

# 土の有機物研究に携わって

帯広畜産大学名誉教授

筒木 潔

つつき きよし

日本土壌肥料学会秋季北海道大会シンポジウム  
国際土壌の10年に向けて  
2017.11.30 かでる2・7



Woodpecker

1.

ご紹介有難うございました。

本日は発表の機会を与えていただき大変有難うございます。

シンポジウムのタイトル「国際土壌の10年」にはあまり似つかわしくない内容となるかもしれませんが、お許してください。

# Homo ab Humo

人は土から生まれた。

## •Human – Humus – Humidity

人・腐植・水の間には深いつながりがある。Humility(謙虚さ), Humble(質素), Humor(ユーモア、気分、体液)も関係がある。

•人類の潜在意識「母なる大地」

•犬養道子氏「人間の大地」(1983)でも言及

2.

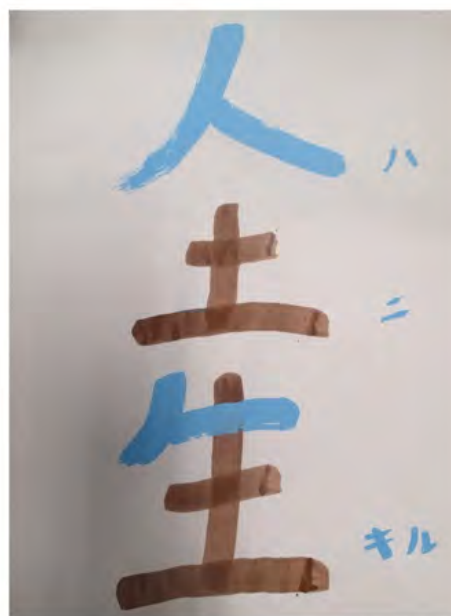
私は卒論以来、土壌有機物ないし腐植に関わる研究にたずさわってきました。そのため、Humus および Humic という言葉にはずっと親しみを持ってきました。

英和辞典でHumus という言葉を調べると、その前後に、“Hum” という語幹を持つ言葉がたくさん並んでいます。そのなかには“Human”（人間）、“Humidity”（水分）というような重要な言葉も含まれています。このことから、“Humus” も人間の生命活動にかかわる重要なものとして意識されてきたのではないかと考えるようになりました。Humus という言葉は、もともとはもっと広い意味で土そのものを意味していたようです。そして、旧約聖書のなかでは、人は神によって土から造られたと述べられています。ユダヤ教、キリスト教、イスラム教にもこの考えが引き継がれています。

また、“Hum” という語幹は、“Humility”、“Humble”、“Humor” というような、人間の精神状態にかかわる言葉のなかにも使われています。

このことは、犬養道子さんの著書「人間の大地」の中でも述べられていました。

## 筒木研究室のモニュメント (退職前の1年間)



3.

この写真は私が退職前の1年間ほど大学の研究室に飾っておいたモニュメントです。ミニバレーのボールには“Hum, Hum, Hum”とHumを3回繰り返して書いてあります。

また、“Homo ab Humo”（人は土から生まれた）と関連しますが、漢字の「人」という字と「土」という字を眺めていたところ、この二つの字から「生きる」あるいは「生まれる」という意味の「生」という漢字ができたのではないかと思いつきました。漢和辞典で「生」という字を引いてみますと、植物が生え出る様子を表したものと説明していました。これは、「土」という字の成り立ちと同じです。「土」という字は表土と心土からなる土から植物が生え出る様子を表したものという解釈があるからです。すなわち、漢字の意味からは、「生」という字と「土」という字は非常によく似た字であったということになります。

このような思い入れから、私はカレンダーの裏紙に「人」は「土」に「生きる」と書いて、研究室のドアに掲示しました。

## 私の研究の始まり

名古屋大学での卒論テーマ：

### 腐植酸の還元による色の変化

各種の土壌から得られた約20点の腐植酸について、その暗褐色の原因をさぐるため、 $\text{NaBH}_4$ 還元による吸収スペクトルの変化を調べた。

実験条件の検討のため、pHと吸収スペクトルの関係についても検討した。

4.

私の研究は、名古屋大学土壌学研究室で「腐植酸の還元による色の変化」という卒論のテーマを頂いたことから始まりました。これは、腐植酸の分類の基準となっていた暗褐色の可視部吸収の発色メカニズムを解明するというのが目的だったと思います。

## 大学院時代

最終的に約40点の腐植酸を分析し、土壌の種類との関係や腐植化の進行に伴う腐植酸の化学的性質の変化を調べた。

指導教官：

鋤塚昭三教授(当時は助教授)

熊田恭一教授



5.

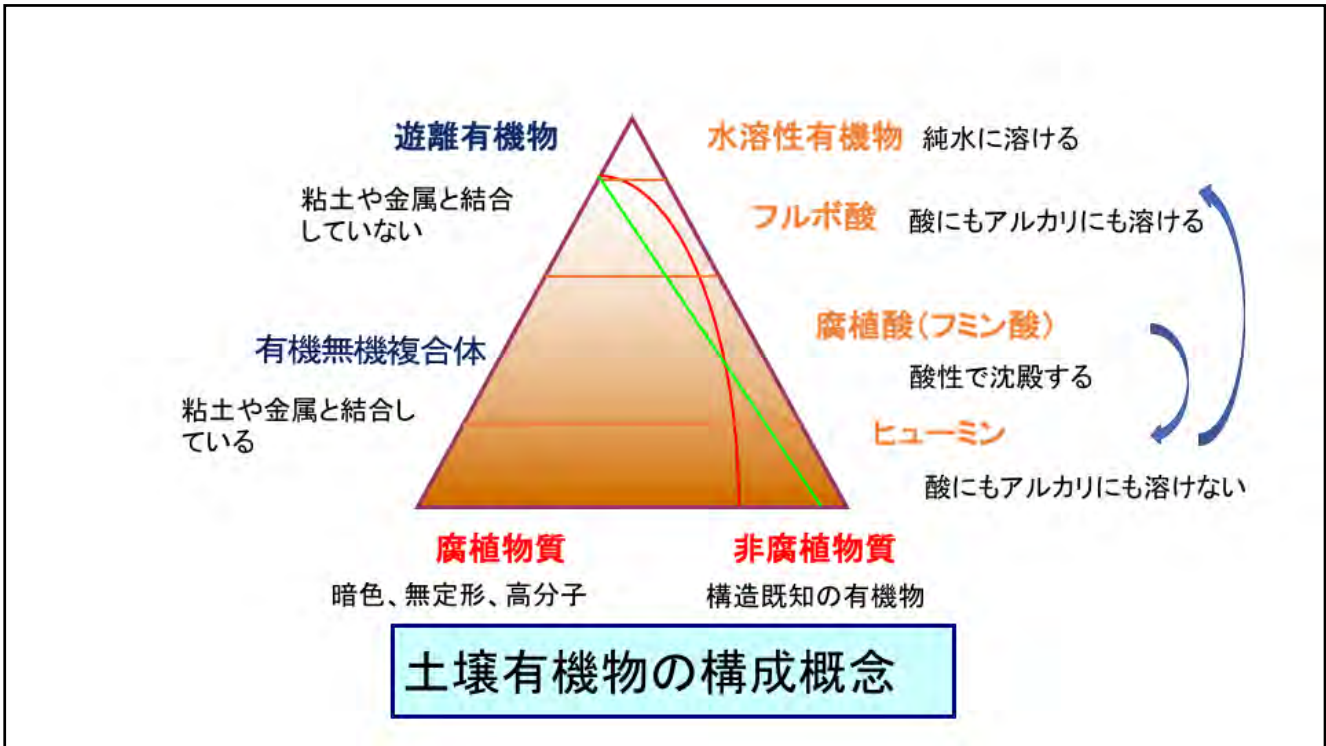
私の指導教員は、稲ポリフェノールの化学的研究で学位をとられた鋤塚昭三先生でした。熊田恭一先生は腐植酸研究の大家でしたが、当時学部長をしておられたので、卒論の学生は直接指導されませんでした。たくさんのアドバイスを頂きました。

