
土壤の事典

剛雄 一馬 久馬 敏雄
雄 敏 久 間 敏 雄
雄 貞 子 子 貞 雄
皓 木 子 木 皓
勉 部 木 部 勉
則 土 正 則
史 田 光 史
編 集

朝倉書店

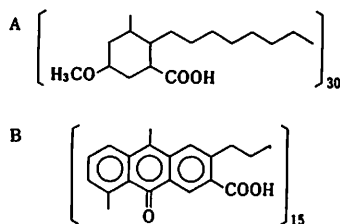
の割合は、褐色森林土や沖積水田土壌腐植酸で非常に大きく、脂肪族鎖の平均長さが長いことを示している。

【分子量分布と平均分子量】 腐植物質の分子量分布は、セファデックスゲル等を用いたゲル浸透クロマトグラフィーで測定されるが、ゲルと腐植物質の間の相互作用に注意する必要がある。ゲルに残存する荷電による腐植物質の排除効果や、ゲルによる強い吸着を抑えなければ、分子量に基づく分離はできない。セファデックスゲルに対してトリス緩衝液や、尿素・リン酸緩衝液が相互作用の少ない溶離液として用いられる。また、緩衝液中で腐植酸は徐々に会合するため、調製後、ただちに展開しなければならない。土壌腐植酸は分子量数千から数十万の範囲の幅広い分子量分布を示すが、埋没黒ボク土壌では約5,000をピークとした比較的狭い分布となる。

腐植物質の平均分子量は、多分散性のため測定法によって非常に異なる値が報告されている。凝固点降下法による数平均分子量では25,000、光散乱法による重量平均分子量では65,000、超遠心法による α -平均分子量では24,000~230,000等である。多くの測定法では、塩を添加して、非電解質高分子と同じ扱いをしているが、分子の会合については考慮しておらず、十分注意しなければならない。蒸気圧浸透圧法で、酸性官能基による解離を補正して求めた数平均分子量は、黒ボク土壌腐植酸では2,000~5,000、褐色森林土や沖積水田土壌では7,000~9,000である。

【化学構造】 腐植物質の化学構造について、多くの構造モデル、構造仮説が提出されているが、複雑な高分子物質の混合物であるため、分解産物を同定して基本構造単位を再構築することは非常に困難である。腐植物質を混合物のまま、平均的な化学構造を把握するために、平均化学構造の解析法が開発された。元素分析値、 $^1\text{H-NMR}$ による各種形態のプロトン、官能基分析値から、芳香族性炭素分率、芳香環縮合度指数、芳香環置換度指数、側鎖炭素数などの構造指数を求め、平均化学

構造単位が推定される。腐植酸の構造単位あたりの縮合環数は黒ボク土壌では2~4環、沖積水田土壌では1~2環であり、脂肪族側鎖の炭素数は腐植化度が高いほど短くなると推定されている。



土壌腐植酸の平均化学構造モデル

A: 沖積水田土壌, B: 黒ボク土壌

【無機成分との結合】 土壌中で腐植物質は無機成分と複合体を形成している。金属イオンとの錯形成反応について、安定度定数がイオン交換平衡法、pH 滴定法によって測定され、ほぼ Irving-Williams の序列に従うことが知られている。また、腐植物質は各種官能基を含むため、多座配位子による金属との反応であることを考慮して、安定度関数を適用する試みが行われている。粘土鉱物との反応は、物理的吸着、静電結合、カルシウム、鉄、アルミニウムによる橋かけ結合、配位子交換結合によると考えられている。2:1型粘土鉱物の場合、腐植物質の層間吸着がX線回折から確かめられている。1:1型粘土鉱物では結晶のエッジだけでなく表面全体に腐植物質が吸着することが、電子顕微鏡を用いたデコレーション法で観察されている。(米林甲昭)

腐植化 humification

落葉落枝、収穫残さ、堆きゅう肥等の形で土壌に供給された有機物は、土壌動物や土壌微生物の作用および非生物的な作用によって分解を受け、最終的には炭酸ガス、メタン、窒素等の気体として大気中に返るが、その途中の段階で各種の機構を通じて土壌に固有の腐植物質が形成される。この過程が腐植化である。

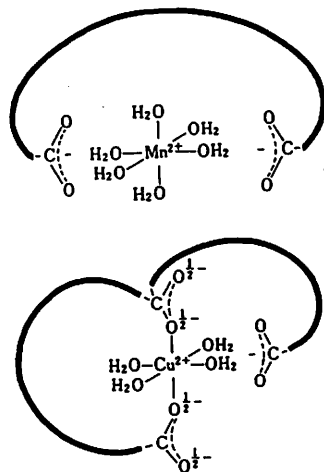
リグニンの分解と分解生成物の再重合、ア

ミノカルボニル反応，ポリフェノールのラジカル重合などが土壤中で生物学的および非生物学的に進行して生成した腐植物質は，粘土表面や活性アルミニウム・鉄酸化物に吸着され，それらの触媒作用によって，さらに多くの共役二重結合を含む物質へと変化する。腐植化の指標としては，腐植酸の可視部吸収などに基づく RF の増加， $\Delta \log K$ の減少，腐植酸量の増加，不飽和度の増大，窒素含量の減少，カルボキシル基やカルボニル基の増加等があげられる（→土壤有機物，腐植，腐植酸，腐植物質）。（筒木 深）

