフビラ第 1 層	3.69	0.06	0.68	17.26	2.98	1.42	0.13	69.44	1.03	2.42
オフビラ第 2 層砂質	3.25	0.03	0.63	19.25	1.91	1.56	0.01	69.43	0.54	2.71
オフビラ第 2 層粘土質	3.71	0.04	0.71	19.84	1.71	1.55	0.01	68.81	0.62	2.38
オフビラ第 3 層	3.16	0.04	0.42	14.83	3.02	0.99	0.19	72.83	0.71	1.95
オフビラ第 4 層	3.00	0.04	0.51	16.56	2.85	1.27	0.08	70.66	0.80	2.40
チエト 上層	5.80	0.05	0.77	13.53	2.27	0.73	0.04	73.18	0.47	1.44
チエト 中層	3.78	0.04	0.40	17.34	1.45	2.25	0.00	70.58	0.41	2.42
チエト 下層	4.12	0.04	0.50	18.15	1.25	2.20	0.01	70.49	0.57	2.00
上本別	3.54	0.05	0.46	20.40	1.08	1.32	0.02	73.20	0.33	1.58
ユクエピラ 7-12cm	5.89	0.17	0.72	17.47	4.01	1.14	0.74	63.84	1.29	2.59
ユクエピラ 15-25cm	7.10	0.18	0.86	20.09	3.63	1.06	0.64	60.79	1.52	2.24
ユクエピラ 28-37cm	7.50	0.11	1.04	25.38	2.14	1.14	0.18	57.76	1.58	2.00
ユクエピラ 38-43cm	7.46	0.13	1.07	23.40	2.44	1.04	0.08	59.22	1.73	2.21
ユクエピラ 45-55cm	8.25	0.14	1.08	23.78	2.21	0.94	0.04	58.71	1.46	2.03
ワシツ	5.03	0.12	0.54	15.08	2.96	1.93	0.08	68.67	0.79	3.54
伊藤沢 水面	2.69	0.02	0.66	14.36	0.48	2.01	0.01	75.96	1.07	1.33
伊藤沢 水面から50cm	2.67	0.02	0.65	13.91	0.52	2.23	0.01	75.53	0.97	1.54
伊藤沢 水面から150cm	4.06	0.04	0.66	13.95	0.67	1.99	0.04	74.57	1.05	1.48
呼人	5.48	0.01	0.90	21.07	0.43	0.96	0.02	68.59	0.71	1.32

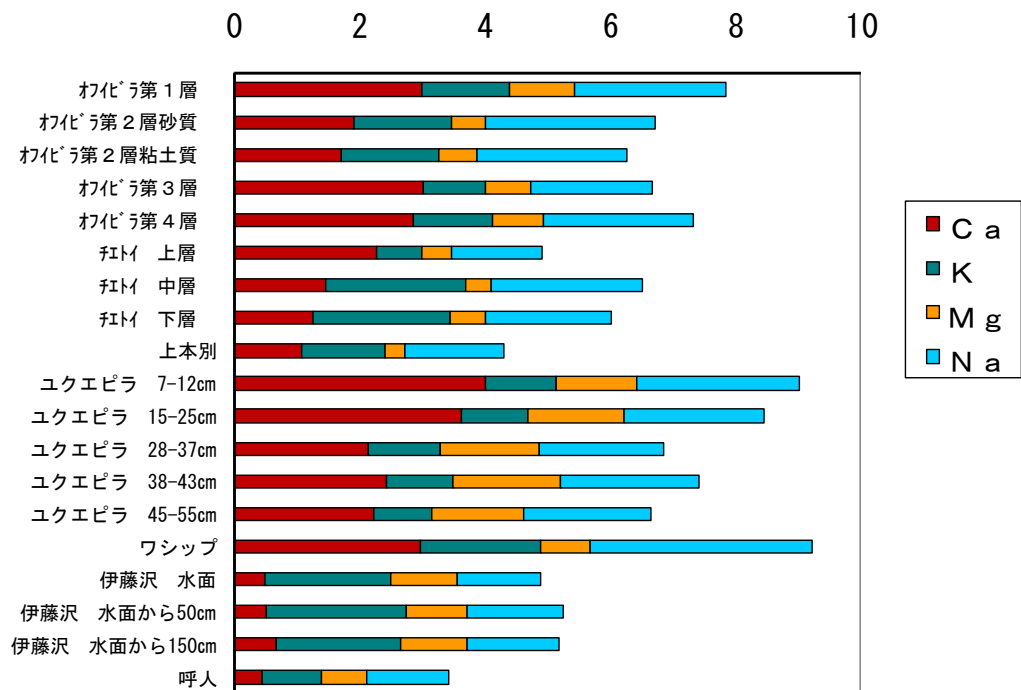
### Al および Si (%)