森の土の表層 褐色森林土B<sub>B</sub>型 (岐阜県八百津町)  
Surface layer of forest soil



6.

この図は、褐色森林土の土壌断面を示したものです。腐植の存在形態は層位によって様々に異なっていますが、この土壌断面に暗い色をもたらしている土壌有機物のことを腐植と呼んでいます。



7.

土壌有機物中には、様々な物質が様々な形態で存在しています。この図は3種類の基準によって土壌有機物を区分したものです。土壌有機物の中には無機物と結合して存在している部分と遊離状態で存在している部分があります。また「腐植物質」と表現される複雑な物質群と既知の化学構造を持った非腐植腐植物質があります。また、酸性とアルカリ性の抽出液への溶解性から、フルボ酸、腐植酸、ヒューミンの画分に分けることもできます。

私は、卒論および大学院時代にはこの腐植酸の部分の研究に取り組み、名古屋大学の助手時代にはヒューミンの研究をてがけ、帯広畜産大学に来てからはフルボ酸や水溶性有機物の部分の研究にも携わることになりました。

## 腐植酸に関連して行った研究

- カルボニル基・キノン・フェノール性水酸基が吸光度に及ぼす影響
  - 元素組成
  - 官能基組成
  - アミノ酸分析
  - 糖組成分析
  - フェノール性化合物の組成
  - 脂質組成分析
  - 分子量分布
- その後、土壤有機物一般や堆肥・スラリーの分析にも適用した。

8.

学部、大学院、名古屋大学でのポスドク時代に行った腐植酸の研究はこのスライドに示しましたように様々な項目にわたっていました。  
この時代に習得した分析手法はその後の研究にも応用され役に立ちました。



朝倉書店「新土壌学」に掲載 (鋤塚先生著)

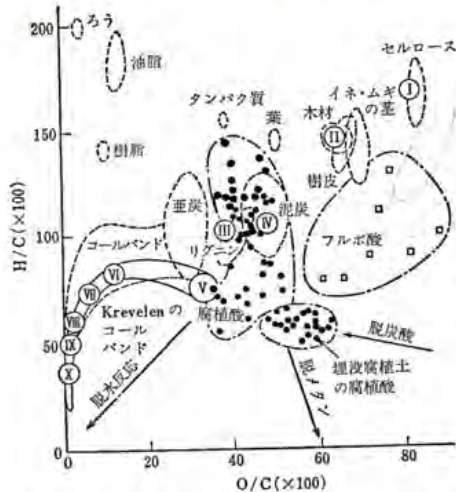


図 11 フルボ酸、腐植酸、石炭および各種植物成分の H/C-O/C の関係 (Kuwatsuka ら, 1978; 熊田, 1981)  
 I セルロース, II 木材, III リグニン, IV 泥炭, V 褐炭, VI 低品位蘆青炭, VII 中品位蘆青炭, VIII 高品位蘆青炭, IX 半無煙炭, X 無煙炭

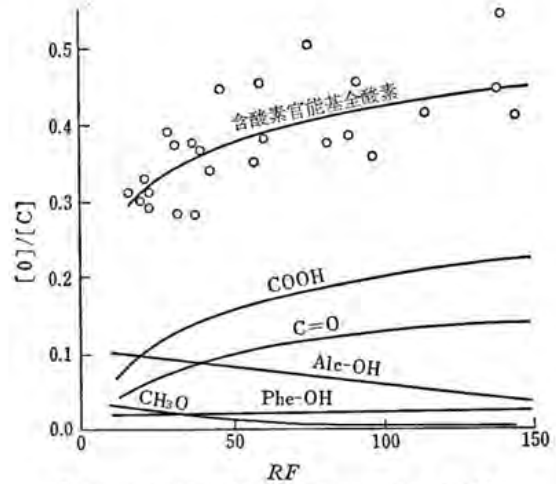


図 14 腐植酸の腐植化度と含酸素官能基含量との関係 (Tsutsuki, Kuwatsuka, 1978)

9.

このスライドは、腐植酸の化学組成に関する研究の一部を示したものです。元素組成から腐植酸という物質群を、石炭、泥炭、各種の植物体成分、フルボ酸などと比較し、それらの他の物質群とは異なった元素組成を示す物質群であることを明らかにしました。また、酸性官能基も腐植化の進行に伴って増加していくものと減少していくものがあることを明らかにしました。

