

タイ国乾燥常緑林土壌の元素分析

酒井正治¹、世良耕一郎²、後藤祥子³

¹森林総合研究所立地環境研究領域
305-8687 茨城県つくば市松の里1

²岩手医科大学サイクロトロンセンター
020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字留が森348-58

³ (公社) 日本アイソトープ協会滝沢研究所
020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字留が森348-1

1 はじめに

森林生態系の炭素現存量の約半分を占める土壌炭素の分解速度、土壌腐植の起源およびそれらに影響する要因について理解することは、地球レベルでの大気炭素収支を予測する上で不可欠と考えられている。そこで、土壌有機物の分解過程や土壌有機物の長期貯蔵メカニズムの解明のため、炭素同位体比および微量元素の分析を行ってきた。ここでは、タイ国東北部の季節林下に存在する風化の進んだ土壌について、深さの異なる土壌の元素分析を行い、土壌深度と元素濃度との関係解析、土壌中での元素挙動の特徴を明らかにしたので、報告する。

2 方法

2.1 試験地

タイ国の東北部ナコンラチャシマ県サケラート試験地を研究サイトとした。試験地入り口にある事務所の位置は北緯14°28'06.1"、東経101°54'15.0"、標高420 mである。年平均気温および年降水量はそれぞれ23°C 1100 mmで、5月～11月は雨季、12月～翌年4月まで乾季をもつ季節林帯にある。試験地はバンコクから車で約3時間半、330 kmの位置にある (図-1)。

事務所の気象観測によれば、年平均気温および年降水量はそれぞれ23.9°C 1100 mmで、4月～11月は雨季、12月～翌年3月まで乾季を持つ (図-2)。なお、Köppenの気候区分では、熱帯モンスーン気候 (Aw) に属する。



図-1 試験地の位置図

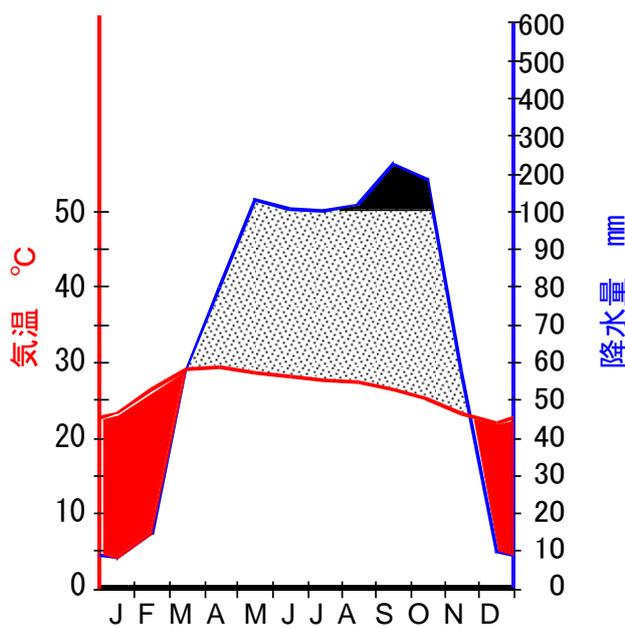


図-2 ワルターの気候図(1970-1999)

本来の植生は *Hopea ferrea* が優占する DEF (乾燥常緑林)、*Shorea* 属が優占する DDF (乾燥フタバガキ林) の 2 種類の森林植生から成立している。ここでは、天然林 (乾燥常緑林、主要樹種、*Hopea ferrea*、*Shorea henryana*、*Dipterocarpus tubercuaotus*) および隣接する草地 (*Saccharum spontaneum* (Yp)) を試験地とした。

この地域に分布する土壌は、Orthic Acrisols¹⁾。なお、US 土壌分類では、Ultisols、古くは、Red-yellow podzolic soils に相当する²⁾。この土壌は、強度の風化と洗脱が特徴で、養分含有量も少なく、養分保持力も少ない。基岩は中生代に属する砂岩が主である。また、この地域の地層は「Phra Wihan formation」と呼ばれている³⁾。北東方向にゆるやかに起伏する緩傾斜の丘酸性山地が続いている。

2.2 土壌採取方法

図-3に示すように、土壌断面 (0~100 cm) を、12 層位 (0-5、5-10、10-15、15-20、20-30、30-40、40-50、50-60、60-70、70-80、80-90、90-100 cm) にわけ、それぞれの層位から土壌を採取した。採取断面数は、天然林は 3 土壌断面、草地は 2 土壌断面である。それらの土壌は風乾後、2 mm の円孔ふるいを使って風乾細土に調整した。その後、メノー製自動乳鉢を使って微粉末に粉碎し、分析サンプルとした。

2.3 土壌 PIXE 分析

パラジウムカーボンを用いた粉末内部標準試法で元素濃度を定量した。5%パラジウムカーボン 10 mg と土壌試料 50 mg をメノー乳鉢で十分に混合し、混合試料中のパラジウム濃度が約 10000 ppm となるように調整した。混合試料をピペットチップの先端で極微量つ

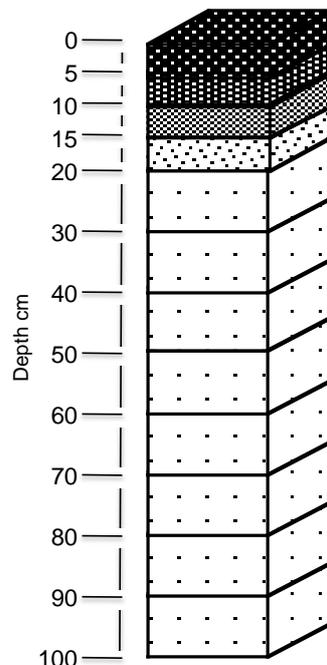


図-3 土壌採取のための層位区分

まみとり、PIXE照射ホルダー（ルミラー製、25 mm x 60 mm x 0.5 mm、中央に直径20mm孔あき）に貼付けたプロレンフィルム（Chemplex No.410）の中央に置き、1%コロジオン溶液 3 μlを滴下し、ピペットチップの先で均一に広げ固定した。この乾燥試料をPIXE分析に供した。