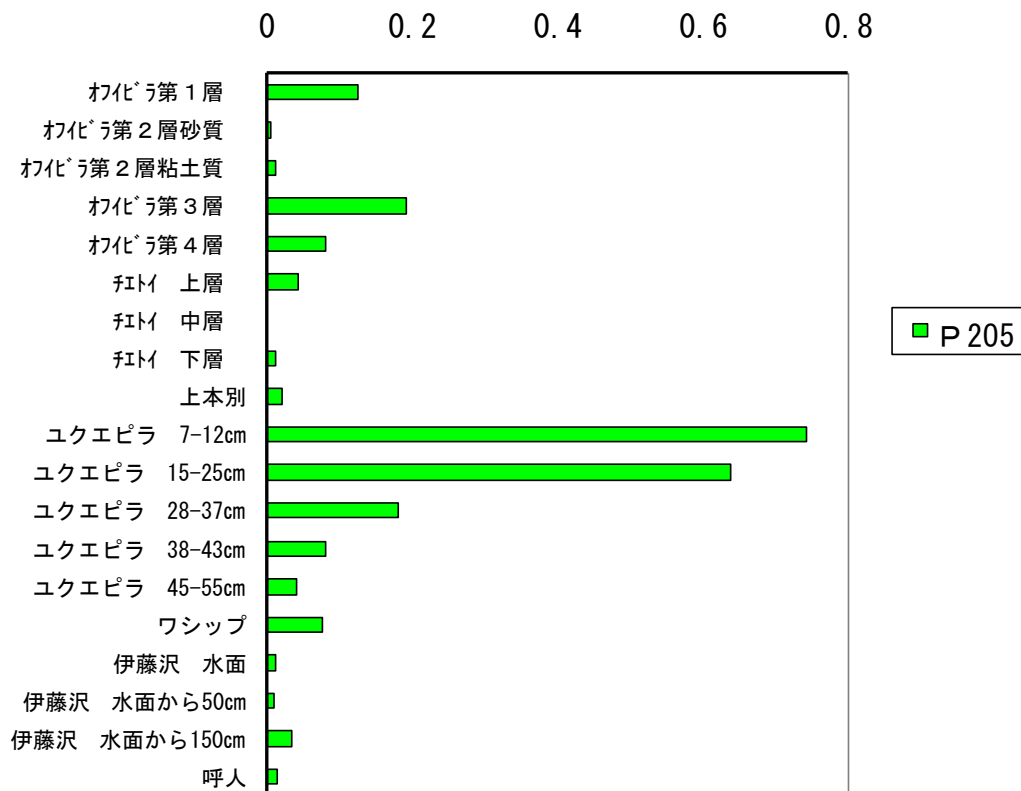
### Fe, Mn および Si (%)



K, Ca, Mg および Na (%)



P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)