これらの成果は鋤塚先生が朝倉書店の「新土壌学」に紹介してくださいました。

肥料科学  
第3号(1980)  
「腐植酸の化学」  
筒木潔・熊田恭一

腐植酸のA型、B型、Rp型は、必ずしも連続して変化するものではなく、それぞれの型が固有の特徴を持っていることを推定した。

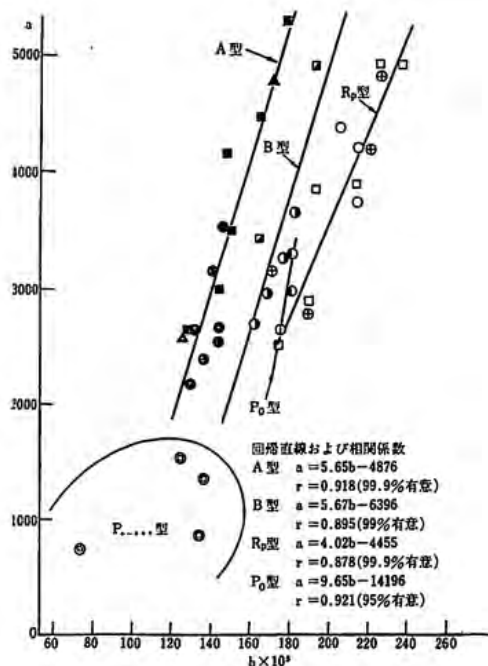
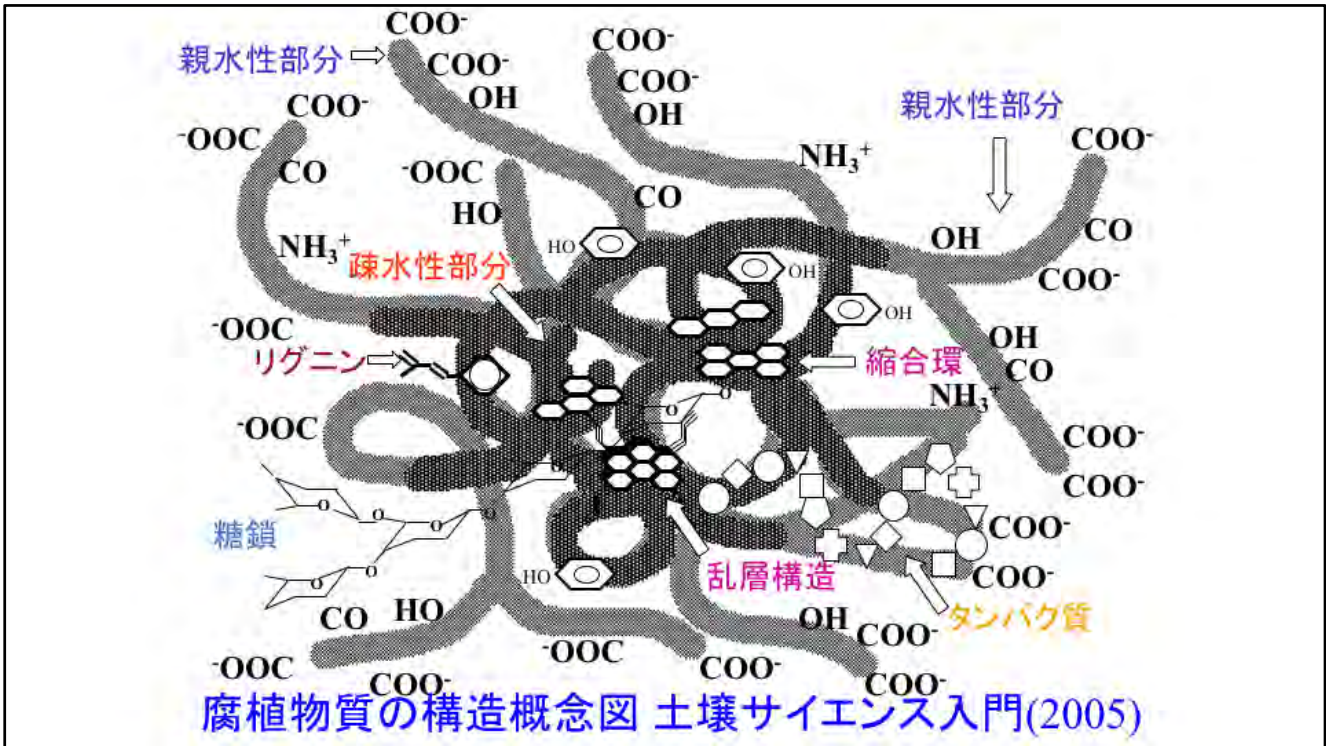


図15 各型腐植酸の可視部吸収スペクトルを指数関数 ( $K = a10^{-ba}$ ) として表わした場合の定数項 a と b の関係

10.

この図は、肥料科学研究所発行の「肥料科学」に執筆した総説に掲載したものです。

腐植酸の吸収スペクトルの特徴を整理することによって、腐植酸の分類のために設定されたA型、B型、Rp型などの区分が、連続して変化していくものではなく、それぞれの型ごとに独立した特徴を持つことを推定しました。



11.

その後、自分でも土壌学教科書の一章を執筆させて頂く機会を与えられ、腐植物質の構造概念図を提案しました。この考えでは、腐植物質とくに腐植酸は疎水性できっちりとした構造部分と、親水性で伸び縮みしやすい構造部分からなり、そしてこのような腐植物質部分に、多糖類、リグニン、脂質、たんぱく質などがからんで存在しているものと提案しました。

## International Rice Research Institute



12.

名古屋大学で博士論文を完成させ、その後1年7ヶ月の博士研究員を経験したのち、私は1980年11月からフィリピンの国際稲研究所(IRRI)でさらにポストドクトラルフェローとして研究を続けることになりました。

## IRRI（国際稲研究所）での研究

### VOLATILE PRODUCTS AND LOW-MOLECULAR- WEIGHT PHENOLIC PRODUCTS OF THE ANAEROBIC DECOMPOSITION OF ORGANIC MATTER

K. Tsutsuki

Organic Matter and Rice  
(1984)

水田土壌中での有機物の嫌気分解を研究した。

○有機物

稲わら、稲わらコンポスト、緑肥、対照

○条件

3種類の土壌、高温と低温

○研究項目

ガス生成 ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ )

有機酸、アルデヒド、アルコール生成

窒素の形態変化

腐植化 等

13.

IRRIでの研究は、水田の肥沃度を高めるために施用される各種の有機物（いなわら、緑肥、コンポストなど）の嫌氣的分解過程を明らかにすることでした。そこで3種類の特徴的な土壌をもちい、ガス生成、有機酸生成、窒素の変化、腐植化の過程などを研究しました。

## 発展途上国の農民は肥料を買えない。

- 稲わらや緑肥などの身近な有機物を活用
- しかし、水田では酸素の乏しい条件下で有機物分解が起こるので、それに伴う問題点を明らかにする必要がある。
- Dr. F. N. Ponnampereuma の問題意識
  
- 現在ではIRRI の方針も変わりつつある。
- 稲わら、緑肥、アゾラの圃場還元は消極的。

14.