NMCCの小型サイクロトロン（島津製作所MCY-1750）により加速された2.9 MeVの陽子線をターゲットに照射した。今回はいずれの場合にも、直径5 mmのビーム径を用いた。測定時間は5 -30分であった。発生したX線は2検出器同時測定システム⁴⁾により検出し、500 μm厚のマイラーフィルム吸収体でFeまでを、それより重い元素は、高濃度で存在する鉄のピークによる分析の妨害を防ぎ、他の元素の感度を改善する目的で開発された特殊吸収体を使用した。得られたスペクトルはPIXE専用スペクトル解析プログラムSAPIX及び定量計算プログラムKEIにより各元素濃度 (ng/mg) を求めた⁵⁾。なお、得られた元素濃度データはJMP(ver.10)で統解析および図化を行った。

3 結果と考察

3.1 検出元素

表1に、土の平均的な元素組成（68元素）とそれらの濃度（中央値）を示した⁶⁾。なお、ここでは、この土壌を平均土壌と呼ぶことにする。但し、平均元素組成（70元素）の一部（Au、Ra）の削除、およびSr、Zr、Rb、Ga、Pb、Ta濃度の値を修正している⁷⁾。PIXE分析により、表1の網掛けをした28元素が検出された。表1に示した68元素のうちO、C、N（高濃度ではあるが、PIXEでは分析できない）の3元素を除く65元素のうち43%の元素が検出され、10 ppm濃度以上の主要な元素が検出された。但し、平均土壌の元素組成（68元素）のうち10 ppm以上の濃度の元素、例えばF、Ce、La、Nd、Li、Bおよび10 ppm以下のほとんどの元素が検出されていない。この原因は、元素の供給源である岩石および有機物の違いなのか、PIXE分析の検出限界等に起因するものなのか、は現時点で岩石の分析を行っていないため不明である。

表 1 平均土壌の元素組成 (Bowen,1979)

| No. | 元素 | 含量 ppm |
|-----|----|--------|-----|----|--------|-----|----|--------|-----|----|--------|
| 1 | O | 490000 | 21 | Zn | 90 | 41 | Dy | 5 | 61 | Lu | 0.4 |
| 2 | Si | 330000 | 22 | Cr | 70 | 42 | I | 5 | 62 | Se | 0.4 |
| 3 | Al | 71000 | 23 | Rb | 60 | 43 | Sm | 4.5 | 63 | Cd | 0.35 |
| 4 | Fe | 40000 | 24 | Ce | 50 | 44 | Cs | 4 | 64 | Be | 0.3 |
| 5 | C | 20000 | 25 | Ni | 50 | 45 | Gd | 4 | 65 | Bi | 0.2 |
| 6 | Ca | 15000 | 26 | La | 40 | 46 | Sn | 4 | 66 | Tl | 0.2 |
| 7 | K | 14000 | 27 | Y | 40 | 47 | Hf | 3 | 67 | Hg | 0.06 |
| 8 | Mg | 5000 | 28 | Nd | 35 | 48 | Yb | 3 | 68 | Ag | 0.05 |
| 9 | Na | 5000 | 29 | Cu | 30 | 49 | Er | 2 | | | |
| 10 | Ti | 5000 | 30 | Li | 25 | 50 | U | 2 | | | |
| 11 | N | 2000 | 31 | B | 20 | 51 | W | 1.5 | | | |
| 12 | Mn | 1000 | 32 | Ga | 13 | 52 | Mo | 1.2 | | | |
| 13 | P | 800 | 33 | Pb | 12 | 53 | Eu | 1 | | | |
| 14 | S | 700 | 34 | Br | 10 | 54 | Ge | 1 | | | |
| 15 | Ba | 500 | 35 | Nb | 10 | 55 | In | 1 | | | |
| 16 | F | 200 | 36 | Th | 9 | 56 | Sb | 1 | | | |
| 17 | Sr | 140 | 37 | Co | 8 | 57 | Ta | 1 | | | |
| 18 | Zr | 140 | 38 | Pr | 7 | 58 | Tb | 0.7 | | | |
| 19 | Cl | 100 | 39 | Sc | 7 | 59 | Ho | 0.6 | | | |
| 20 | V | 90 | 40 | As | 6 | 60 | Tm | 0.6 | | | |

図-4に、土壤有機物の影響が大きい表層土（深さ0-30 cm）とそれより深い下層土（深さ30-100 cm）にわけて、元素の検出頻度を示した。表層土では、90%以上の高頻度で検出された元素はAl、Fe、Si、Ti、Cr、Rb、Sr、Zn、Zr、Br、Y、80%台はCi、Ga、K、Na、Mn、70%台はPb、Ca、60%台はP、50%台はCuであった。下層土（深さ30-100cm）については、ほとんどの元素で表層土とほぼ同じ傾向であったが、Na、Mn、Ca、S、Mo元素は表層土に比べ下層土で検出頻度は大きく低下した。一方、Nb、Ni元素は下層土で高い検出頻度を示した。検出頻度は低濃度域での検出困難性が関係すると考えると、表層土と下層土での検出頻度の違い、例えば、下層土で検出頻度が低下するNa、Mn、Ca、S、Mo元素は深くなるに従い濃度低下、反対に下層土で出頻度が上昇するNb、Ni元素は、深くなるに従い濃度が上昇することが原因とも考えられた。