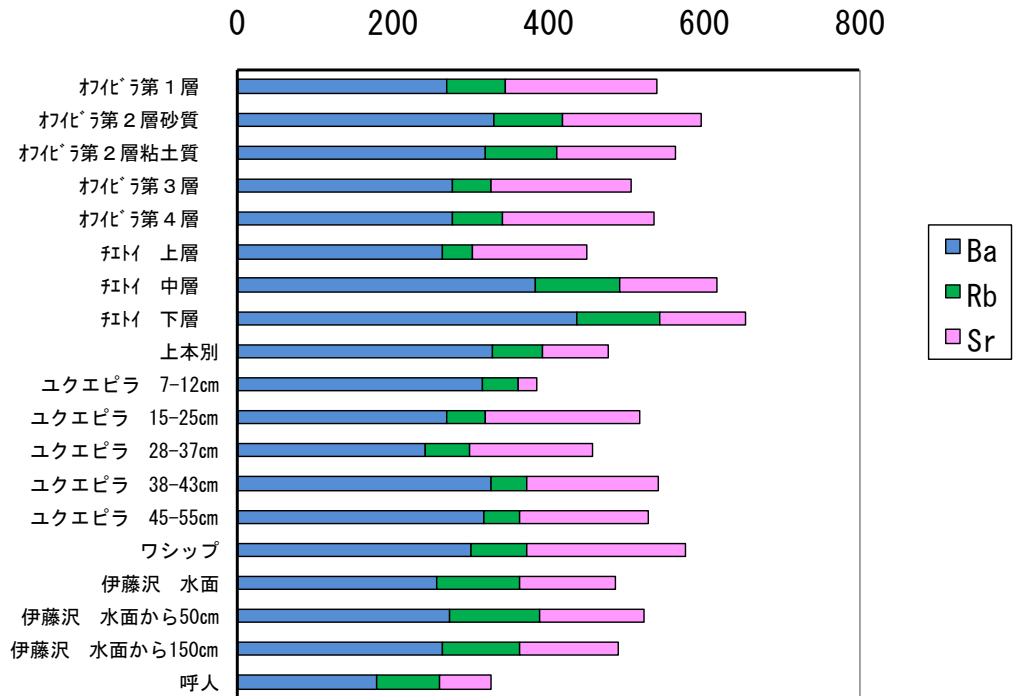


土壤試料の微量元素組成

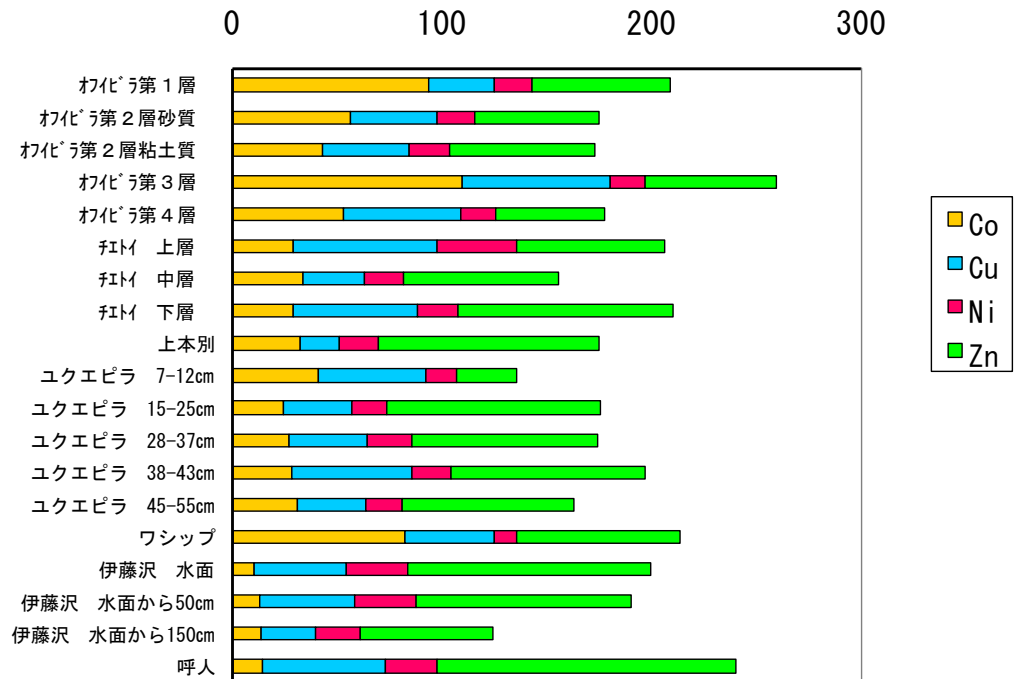
単位 mg/kg

土壤サンプル名	As	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Rb	Sr	Y	Zn	Zr
オフビラ第1層	12.0	270	93.9	6.79	31.2	18.1	23.5	74.8	194.3	20.6	65.5	131
オフビラ第2層砂質	13.2	330	56.0	0.00	41.4	18.5	25.3	89.4	177.7	24.2	59.4	159
オフビラ第2層粘土質	13.6	318	43.3	12.88	40.9	19.4	25.2	92.8	152.3	25.9	69.5	157
オフビラ第3層	13.9	277	109.8	0.00	70.3	17.0	14.8	50.3	179.3	20.6	62.3	104
オフビラ第4層	13.5	277	53.1	0.00	56.1	16.4	19.9	64.3	196.0	23.6	52.3	128
チエト 上層	24.3	265	28.7	0.00	69.2	37.5	20.3	38.7	145.8	157.2	70.8	151
チエト 中層	13.4	383	33.6	0.00	29.5	18.7	23.3	108.5	125.1	44.0	74.0	197
チエト 下層	16.8	436	29.3	3.59	59.3	19.3	30.6	107.5	110.1	43.9	102.6	203
上本別	19.3	329	32.1	0.00	18.9	18.5	31.9	63.6	85.3	48.4	105.7	268
ユクエピラ 7-12cm	16.3	315	40.8	0.00	51.6	14.9	23.2	46.3	23.2	218.1	28.7	100
ユクエピラ 15-25cm	15.3	269	24.1	0.00	33.2	16.4	19.5	50.6	197.9	27.2	101.8	147
ユクエピラ 28-37cm	19.3	241	27.0	15.33	37.3	21.6	29.5	57.8	158.6	25.0	88.8	188
ユクエピラ 38-43cm	16.7	326	28.1	18.88	57.5	19.0	27.2	46.8	169.1	20.6	92.5	192
ユクエピラ 45-55cm	16.7	318	31.3	1.17	32.7	17.0	20.5	45.9	164.0	20.3	81.8	197
ワシップ	11.2	301	82.3	0.00	43.0	10.4	21.4	71.5	203.9	33.0	77.7	198
伊藤沢 水面	13.2	257	10.4	44.83	44.2	29.1	21.5	107.0	122.3	29.3	115.8	181
伊藤沢 水面から50cm	15.2	273	13.3	44.02	45.1	29.1	25.3	116.2	135.0	29.2	102.5	197
伊藤沢 水面から150cm	12.6	264	13.6	44.84	26.0	21.1	16.3	99.8	127.0	26.2	63.5	179
呼人	16.8	179	14.5	48.84	58.7	24.2	25.9	81.1	67.0	42.0	143.1	163