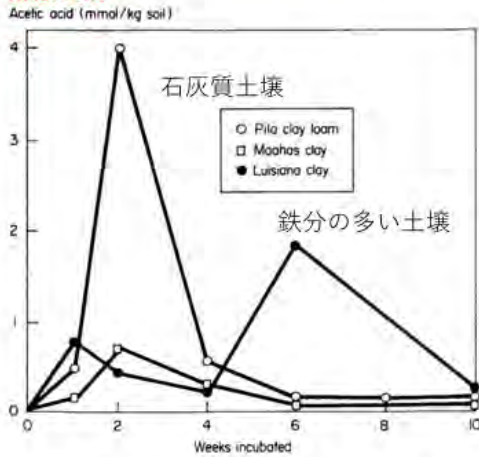
その研究の目的は、化学肥料の導入が困難な開発途上国の農民のために稲わらや緑肥の導入を指導したい。しかし、水田への有機物の施用は嫌気分解によってさまざまな障害をもたらすこともあるので、問題点を明らかにしてその克服のために活用したいということでした。

しかし、今年の2月にIRRI を訪問してきましたが、稲わらや緑肥などの有機物の施用に関する研究はもう行われていませんでした。

これは、化学肥料の導入が開発途上国でも容易になってきたこと、長年稲わらを施用してきた試験区と施用してこなかった試験区の間で土壌有機物含量にほとんど差がなかったこと、有機物の施用によってメタンや二酸化炭素などの地球温暖化ガスが生成することなどが理由となっているとのことでした。

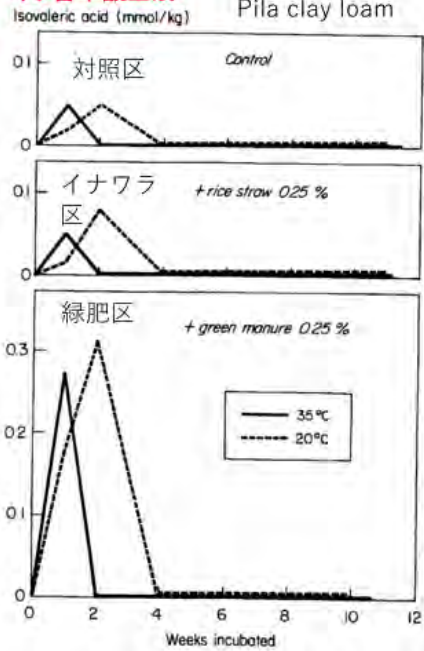
## 水田土壌からの酢酸とイソ吉草酸の生成

### 酢酸生成



遊離鉄含量と土壌pHが大きく影響

### イソ吉草酸生成



15.

このスライドは、IRRIでの私の研究成果のうち低分子有機酸生成に関する結果をしめしたものです。

酢酸の生成は石灰分を多く含むアルカリ性の土壌で早く起こり、鉄含量の多い土ではゆっくりと進むことが示されました。

また、イソ吉草酸の生成に対する温度の影響を調べたところ、高温では早く1週間以内にピークが過ぎ去り、低温では2週間目にピークを示し、生成量も多いことが明らかとなりました。

## 博士研究員中の恩師



IRRI:  
Dr. Felix N.  
Ponnamperuma  
1920 - 1992



Hamburg University:  
Prof. Dr. Hans-Wilhelm  
Scharpenseel  
1923 - 2015

16.

この写真は、博士研究員中に御世話になった先生を示したものです。

左はIRRIのDr. Ponnamperuma、右の写真はIRRIの次に御世話になったハンブルク大学のProf. Scharpenseelです。



## ハンブルク大学での研究

- チェルノーゼム土壌の有機物はどのように安定化されているのか？
- 粘土をはじめ、土壌中の無機成分と有機物の結合の強さを、 $^{14}\text{C}$ 年代によって明らかにする。
- Prof. Dr. Hans Wilhelm Scharpenseel 先生の研究室に留学

17.

Hamburg大学では（1983年7月から1984年10月末まで）、チェルノーゼム土壌では土壌有機物がどのように安定化されているかを解明するために、土壌を粒径によって分画し、その $^{14}\text{C}$ 年代を測定しました。

## ハンブルク大学での研究 土壤有機物の安定化機構

Asele 森のチェルノーゼム



Söllingen 畑のチェルノーゼム

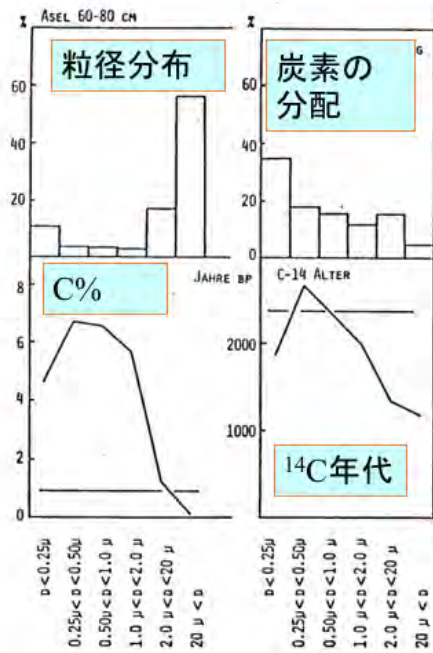


18.

用いた土壌は畑と森林のチェルノーゼム土壌です。C層はレスの堆積物であり、A層とC層の境界付近には生物攪乱のあとも見られます。

土壤粒子の粒径と有機物の安定化 (チェルノーゼム土壤の場合)

粘土に結合した有機物は安定化され、長い年代、土壤中に残留する。



19.

この図は、森林のAsel 土壤における結果をしめしたものです。Asel 土壤はシルトと細砂画分を主体とする土壤でしたが、炭素は主として粘土画分に分配されていました。また、各粒径画分の炭素含有率と放射性炭素年代は似た傾向を示し、 $0.25 \mu\text{m}$ から $0.5 \mu\text{m}$ の中粘土画分が最も高い炭素含有率と最も古い年代を示しました。粒径がそれよりも大きくなっても、また小さくても炭素含有率と年代は低下しました。このことは中粘土サイズの凝集体が土壤有機物の安定化に貢献していたことを示しています。



20.

すなわち、チェルノーゼム土壌の土壌有機物は粘土鉱物との結合によって安定化され、遊離状態に近い有機物は安定化されず分解されやすいことを示していました。

## 湿原・泥炭土に関する研究 愛知県の湿原から北海道と世界の湿原へ



### 作手村大野原湿原の調査

地元の高校教諭が2万4千年前の始良テフラを見つけたことから共同研究が始まった。

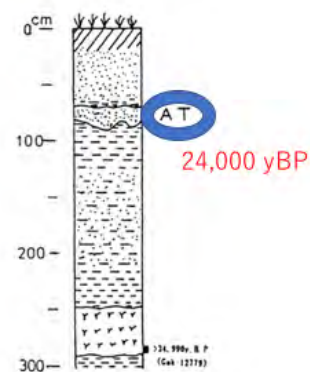


図1 清岳露頭断面模式図

21.