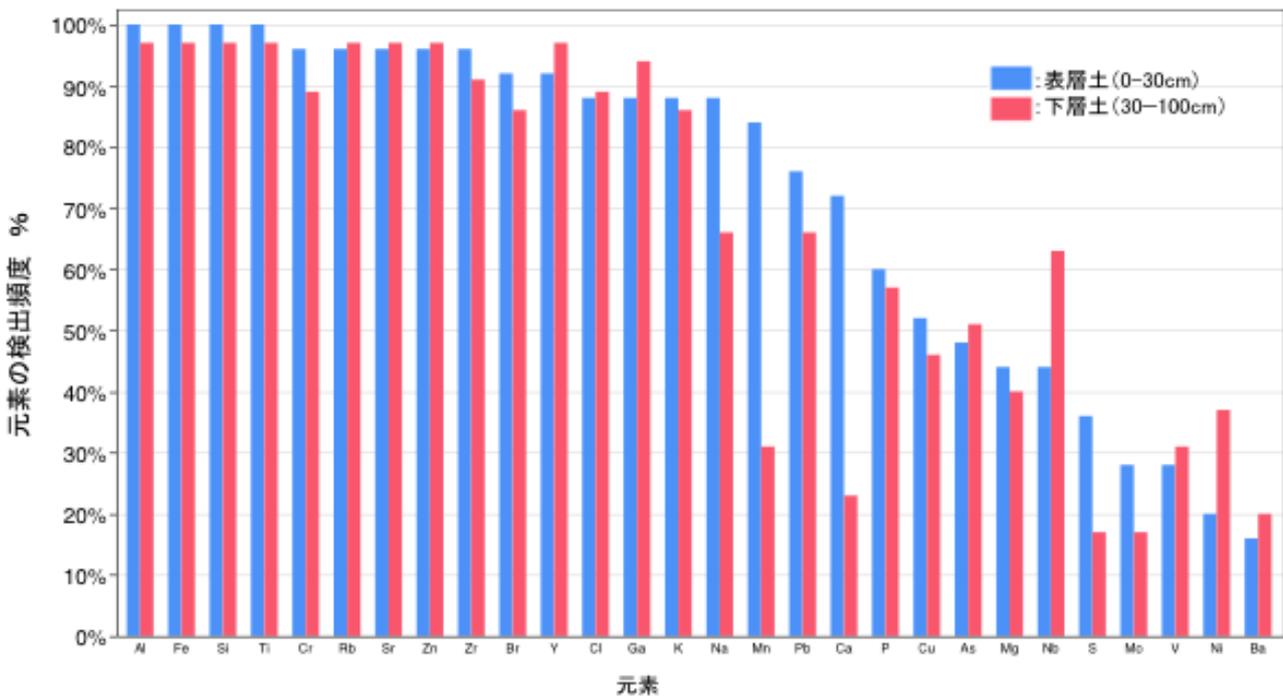


図-4 元素検出頻度 (%)

3.2 元素濃度

図-5に、各元素の濃度を箱ひげ図で示した。ばらつきのあるデータをわかりやすく表現するための統計学的グラフである箱ひげ図は、下端から上端までの順に、最小値、第1四分位点、中央値、第3四分位点、最大値を、丸点は外れ値を示している。各元素の濃度（中央値）を降順に記述すると以下の通りである。100,000 ppm (10%)以上 : Si、10,000~100,000 ppm(1~10%) : Al, Fe、1,000~10,000 ppm(0.1~1%) : K, Na, Ti、100~1,000 ppm : Ba, Ca, Cl, Cr, Mg, P, S, Zr、10~100 ppm : Br, Cu, Ga, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, V, Y, Zn、10 ppm以下 : As。

平均土壌（表1）および岩石の元素濃度とPIXE分析値を比較するために、図-5中に「+」印で平均土壌の元素濃度（中央値）、「—」印で、岩石の濃度を加えた。なお、岩石データとして、上部大陸地殻の元素濃度（中央値）⁸⁾をつかった。