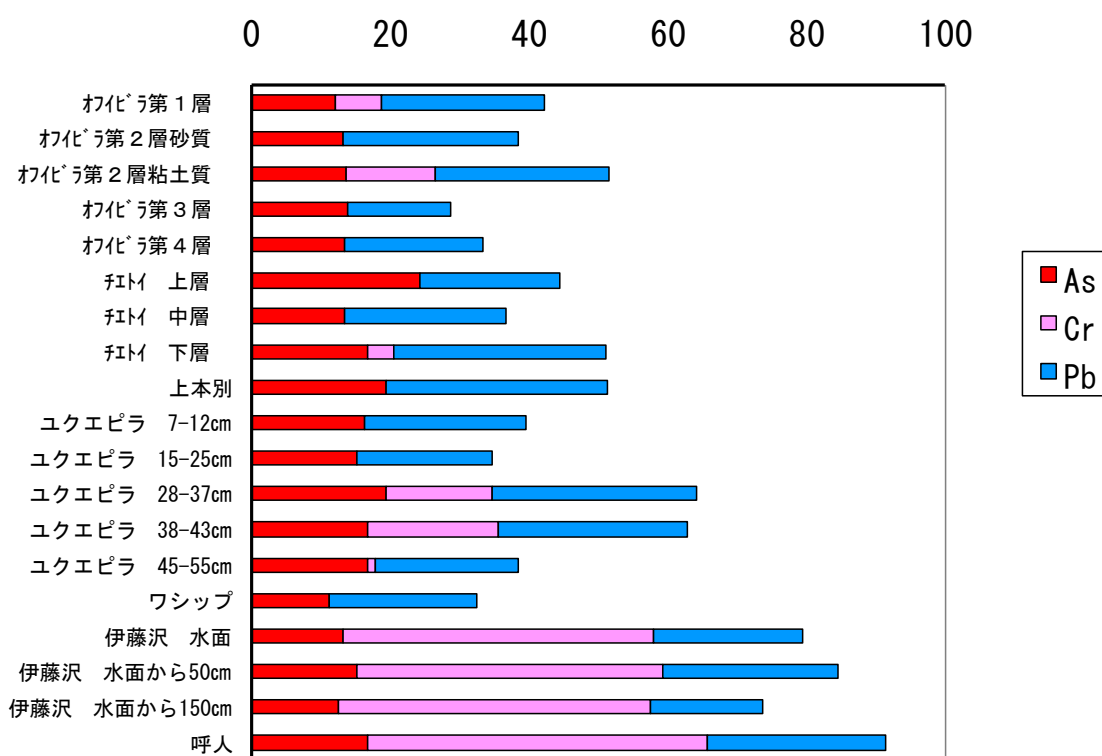
Ba, Rb および Sr (mg/kg)