腐植金属複合体 metal-humus complexes

土壤中の腐植と金属元素の陽イオンとの反応生成物を指す。一般に，腐植は土壤粘土鉱物に比較して，金属元素に対する反応性が高い。反応に関与する腐植の官能基の大部分は，酸解離定数を異にするベンゼン核に結合したカルボキシル基やフェノール性水酸基と考えられている。このため，腐植と金属陽イオンとの反応は，陽イオンの種類と濃度，土壤溶液の水素イオン濃度や電解質濃度および腐植分子の立体配置などの影響を強く受ける。多核錯体を形成する可能性の高い土壤腐植への適用には問題があるものの，金属イオンと腐植の配位上との親和力の定量的表現である腐植金属複合体の安定度定数の測定が，土壤から分離・精製された腐植酸やフルボ酸について，しばしば行われてきた。その結果，アルミニウム，鉄および銅が他の遷移元素（亜鉛，マンガン，コバルト，ニッケル）に比較して安定度が高い複合体を形成することが示された。電子スピン共鳴，核磁気共鳴，メスbauerアスペクトルなどによれば，マンガンと亜鉛は外圏型配位化合物（outer sphere complexes）を，銅と鉄は内圏型配位化合物（inner sphere complexes）を生成することが明らかにされた。マンガンと銅についてその腐植との結合を模式図に示した（図）。

土壤中における腐植金属複合体の生成は，腐植の集積や移動に大きく関与し，土壤の生成，分類上重要である。ポドソルの集積層の



マンガンと銅イオンの腐植（太線）との結合

形成には溶脱層における可動性アルミニウム（鉄）腐植複合体の生成，チェルノーゼムの厚い腐植質 A 層の形成にはカルシウム腐植複合体の生成が重要で，アンドソルの多腐植質 A 層ではヒドロキシルアルミニウム（鉄）腐植複合体の生成がよく知られている。また，腐植金属複合体の生成は，植物養分とくに微量元素の土壤溶液中での可溶化や移動を促進し，その利用率を高めたり，植物根の生育障害を引き起こす土壤溶液中のアルミニウムイオン濃度の制御に役立つことが知られている。このほか，土壤母材あるいは土壤中の一次および二次鉱物の溶解や土壤団粒の形成にまた最近の環境問題の一環として，土壤汚染や産業廃棄物の土壤投入で土壤腐植と重金属との反応が注目されている。（東 照雄）

腐植酸 humic acid (フミン酸)

土壤からアルカリによって抽出され，酸によって沈殿する赤褐色ないし暗褐色の有機物の画分であり，カルボキシル基やフェノール性水酸基によって酸としての性質を示すため，腐植酸と称される。石灰，堆積岩，湖底・海底堆積物，天然水中等から同様の操作によって抽出される有機物も腐植酸あるいはフミン酸と称する。腐植酸とフミン酸は同一の概

念を示し、学問の分野によってドイツ語の Huminsäure に対する訳語が異なつたにすぎない。

土壤中で腐植酸は粘土鉱物の表面に吸着されたり、各種の陽イオン、アルミニウム、鉄、カルシウム等と難溶性の塩を形成して存在している。したがって石灰質土壤などでは、NaOH 抽出のみでは腐植酸はあまり抽出されず、これらの陽イオンと錯体を形成する試薬 (NaF, NH_4F , $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 等) によってはじめに抽出される。このような腐植酸を結合形腐植酸、一方 NaOH のみで抽出される腐植酸を遊離形腐植酸と称する。ただし遊離形とは称してもアルカリ溶液中で無機イオンから分離されやすいだけで、土壤中で完全に遊離の形で存在しているわけではない。

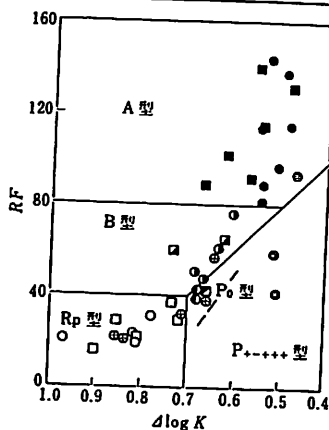
また腐植酸はその部分疎水性によって、ジメチルスルホキシド、ジメチルホルムアミド等の有機溶媒によつても、その一部が可溶化される。腐植酸中でエタノールに可溶の画分はヒマトメラン酸 (himatomelanic acid) と称され、脂肪族構造に富んでいる。