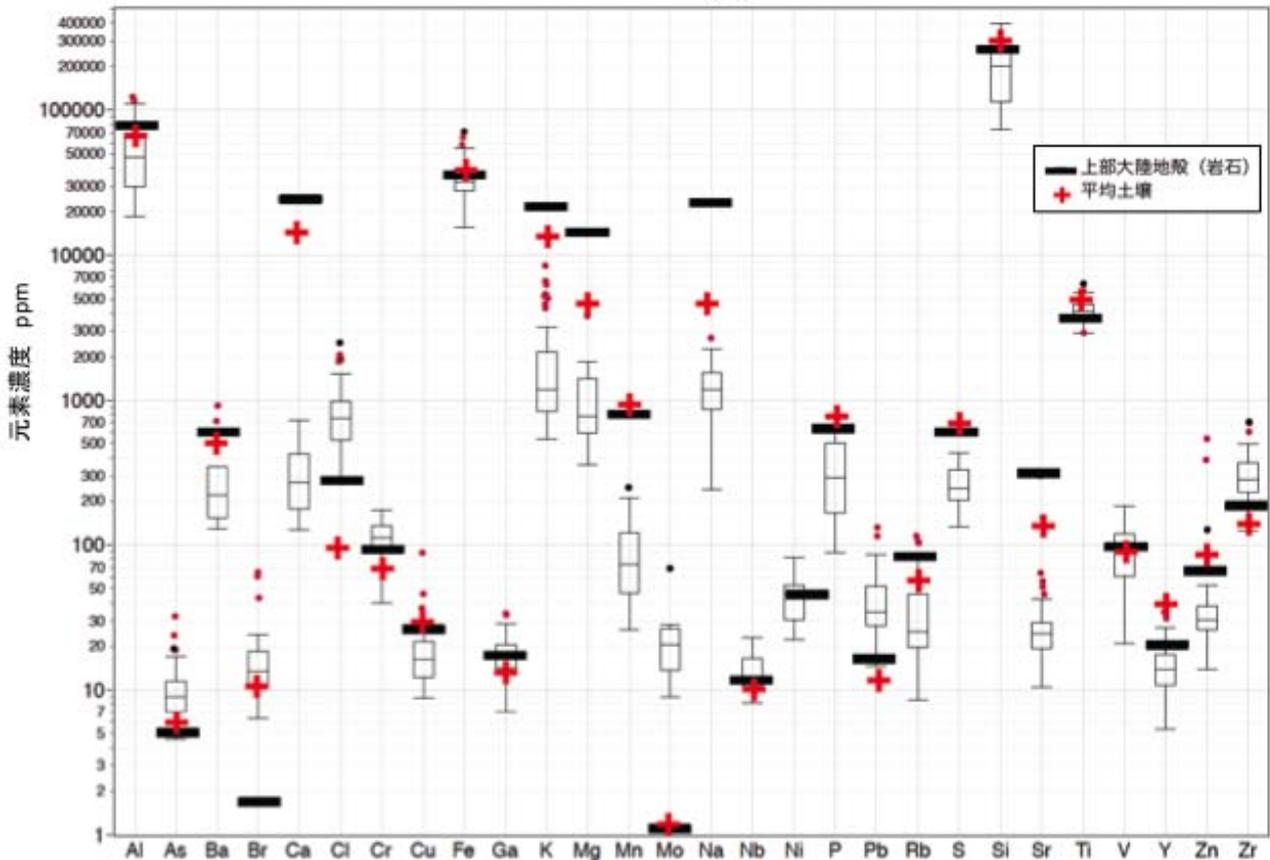


図-5 土壌の元素濃度（全断面データ使用）
 +: 平均土壌の中央値(一國, 1989)、 —: 上部地殻中央値(理科年表, 2012)、●: 外れ値

一般に、岩石の主要な構成元素、O、Si、Al、Fe、Ca、Na、Mg、K、Ti、これら9元素だけで全組成の99.5%前後を占める。まず、これらの元素について、岩石の風化（物理的および化学的風化）という観点からPIXE分析値の妥当性について検討してみる。一般に、岩石の風化には以下の過程を経る。大気中のCO₂（濃度は約400 ppm、2013.5.14のMauna Loa観測値が400 ppmを超える）を取り込んだ弱酸性の降水が森林に降り注ぎ、また、微生物の生物活動などにより作り出された有機酸が土壌溶液にとけ込む結果、作り出された酸性水が、岩石の鉱物から、例えば、アルカリ金属（Na、K等）やアルカリ土類金属（Ca等）がまず溶脱する。その結果、Na、Ca等の陽イオンが負荷されたアルカリ性水により、Siが溶出する。同時に、難溶性のFe、Alも徐々に溶脱し、Feは水酸化鉄として集積し、風化の進んだ熱帯地域では、水酸化鉄の赤色、赤黄色の土壌が形成されることが多い。

主要元素について、岩石および平均土壌の各元素濃度（中央値）との比較から、PIXE分析値は岩石および平均土壌各元素濃度の中央値（以後、文献値とよぶ）と同等および低濃度2つの元素グループに分けることができた。つまり、第1グループ、Si、Al、Fe、Tiについては、文献値はいずれもPIXE分析値の範囲内で、その範囲の上部に位置していた。なお、岩石の主要元素7種の溶脱のしやすさの度合いは、以下の通りである。

Na, Ca > Mg, K > Si > Al, Fe

このように、Si、Al、Feは風化過程で残りやすいため、文献値に近い値を示す。なお、これらの元素が文献値より若干低濃度になった原因は、熱帯地域では風化が激しく溶脱・洗脱作用が大きいことに起因すると考えられた。このように、これら元素のPIXE分析値は想定される濃度範囲内であった。一方、第2グループ、Na、Mg、Ca、KのPIXE分析値は、文献値より大きく低下していた。上述の通り、一般に、Na、Mg、Ca、Kは岩石から溶け出しやすいといわれている。このため、溶脱・洗脱作用が極めて大きい熱帯地域では、それら4元素が文献値に比べて大きく低下したものと考えられた。このように、主要9元素のPIXE分析値は、妥当なものと考えた。

次に、上記主要元素以外についてみる。As、Cr、Ga、Nb、Ni、V、Zrの7元素の文献値はPIXE分析値の濃度範囲内であった。また、Pb、Rb、Y、の4元素は文献値のどちらかがPIXE分析値の範囲内であり、かつ範囲外であっても大きな違いはなかった。これは、これらの元素が比較的土壌に残りやすいことを示唆していた。一方、Ba、Mn、S、Sr、Znの5元素のPIXE濃度は文献値を下回った。これらはNa、Mg、Ca、K同様、比較的流れやすい元素といえる。Takeda et al (2004)は、より風化が進んでいるAcrisol土壌の特徴として、多くの元素が低濃度で、特に、Na、Mg、Ca、Sr元素で著しいと指摘しており⁹⁾、これらの4元素については、同様の結果であった。

なお、残りの3元素（Br、Cl、Mo）は、これまでとは反対に、PIXE分析値が、文献値の両方、あるいはどちらかに比べて大きく高い濃度を示した。これは蓄積することを示唆したが、原因は不明である。今後は、現地の岩石分析データとの比較検討をする必要がある。

以上のように、文献から求められる岩石・平均土壌の元素濃度との比較を行うことにより、岩石の風化過程の観点から元素を以下の3グループに分けることができた。

1. 比較的残りやすい元素：Si、Al、Fe、Ti（岩石の主要元素、文献値はPIXE分析値の範囲内）、As、Cr、Ga、Nb、Ni、V、Zr（文献値は範囲内）、Pb、Rb、Y、P（文献値と大きな違いがなく、岩石・平均土壌濃度（中央値）のどちらかが範囲内）、Cu（文献値は範囲外であるが、大きな違いがない）の16元素。
2. 比較的流れやすい元素：K、Na、Mg、Ca（岩石の主要元素、文献値より大きく低下）、Ba、Mn、S、Sr、Zn（文献値より低下傾向）の9元素。
3. その他：Br、Cl、Moの3元素

図-6に、天然林（Forest）と草地（Yp）別に元素組成を示した。Ba、V元素以外は、両者に統計的に最は認められなかった。Ba、V元素が草地で認められなかった原因は不明である。