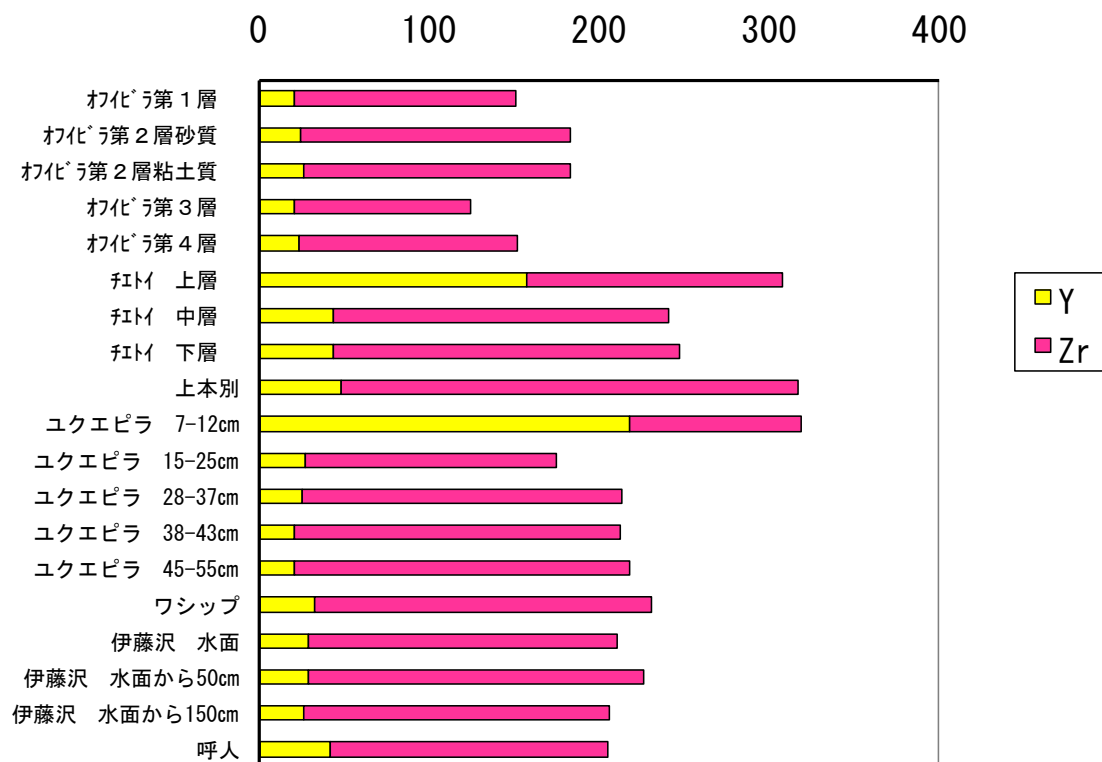
Co, Cu および Ni, Zn (mg/kg)



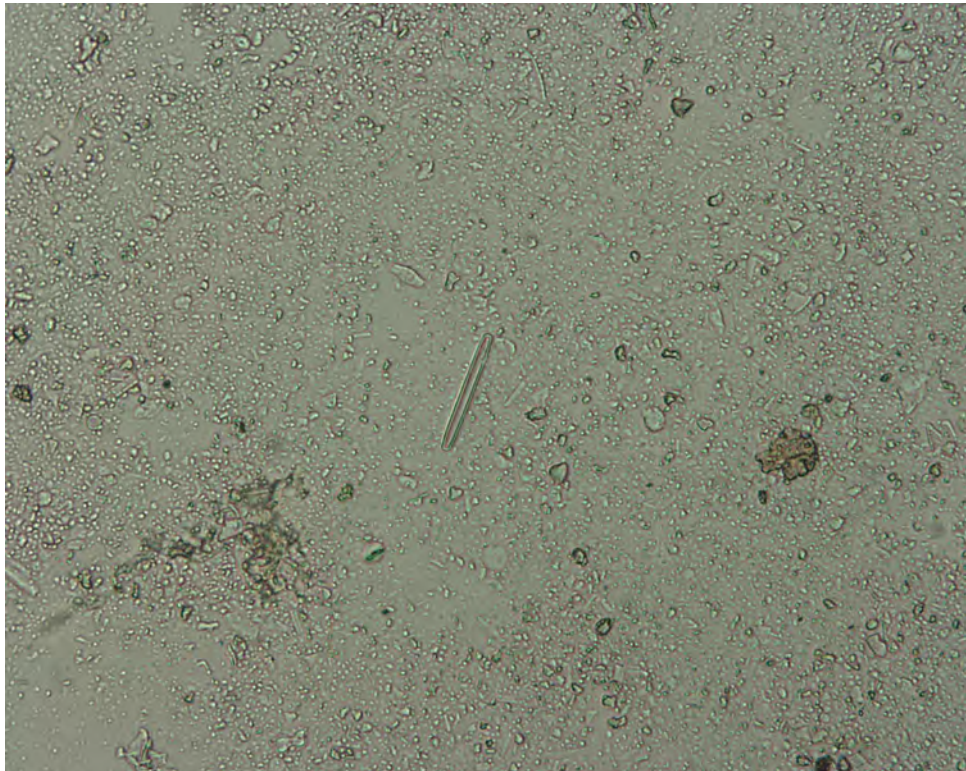
### As, Cr および Pb (mg/kg)