ポスドクを全部で5年8ヶ月勤めてから、1984年12月から母校の名古屋大学土壌学研究室に助手として採用されました。

この時代にはヒューミンの研究を手がけるとともに、泥炭の研究にも着手しました。それは、愛知県作手村で始良火山灰をはさんだ泥炭層が地元の高校の先生によって発見され、共同研究でその泥炭地の研究を行うことになったためです。

## 畜大での恩師



近堂祐弘先生  
1931 - 2002



菊地晃二先生



近藤鍊三先生と奥様

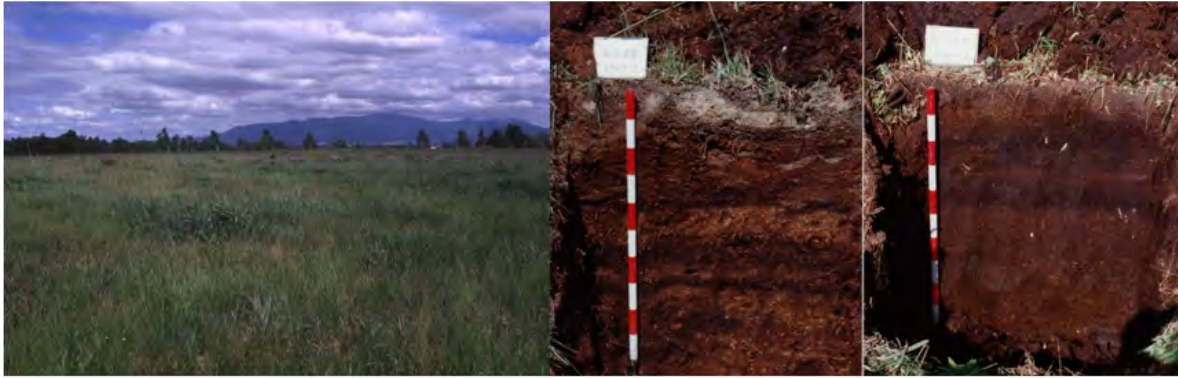
22.

名古屋大学には6年4ヶ月勤め、平成3年4月から帯広畜産大学に赴任することになりました。

これは、以前から知り合いであった近藤鍊三先生から、北海道でもっといろいろな泥炭地を研究しないかとお誘いを受けたためです。

この写真は帯広畜産大学で御世話になった先生です。  
どの先生からも研究と教育の両面で大変御世話になりました。

## 北海道の泥炭地



美唄湿原の景観

サロベツ高位・低位泥炭

23.

帯広に来て最初に研究したのは、美唄湿原、サロベツ湿原と十勝のオイカマナイ湿原の泥炭地でした。

## 泥炭地の環境変化に伴う有機物組成の変化

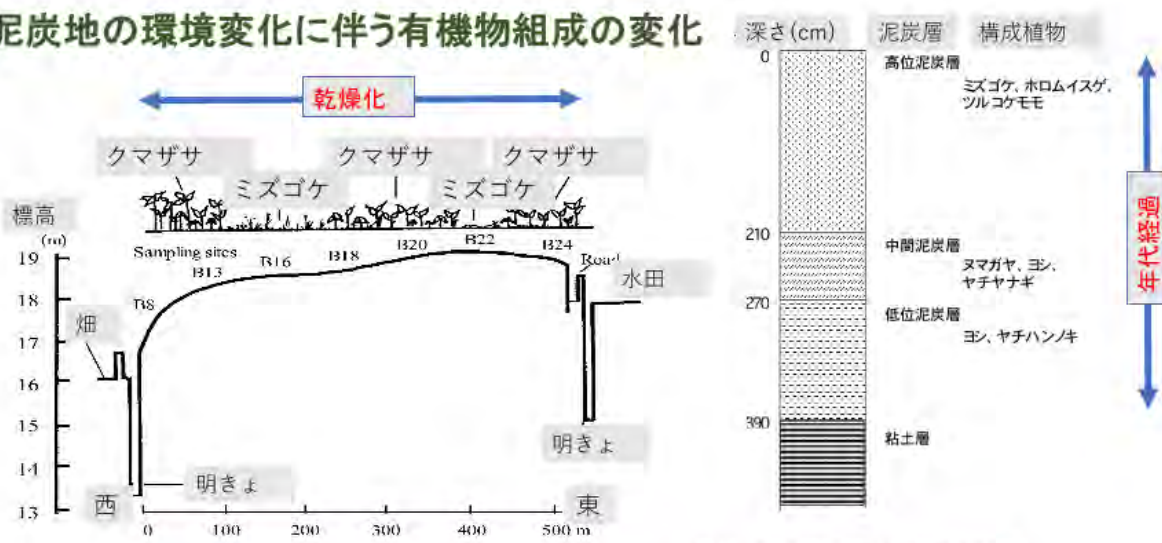


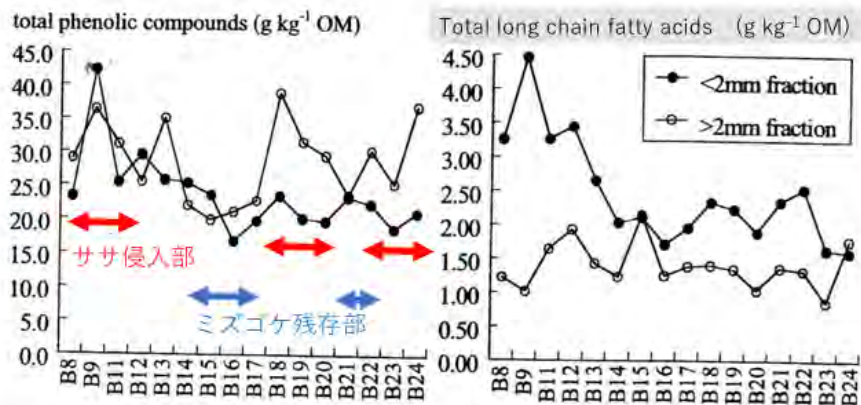
図 7.1 高位泥炭地土断面の例 (北海道美唄泥炭地)

## 高位泥炭地土断面 (北海道美唄)

24.