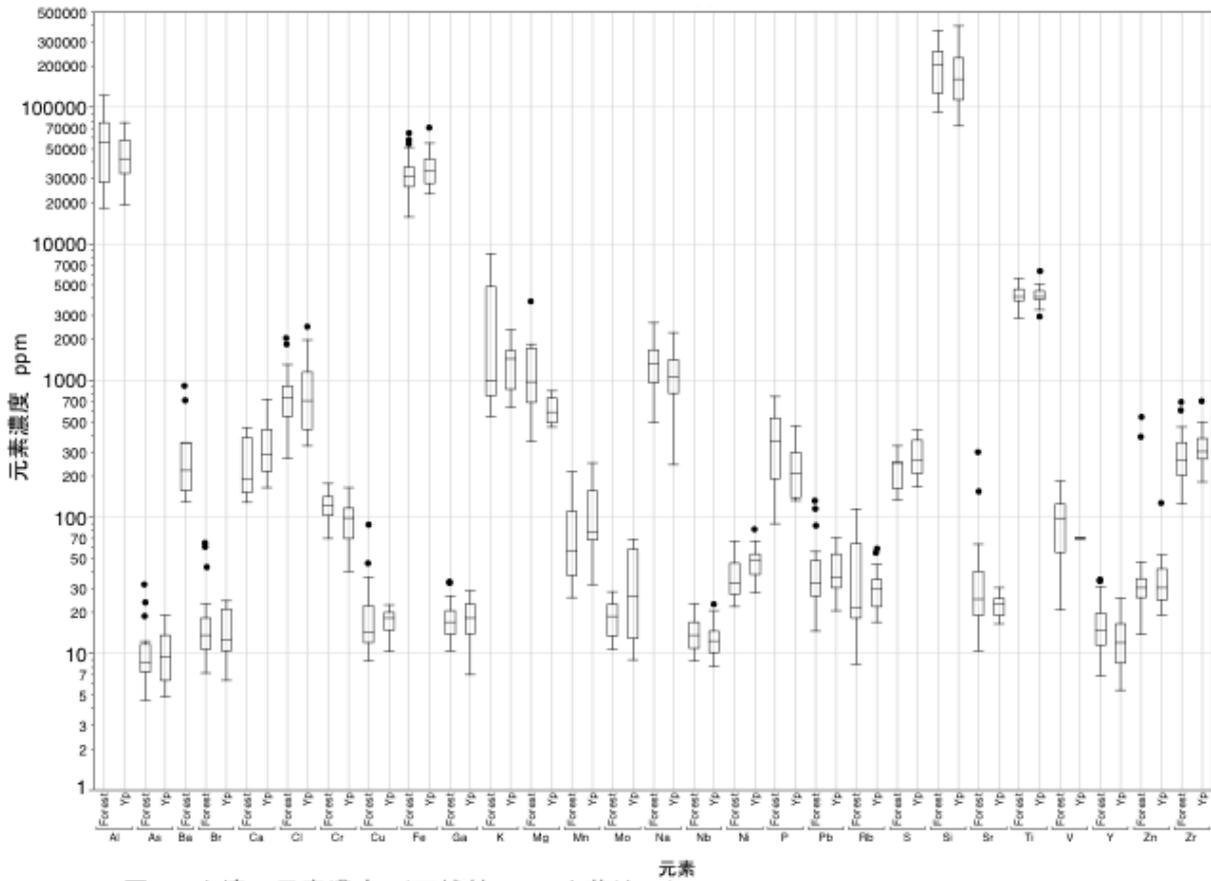


図-6 土壌の元素濃度 (天然林Forestと草地Yp)
●: 外れ値

3.3 垂直分布

前節では、岩石が物理的および化学的作用によって風化生成物（母材）が形成されるという岩石の風化過程の観点から元素の挙動を考察した。図-7に森林土壌の断面模式図を示した。表層には、A層と呼ばれる有機物を含んだ土壌が形成されている。土壌有機物の供給源は地上からの落葉落枝と土壌中の細根からの有機物である。これらの有機物は各種元素を含んでおり、微生物による有機物の分解過程で、土壌中に放出され、一部は水に溶解し、粘土鉱物に捕捉されたり、系外に流出したり、あるいは土壌腐植として長く土壌中にとどまることになる。このように、岩石の風化による元素の土壌への供給同様、有機物（落葉落枝、細根）も土壌へ大きな元素供給源である。ここでは、深さの異なる土壌層位から採取した土壌の元素分析から、土壌中で元素の挙動を考察する。

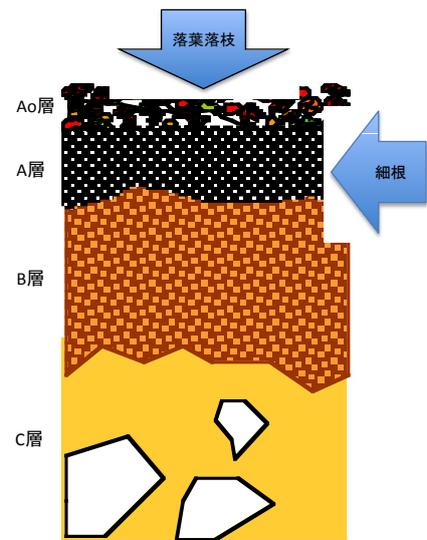


図-7 土壌断面模式図と土壌有機物供給源

図-8に、元素濃度と深さとの関係を示した。深さと元素濃度との明確な関係が認められる元素は少なかったが、若干増加あるいは減少する関係が認められた元素があった。深くなるにつれ、増加傾向のある元素は、Fe、Ti、Mg、Y、As (相関係数 $R^2 > 0.2$)、Cr、Ni、Ga、Cu ($R^2, 0.1 \sim 0.2$)、計9元素であった。一方、深くなるにつれ、減少傾向のある元素は、Ca、Br ($R^2 > 0.2$)、S、Mn ($R^2, 0.1 \sim 0.2$)、計4元素であった。

微量元素を含めた各種元素の土壌深さ傾向を調べた研究は極めて少ない。寺島ら(2004)¹⁰⁾は、関東平野南部で採取した土壌柱状試料(黒ボク土と褐色森林土の自然土壌、最大100 cmまで深さ別採取)の主・微量成分元素の分析の結果、Al、Ti、Fe、Li、Cs、Tl、Be、Co、Cr、Ni、V、Ga、La、Ce、Th、U、Y、Zr等はいずれも最表層部で低濃度を示し、下位に向かって高濃度になる一般的傾向があり、それらの元素は概括的には生物濃縮(腐植等有機物の蓄積)や母材の不均一の影響が無視できると報告している。PIXE分析では、深さとともに増加傾向の9元素のうち、Fe、Ti、Y、Cr、Ni、Gaの6元素は寺島ら(2004)と同様の結果で、いずれも生物濃縮効果がほとんど認められない元素(植物/地殻元素濃度比、0.7以下と定義)であった¹⁰⁾。一方、減少傾向の元素について、寺島ら(2004)¹⁰⁾は、生物濃縮の影響の大きい元素、例えば、濃縮効果が特に大きい元素(植物/地殻元素濃度比、17.8~7.2と定義)はP、Sb、Zn、Cd、Pb、Cu、Ca、濃縮効果が認められる元素(植物/地殻元素濃度比、5.2~2.9)はMn、Pb、Bi、Sr、Mo、K、As、Sn、植物により濃縮効果がある元素(植物/地殻元素濃度比、1.3~1.1)はMg、Ba、Rbで、それらの大部分の元素は最表層部で高濃度を示す傾向にあるが、土壌化に伴う溶出や水分等による希釈効果のため、Mn、Ca、K、Cuは最表層部で高濃度を示さない場合が多いとも指摘している。また、浅見(2010)¹¹⁾は、土壌の元素組成と地殻の元素組成の比較から、窒素が48倍、炭素が31倍、硫黄が3倍高い原因は、生物遺体の土壌への供給であるとしている。このように、減少傾向にあったCa、Mn、S元素は生物濃縮の効果が大きく、腐植に取り込まれた結果、表層部で高濃度を示すと考えられた。As元素の増加傾向およびBr元素の減少傾向の原因は不明である。