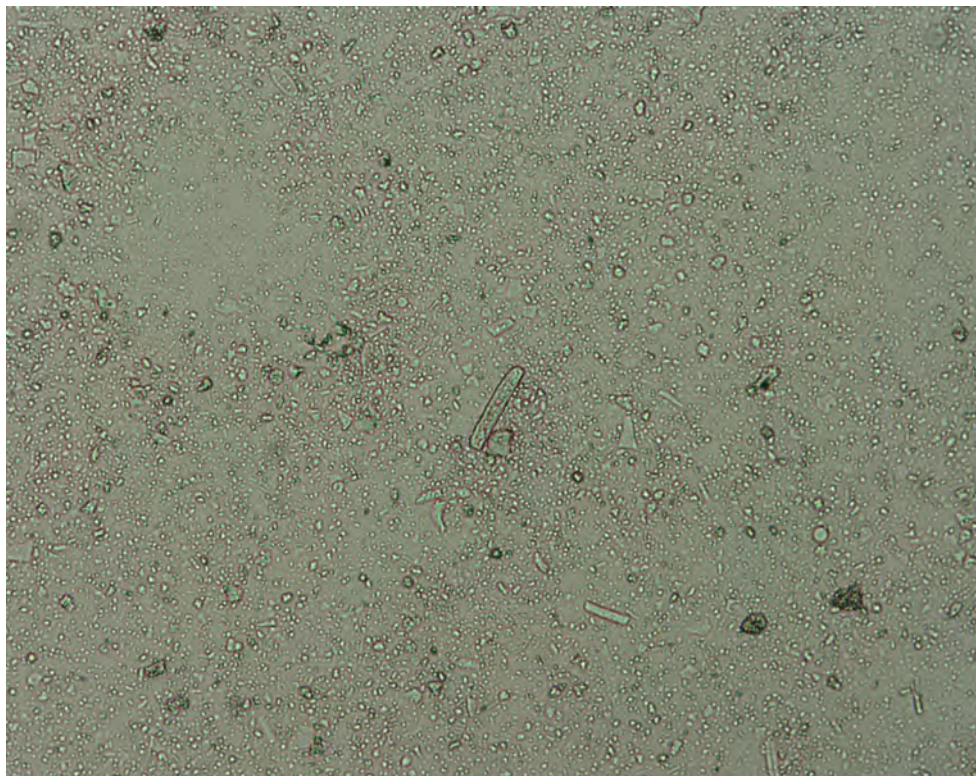
### Y および Zr (mg/kg)