美唄湿原はミズゴケ植生が残る高位泥炭地ですが、周辺の耕地化に伴いササなどの植生が侵入しています。また、断面では低位泥炭、中位泥炭、高位泥炭への変化を観察することができます。本研究では、乾燥化にともなう湿原植生の変化と年代経過に伴う泥炭の有機物組成の関連を研究しました。





**Figure 2** Yield of total phenolic compounds after CuO-NaOH oxidation of the peat.

**Figure 3.** Yield of total long chain fatty acids (C14-C30) from the peat.

### 美唄泥炭地の植生変化に伴う泥炭有機物組成の変化

25.

本来の高位泥炭が残る湿原中央部と乾燥化によって笹が侵入した縁辺部では泥炭中のフェノール性化合物組成や脂質組成が異なることが明らかとなりました。



26.

その後、名古屋大学および北里大学の先生と一緒に、湿原の溶存有機物に関する研究に着手しました。熱帯と温帯における泥炭地溶存有機物の特徴の解明をめざしました。

熱帯における研究試料の採取場所は、マレーシア・サラワク州ムカの自然に近い森林内とオイルパーム園内を流れる河川でした。

## 別寒辺牛 チライカリベツ川にて泥炭地河川水の サンプリング



### 分析項目

元素分析

紫外・可視吸収スペクトル

FT-IR（赤外線吸収）

糖組成分析

アミノ酸分析

ゲル浸透クロマトグラフィー

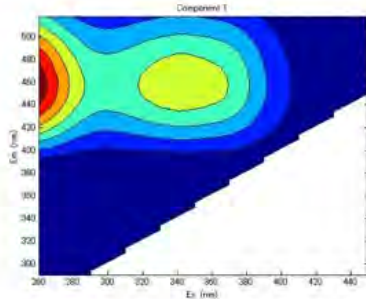
分子サイズ画分の特性付け

3次元蛍光スペクトル

27.

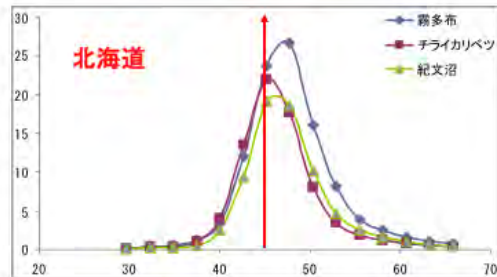
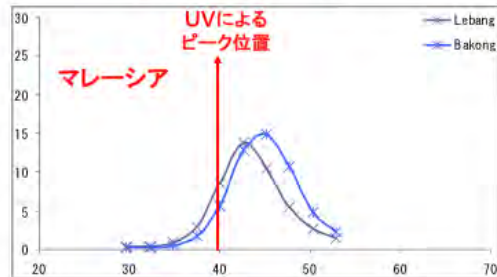
また、冷温帯にあたる北海道道東地方各地の湿原でのサンプリングも行いました。分析項目は腐植物質や泥炭で行った手法を引き継いだもので、元素分析、吸収スペクトル分析、糖組成分析、アミノ酸分析、ゲル浸透クロマトグラフィーなどを行いました。

# C1: フルボ酸様成分



励起波長 <260(340)  
nm  
蛍光波長 460nm  
分子量: マレーシア>北海道

C1による溶出曲線



28.

三次元蛍光スペクトル分析も行い、溶存有機物中の異なる成分をParafac法という手法で別々に検出することができました。フルボ酸は溶存有機物全体よりも小さな分子量を持つことが明らかとなりました。

## 熱帯と北海道の溶存有機物の違い

### 熱帯泥炭地（マレーシアサラワク州ムカ）

泥炭由来の腐植物質に富んでいる。

分子サイズが大きい。

### 北海道道東泥炭地（霧多布、別寒辺牛、生花苗）

湿原植生分解初期の有機成分に富んでいる。

分子サイズが小さい。

29.

熱帯と温帯における溶存有機物組成の違いを要約しますと、熱帯泥炭地（マレーシア・サラワク州ムカ）では、泥炭由来の腐植物質に富んでいて、分子サイズが大きいことと、北海道道東泥炭地では、湿原植生分解初期の有機成分に富んでいて、分子サイズが小さいこと、などの特徴が明らかとなりました。

## 熱帯における土地利用変化と 土壌有機物組成



レイテ島南部 焼畑地点

森林の伐採  
焼畑  
草地の畑地への転換

タイ  
インドネシア  
フィリピン

などで研究を行った。

30.

時期的には前後しますが、熱帯における土地利用変化と土壌有機物組成の関連についての研究も行いました。行った場所は、タイ、インドネシア、フィリピンなどです。

## 南レイテの森林伐採された土地



Punta

スペイン植民  
地時代からの  
森林伐採地

31.

ここは、レイテ島において長年にわたり森林伐採が繰り返された場所です。

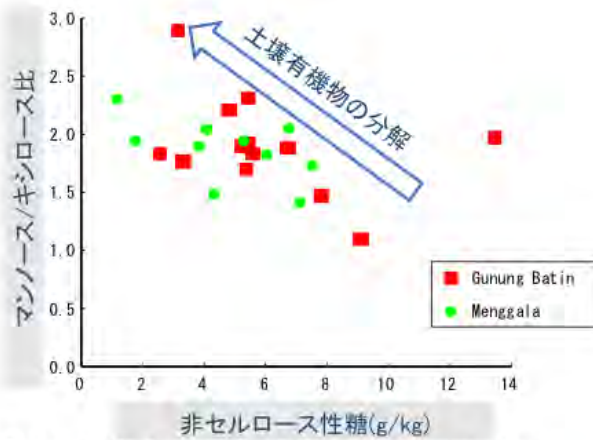
## 有機物が分解消耗した土壌



32.

土壌は有機物が分解され、淡い色になっていました。





Relationship between Man/Xyl and the amount of non-cellulosic saccharide.

**Man/Xyl 比と非セルロース性糖含量の関係  
(スマトラ島ランポン州)**

- 非セルロース性糖とマンノース/キシロース比は 逆比例の関係にあった。
- 土壤有機物および多糖類の分解とともに、そこに含まれる微生物由来糖の比率が高まることを示している。

33.

この図はインドネシア・スマトラ島・ランポン州で各種の土地利用状態のもとで採取された土壌の糖組成を比較したものです。

土地利用の強度が強くなるほど非セルロース性の糖含量が減少し、Man/Xylの比率が高くなることが明らかとなりました。

## 熱帯における土地利用と土壤有機物組成の関係

土地利用法の違いにより、土壤中の多糖類の量と組成に明らかな違いが認められた。

他にも、無機成分組成、腐植組成、フェノール性化合物組成、脂質組成などについて研究した。

34.