若月ら(1978)¹²⁾は、沖積および洪積土壌の元素(29元素、Al、Ba、Ca、Ce、Co、Cr、Cs、Cu、Fe、Hf、K、La、Mg、Mn、Na、Ni、P、Rb、S、Sc、Si、Sm、Sr、Tb、Th、Ti、V、Zn、Zr)を風化過程での挙動の特徴によって4つの群分け(resistate性元素、hydrolyzate性元素、oxidated性元素、溶脱性元素)を試み、元素の特徴付けを行っている。Na、Ca、Sr、Mg元素は溶脱性元素で極めて移動しやすい。Al、Cs、Rb、Ba、K元素はhydrolyzate性元素で、土壌化過程で新しく生成した粘土鉱物中に含まれる。Si、Zr、Ti、Crはresistate性元素で、一次鉱物の細粒化により、Si、Zrは比較的粗いサイズ、Ti、Crは粘土サイズで残りやすい。Fe、P、V、Zn、Ni、Mn、Cu、Sはoxidated性元素であるが、酸化物との親和性と有機物に対する親和性を分けることは困難である。また、Mgは溶脱性元素とhydrolyzate性元素の特徴を、Siについては、hydrolyzate性も併せ持つ。Mnについては、oxidated性元素、溶脱性元素を併せ持っている。