顕微鏡写真（200倍）

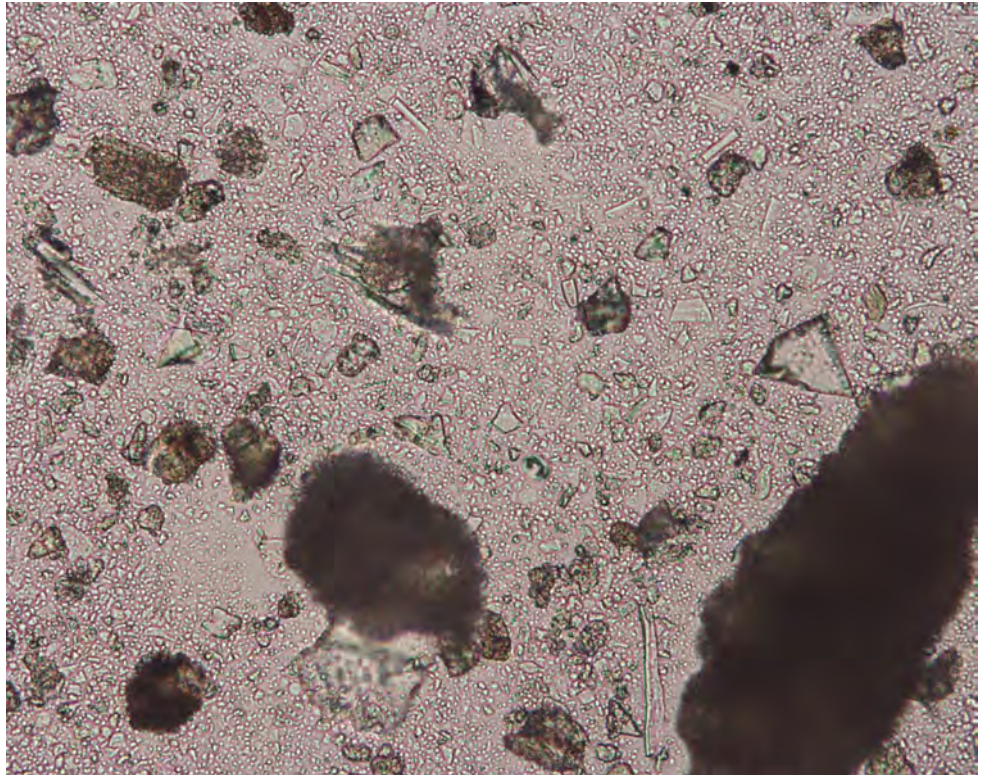


本別町 オフィビラ土壌 第1層

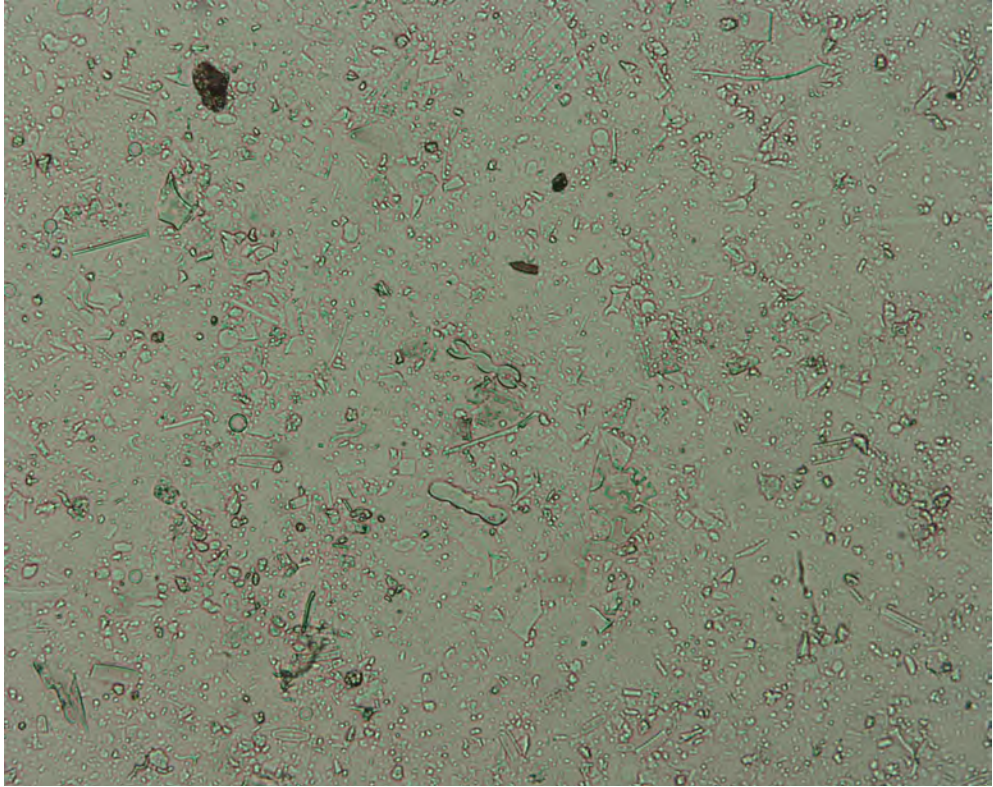


本別町 オフィビラ土壌 第2層 砂質