この研究を通じて、土地利用の違いがさまざまな土壤有機成分の組成に反映されることが明らかになりました。

## 土の有機物研究の意義

- 土壌有機物は土地の豊かさの指標であると同時に、地球環境の荒廃の指標でもある。

35.

また、土壌有機物は土地の豊かさの指標であると同時に、地球環境の荒廃の指標でもあることが明らかとなりました。

## Dr. Ian A. Navarrete (Ateneo de Manila Univ.)



最優秀若手科学者賞  
を受賞  
2016年 フィリピン

**The most outstanding young scientist in the  
Philippines 2016 (Soil Science)**

36.

この写真は、熱帯土壌の研究で貢献してくれたフィリピンレイテ大学出身の Ian Navarrete 氏です。彼は今フィリピンのAteneo de Manila大学の教員として活躍しています。

日本腐植物質学会2014年度東京大会  
2014 11/22

牛ふんメタン発酵残渣中の  
中性糖および脂肪酸組成  
定量法の改良

筒木 潔（帯広畜産大学）  
保井聖一（株式会社ズコーシャ）

37.

また、メタン発酵消化液に関する研究も行いました。

前半は、保井聖一さんの学位論文の研究として、また後半も保井聖一さんが勤められたズコーシャとの共同研究として行いました。

## 乳牛ふん尿スラリーによる土壌団粒形成の促進効果 保井聖一学位論文(2005)の集大成

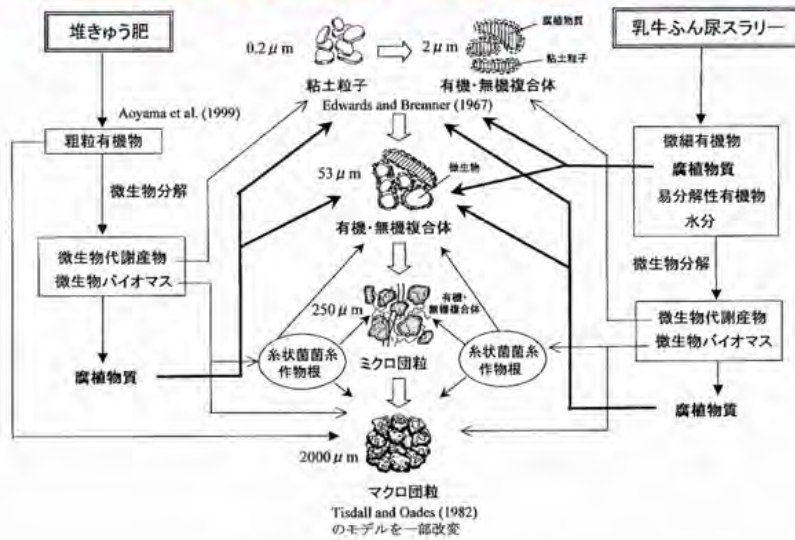


図 6-7 乳牛ふん尿スラリー施用による団粒形成メカニズム

38.

この図は、乳牛糞尿スラリーおよび堆肥による団粒形成促進作用を比較したものです。この研究から嫌気醗酵スラリーが、土壌の団粒形成に著しく貢献することが解明されました。

## 保井聖一さん：岩手連大学位授与式



39.  
この研究を行った保井さんです。

## 牛糞メタン発酵残さの有機物組成

- 第1報: バイオガスおよび揮発性脂肪酸の生成量  
日本土壤肥料学会2013年度名古屋大会
- 第2報: 近似分析および元素分析  
日本土壤肥料学会北海道支部2013年度秋季大会
- 第3報: 腐植組成  
日本腐植物質学会2013年度佐賀大会
- 第4報: 脂肪酸組成  
日本土壤肥料学会2014年度東京大会
- 第5報: 糖組成 各種分解方法による比較  
日本土壤肥料学会2015年度京都大会
- 第6報: 有機物組成の変化(まとめ)  
日本腐植物質学会2015年度名古屋大会

40.

また、高温乾式メタン発酵の優位性と実用性を検証するため一連の研究を行いました。これらの研究は定年前の数年間に行いました。



考えてください



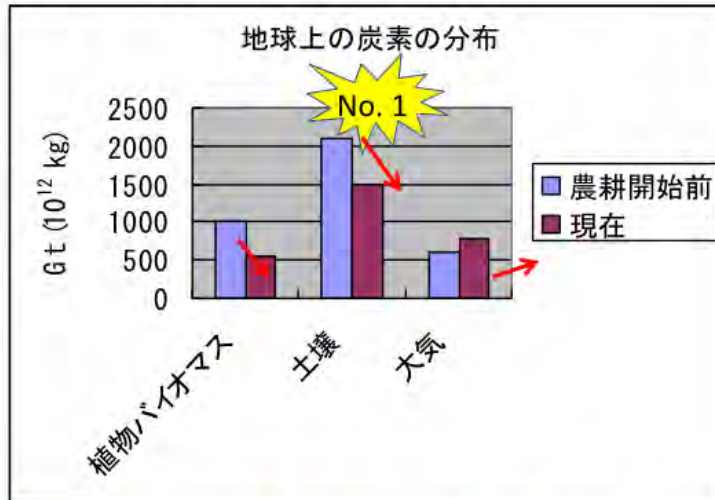
rekcepdooW

北海道と世界の  
土壌のゆくえ

41.