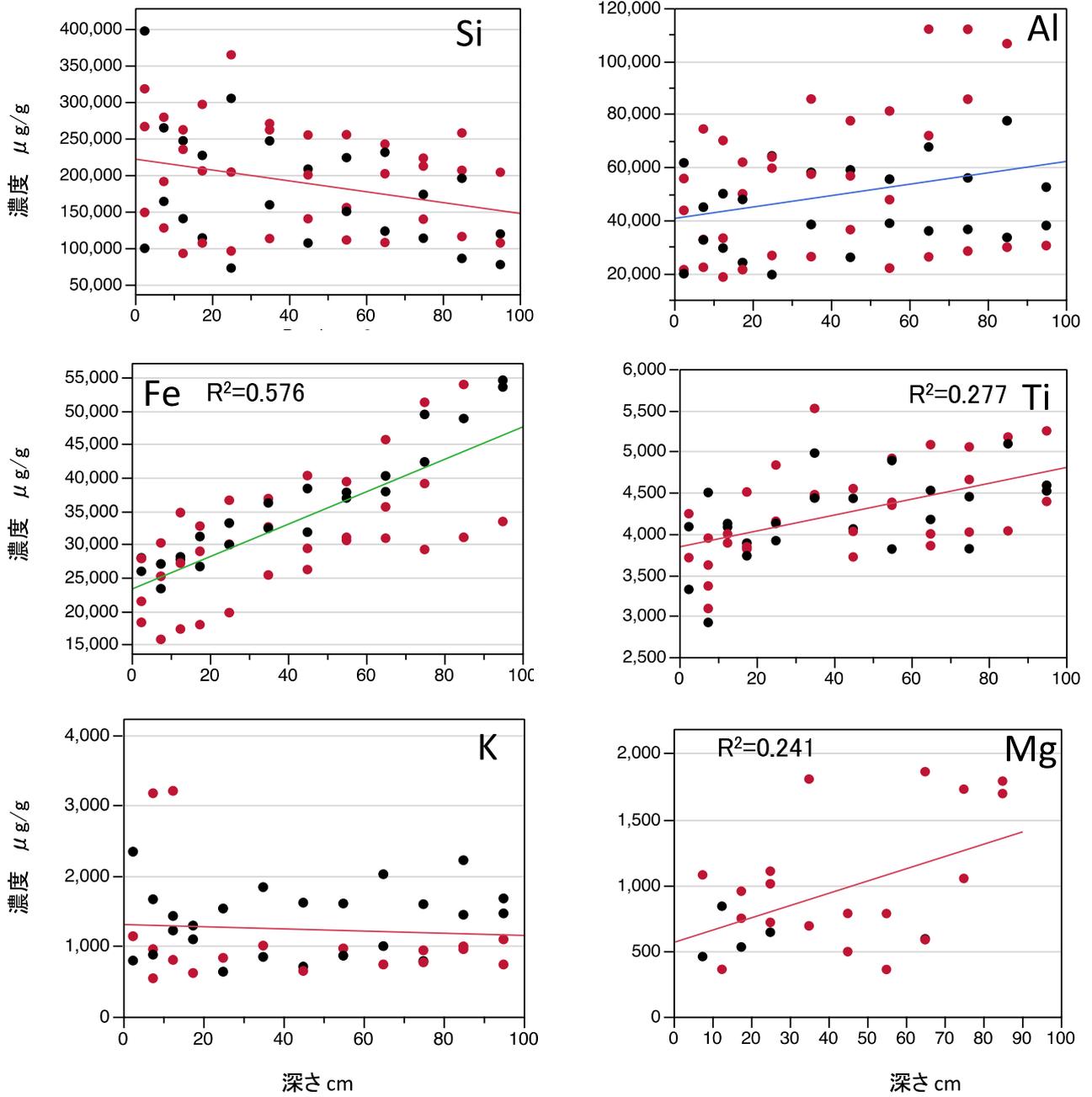


図-8(1) 深度別元素濃度

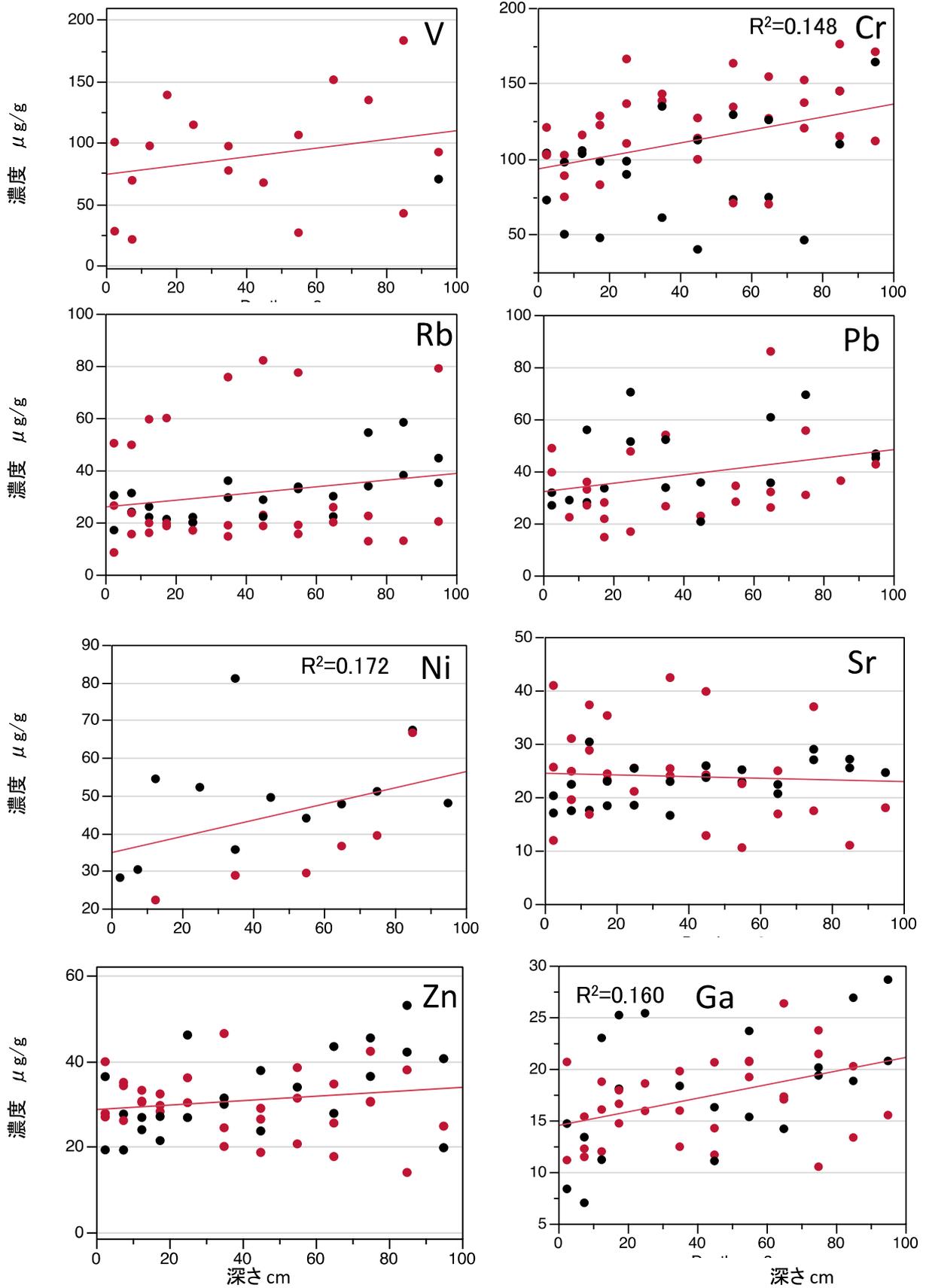


図-8(3) 深度別元素濃度

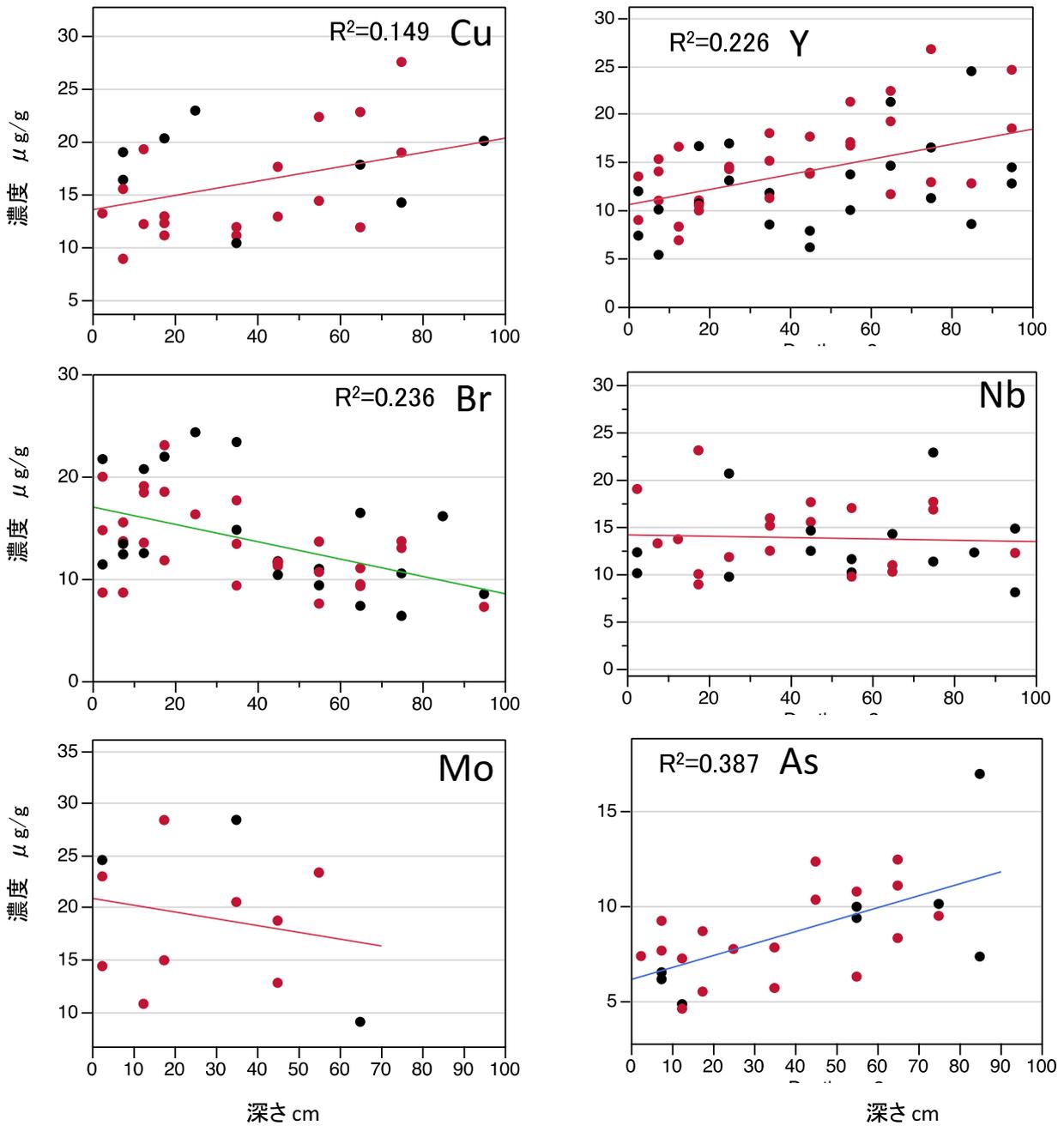


図-8(4) 深度別元素濃度

4 まとめ

土壤有機物の分解過程を微量元素の挙動から解明することを目的に、天然林および草地において、土壤のPIXE分析をおこない、深さ別微量元素濃度を求めた。

1. 従来の文献値で確認されており平均土壤の65元素のうち43%の28元素が検出され、それらは10 ppm濃度以上の主要な元素であった。

2. 岩石の主要な構成元素、O、Si、Al、Fe、Ca、Na、Mg、K、Ti、これら9元素だけで全組成の99.5%前後を占める。風化過程で残りやすいSi、Al、FeのPIXE分析値は文献値に近い値を示すこと、Na、Mg、Ca、K元素は文献値より低い値を示しが風化の進んだ熱帯土壌では起こりうるから、主要9元素のPIXE分析値は、妥当なものと考えた。
3. 岩石・平均土壌との比較および生物濃縮の影響（ここでは、有機物影響とよぶ）からの考察、および若月らの各元素の仕分けから、主な元素について、以下にまとめることができる。
 1. Al、Rbは有機物影響が少なく、比較的残りやすいが、粘土鉱物中に取り込まれる。
 2. Ba、Kは、有機物影響は認められるが大きなものではなく、比較的ながれやすく、粘土鉱物中に取り込まれる。
 3. Si、Zr、Ti、Crは有機物影響が少なく、一次鉱物の細粒化により、小さくなった状態で残りやすい。
 4. Na、Ca、Sr、Mgは極めて移動しやすく、風化に伴い最も速やかに土壌中から消失する。なお、Caは有機物影響が強く最表層部で高濃度を示す。また、Mgは粘土鉱物中にも取り込まれる。
 5. Sは有機物影響（生物遺体に由来）が極めて大きく、比較的流れやすいため、最表層部で高濃度を示す。
 6. Fe、Ni、Vは有機物影響が少なく、遊離酸化物として土壌中に残りやすい。
 7. P、Cuは有機物の影響が極めて大きく、比較的残りやすい。
 8. Zn、Mnは有機物の影響が大きく、比較的流れやすい。Mnは、oxidated 性も持ち合わせる。

元素によって、風化や生物濃縮の影響の度合いが異なることが確認されたが、詳細な解析には、土壌有機物の供給源であるリターや母材の元素濃度との比較解析、各元素の濃縮係数を使う必要があり、今後の課題である。

謝辞

この研究は、科研費（課題番号：22405026、24658144）の補助のもと行った。また、土壌採取に際し、タイ王室森林局の職員に感謝します。

参考文献

1. FAO : World Reference Base for soil resources 2006
2. 久馬一剛：熱帯の森林と土壌、熱帯林業、No.2,p11-18,1985
3. Methikul A, Silpalit M (1968) Reconnaissance geological survey of the As Sakaerat Experimental Station. In: ASRCT Report no. 4. ASRCT, Bangkok
4. Sera, K., Yanagisawa, T., Tsunoda, H., Futatsugawa, S., Hatakeyama, S., Saitoh, Y., Suzuki, S. and Orihara, H, "Bio-PIXE at the Takizawa Facility. (Bio-PIXE with a Baby Cyclotron).", Int'l Journal of PIXE Vol. 2- 3, 325-330,1992

5. Sera, K. and Futatsugawa, S. : Personal Computer Aided Data Handling and Analysis for PIXE, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 109/110, 99 -104 ,1996
6. H.J.M. Bowen, Environmental Chemistry of the Elements, Academic Press, London (1979).
p.333、(和訳、環境無機化学、浅見輝男訳、1983)
7. 一國雅巳：土の化学、1989
8. 地質および鉱物：理科年表国立天文台編、644、2012
9. Terada, Kimura and Yamasaki: Analysis of 57 elements in Japanese soils, with special reference to soil group and agricultural use, Geoderma 119, 291-307, 2004
10. 寺島 滋、今井 登、太田充恒、岡井貴司、御子柴真澄：関東平野南部における土壌の地球化学的研究— 土壌地球化学図の基礎研究(第5報)総括 一、地質調査研究報告 第55 卷 第1/2号、p1-18、2004
11. 浅見輝男：第1章 窒化宇土土壌における各種元素の存在量、in 日本土壌の有害金属汚染、2010