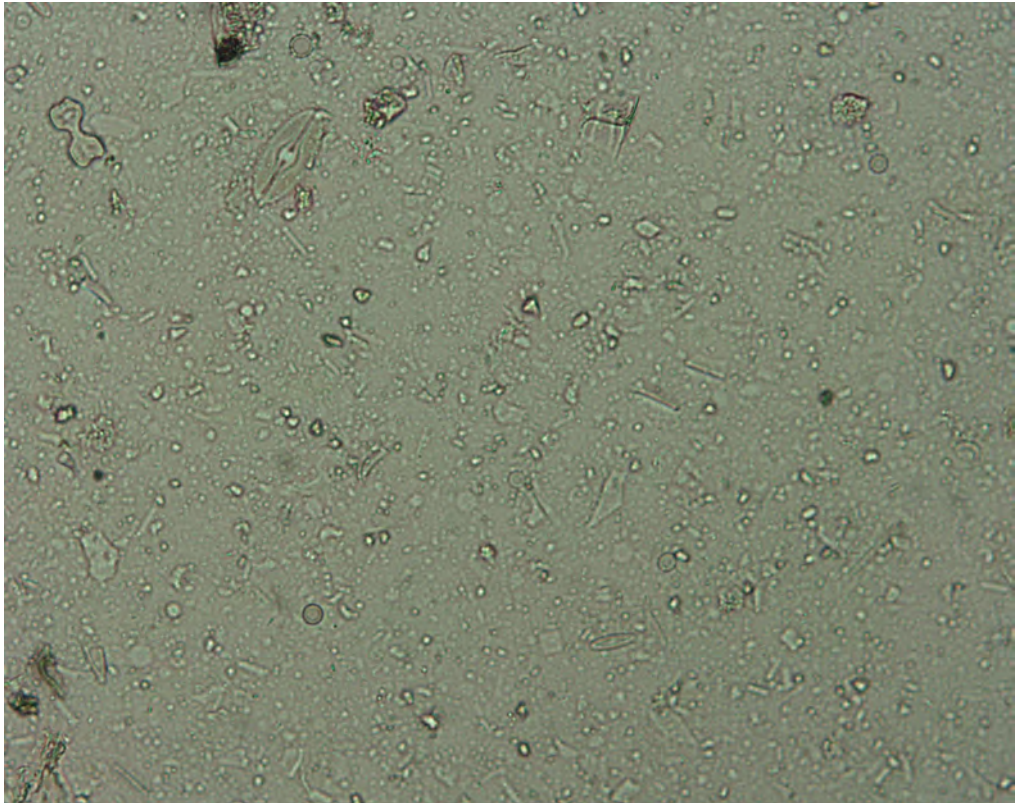


本別町 オフィビラ土壌 第2層 粘土質

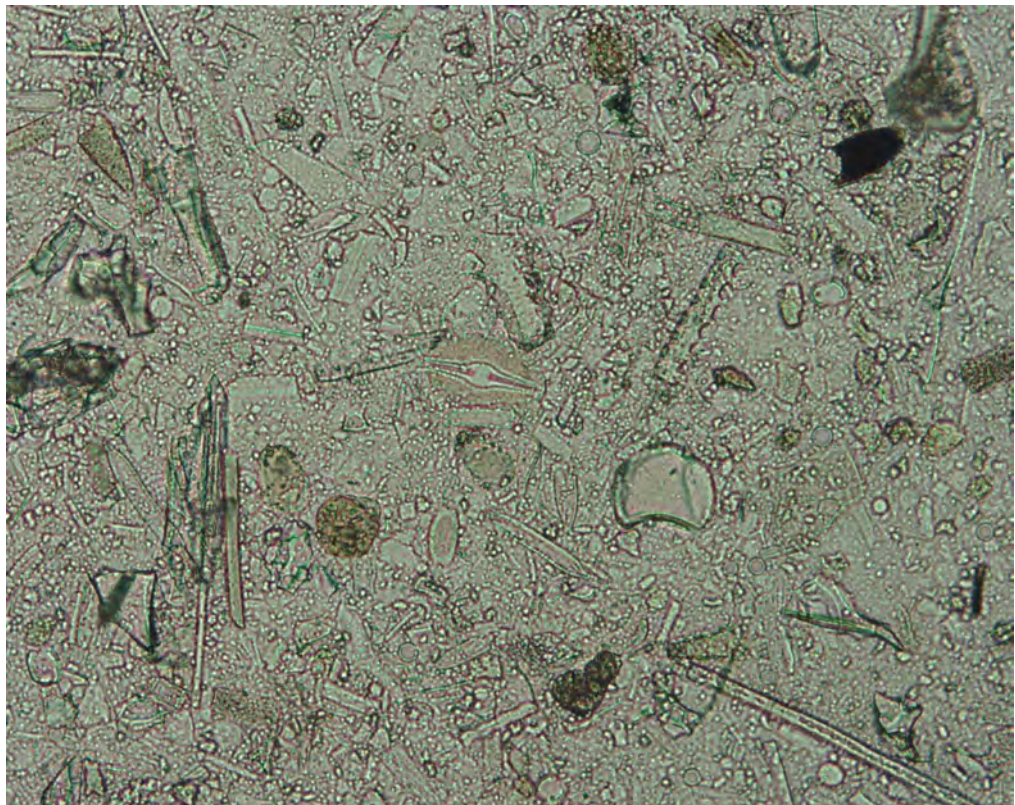


本別町 オフィビラ土壌 第3層





本別町 オフィビラ土壌 第3層



本別町 オフィビラ土壌 第4層