その他、様々な研究に取り組んできましたが、土壌有機物の面から今後の北海道と世界の土壌の行方について考えてみたいと思います。

## 地球上の炭素の分布

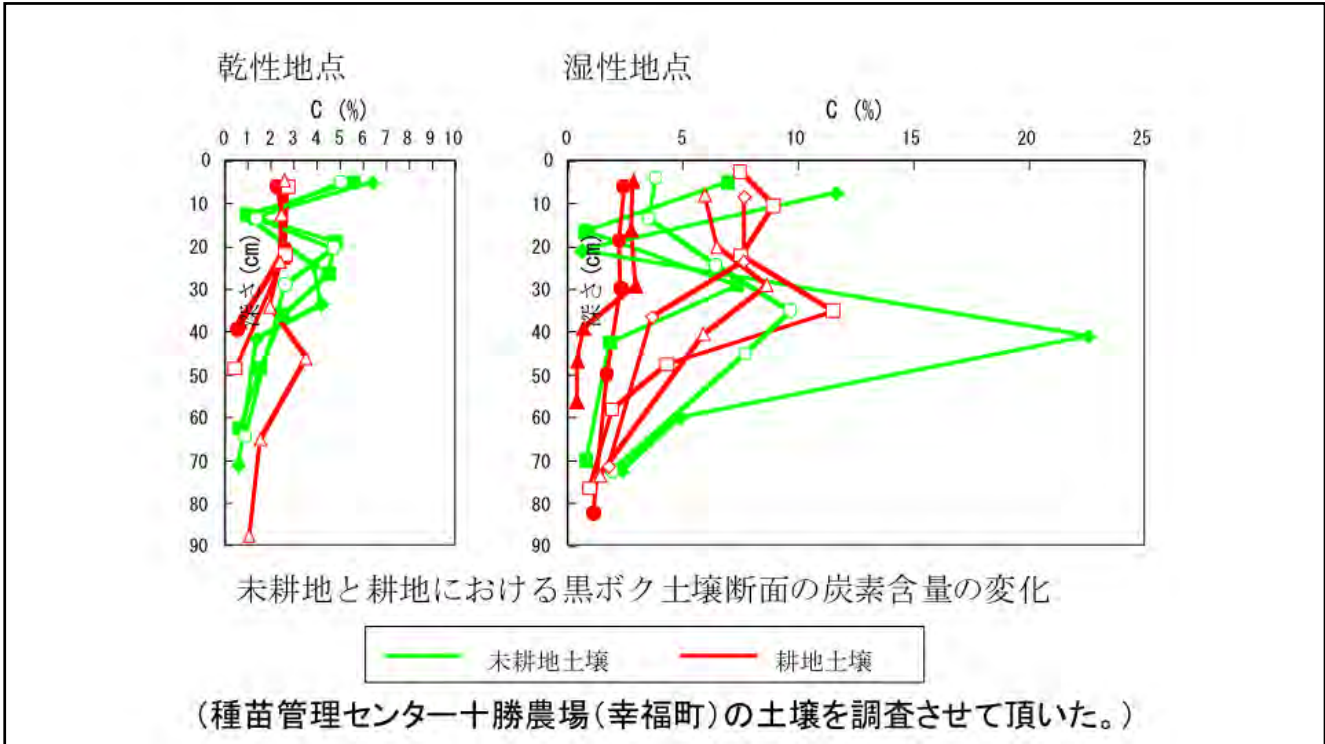


文明により、植生および土壌中の有機物は著しく減少した。

土壌生化学  
(1994)

42.

土壌中には、比重が1と仮定すると1辺が1kmの立方体1500個分の炭素が蓄えられており、地球上最大の炭素の貯蔵庫です。ちなみに植物に蓄えられた炭素は550個、大気中の二酸化炭素に蓄えられた炭素は770個です。しかし、地球全体における土壌中の炭素の量と植物バイオマス炭素の量は、人類文明の進展とともに減少し、反対に大気中の二酸化炭素の量は著しく増大してきました。



43.

このグラフは、帯広市幸福町の種苗管理センター十勝農場において、防風林と畑の土壌断面の炭素含量を比較したものです。緑が防風林、赤が畑の土壌を示していますが、耕地として利用することによって土壌中の炭素含量が著しく減少したことがわかります。

## 古砂丘上の淡色クロボク土(芽室)



44.

この写真は、芽室町の畑における小麦の収穫風景とその畑の脇での土壌断面を示したものです。作土層が非常に薄くなっていることが印象的でした。

## トルコ・エフェソスの ローマ文明遺跡

"The Nation that  
destroys its soil  
destroys itself" --  
Franklin D. Roosevelt

土を破壊した国家は、  
国そのものを滅ぼして  
いる  
F.D.ルーズベルト



45.

この写真はトルコ・エフェソスのローマ文明遺跡を示したものです。  
アメリカのかつてのルーズベルト大統領は、「土を破壊した国家は、国そのものを滅ぼしている。」と述べています。

北アメリカ大陸先住民

## ホピ族の言い伝え

私たちのこの土地は、先祖から受け継いだものではあるけれど、

私たちの子孫から借りているものでもある。

だから、そのまま子孫に返すのだ。



46.

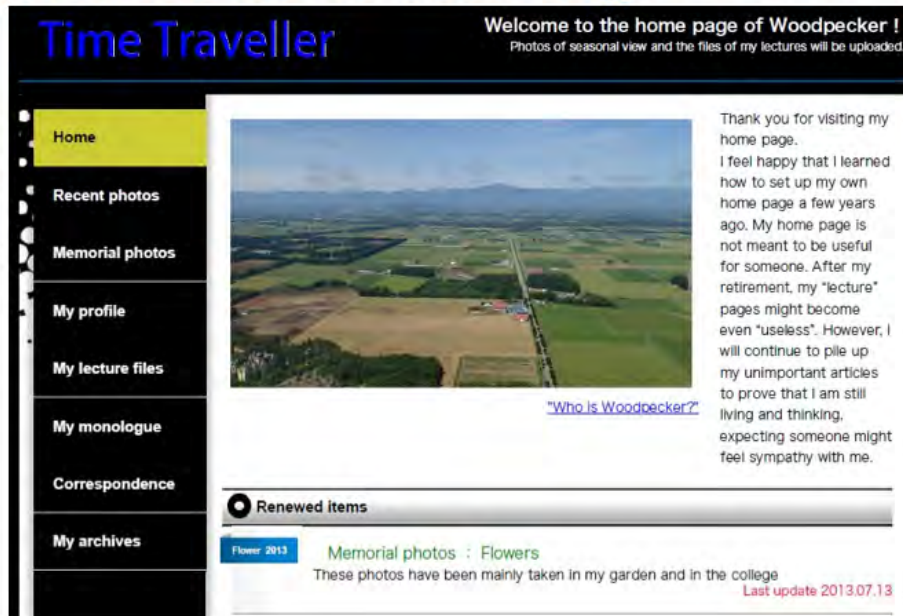
また、ネイティブアメリカンのホピ族には、このような言い伝えがあります。「私たちのこの土地は、先祖から受け継いだものではあるけれど、私たちの子孫から借りているものでもある。だから、そのまま子孫に返すのだ。」

自然と土壌に対する謙虚な気持ちが、現代の私たちにも求められているのではないのでしょうか？

## 筒木のホームページ

<http://timetraveler.html.xdomain.jp/>

講義内容、趣味の写真、雑感、  
論文などを公開



47.

まだ言い尽くせないことがたくさんありますが、私のホームページにも今回の発表内容をはじめ様々な文章を載せていますので、是非一度見ていただけましたら幸いです。

<http://timetraveler.html.xdomain.jp>

この度は、貴重なお時間を頂戴し大変有難うございました。