12. 若月利之、松尾嘉朗、片山幸士、石田紀郎：沖積および洪積土壌の風化過程における諸元素の挙動(第3報) 元素の土壌地球化学的分類、日本土壌肥料科学雑誌、49 (2) 、100-106、1978

Elements of soil in dry evergreen forest of Thailand

M.Sakai¹, K.Sera² and S. Goto³

¹Forestry and Forest Products Research Institute
1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan

²Cyclotron Research Center, Iwate Medical University
348-58 Tomegamori, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan

³Takizawa Laboratory, Japan Radioisotope Association
348-58 Tomegamori, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan

Abstract

The climate change is emerging as perhaps the greatest environmental topic of the twenty-first century. Forests in tropics have very important roles in climate change. More than a half of global carbon stock is in tropical forests (54.8%), following by boreal (31.5%) and temperate (13.8%) forests. A half of global C is stored in soils, 42% in biomass, and 8% in deadwood. Understanding the decomposition rate and the mechanism of the long-term stabilization of carbon in soils is crucial in order to estimate the carbon cycle in global level. In order to evaluate the relationship between the stabilization of soil organic matter and the behavior of elements in soil, we studied the major and minor elements in soil profiles.

The study site was located at Sakaerat Silvicultural Research station (14°28'06.1"N, 101°54'15.0"E; alt., 420 m), Nakhon Rachasima Province, Northeast Thailand. Meteorological conditions were 26°C, annual mean air temperature and 1,100 mm, annual precipitation with the dry (November–April) and wet (May–October) seasons. The soil type is Orthic Acrisols (FAO/UNESCO).

The element concentrations were determined by the proton-induced X-ray emission (PIXE) method at Nishina Memorial Cyclotron Center. Soil samples were adjusted by the internal reference method.

The contents of major elements, Si, Al, and Fe, are near to the value of the literature. The strong weathering in the tropics causes to the lower contents of major elements, Na, Mg, Ca and K. The contents of Fe, Ti, Mg, Y, As, Cr, Ni, Ga, and Cu are increasing with depth. Conversely, the elements of Ca, Br, S, and Mn show decreasing with depth. The higher contents in top soil show the effect of large input of the organic matter, such as litter and fine root litter.