また、腐植酸のアルカリ溶液に 1M の KCl または NaCl を添加したとき、沈殿する画分を灰色腐植酸、溶液中に残る画分を褐色腐植酸と称する。灰色腐植酸は腐植化度が高く、解離基を多く含むため、高濃度の電解質によつて凝集したものである。ただし、腐植酸画分のこのような細区分は現在ではあまり行われていない。

土壤の腐植酸は、植物遺体が腐朽していく過程で、分解・変質を受けながらも残留しているリグニン、タンパク質、多糖類などの高分子や、それらの成分から微生物によつて生産された 2 次的有機物が、相互に反応したり、無機成分と結合して安定化して生成した腐植物質によつて構成されている。

腐植酸の可視部および紫外部吸光度は、可視部から紫外部にかけて指数関数的に増大し、キノン系色素等を除外すれば、特定の発色団に起因する顕著な吸収帯をもたない。

腐植酸の腐植化度は単位濃度あたりの腐植



- 火山灰土由来の A 型腐植酸
- 石灰質土壤由来の A 型腐植酸
- 褐色森林土由来の B 型腐植酸
- 石灰質土壤由来の B 型腐植酸
- 火山灰土および褐色森林土由来の P₀ 型腐植酸
- 石灰質土壤由来の P₀ 型腐植酸
- 石灰質土壤由来の R_p(1) 型腐植酸
- ⊙ 水田土壤由来の R_p(1) 型、P₀ 型、B 型腐植酸
- 森林土壤 A₀ 層由来の R_p(2) 型腐植酸
- P_g 色素の吸収が明らかな P₊₊₊₊ 型腐植酸

腐植酸の分類

酸の 600 nm の吸光度 (RF) および吸収スペクトルの傾き ($\Delta \log K : \log K_{400} - \log K_{600}$)、ただし K_{600} および K_{400} は 600 nm および 400 nm における腐植酸の吸光度) を指標に定義され、この 2 つの指標によつて腐植酸は A, B, R_p, P の 4 型に分類される (図)。

A 型腐植酸はもっとも腐植化の進行した腐植酸であり、腐植質火山灰土の A 層や石灰質土壤等から主に得られる。これらの土壤では活性アルミニウムやカルシウムとの結合によつて腐植酸が分解から保護されている。B 型腐植酸は成熟した褐色森林土から主に得られ、A 型と R_p 型腐植酸の中間的性質を示す。R_p 型腐植酸は、沖積水田土壤や畑土壤などの未熟な土壤、森林土壤の A₀ 層等から得られる腐植化度の低い腐植酸である。ただし、同じ R_p 型に属しても、腐朽植物遺体、A₀ 層から得られた腐植酸、無機層位の土壤から得ら

れた腐植酸は、腐植化度は同じ程度でも有機物の分解の程度が異なり、加水分解性窒素化合物やフェノール性化合物の含量が異なるため、区別する必要がある。P型腐植酸の腐植化度は、B型腐植酸と同じ程度であるが、 $\Delta \log K$ の値が小さい腐植酸である。これはP型腐植酸に緑色の特殊な吸収をもつ色素が含まれることが多いからである。この緑色色素(Pg)は熊田・佐藤により発見され、4,9-ジヒドロキシベリレン-3,10-キノンを母核とすることが明らかにされている。P型腐植酸のうちPgの吸収が認められないものはP₀型、Pgの吸収をもつものは吸収の程度に応じてP_±からP₊₊₊型と表される。

このような腐植酸の腐植化度や型は、腐植酸・フルボ酸の抽出量および比率、遊離形腐植と結合形腐植の割合等の情報と組み合わせると、土壤の種類や層位の違いをよく反映する。

各種土壤約40点の試料についての分析結果によれば、腐植酸は1gあたり2~6mmolのカルボキシル基、2~10mmolのカルボニル基、1~3mmolのフェノール性水酸基、0.5~3.5mmolのアルコール性水酸基、0.2~1.5mmolのメトキシ基を含む。また、加水分解によってアミノ酸を生成する構造部分は、腐植酸全炭素の7~20%、多糖類態の炭素は、全炭素の1~3%を占める。

腐植酸の腐植化度および腐植酸型の差異は、腐植酸のこれらの化学的性質の規則的遷移と対応している。すなわち腐植酸のカルボキシル基、カルボニル基、芳香族炭素含量等は腐植化度の増大とともに増加し、水素、窒素、糖に由来するアルコール性水酸基、リグニンに由来するメトキシ基含量等は腐植化度の増大とともに減少する。すなわち腐植化過程の初期に腐植酸の化学構造の形成に貢献したリグニン、タンパク質、多糖類等は腐植化の進行とともに減少し、不飽和度および芳香族性の高い土壤固有の腐植物質が生成する。

腐植酸の化学的性質は土壤の生成条件をもよく反映する。腐植酸の可視部吸光特性、元

素組成、官能基組成、¹H-NMR等の結果を統計的に処理すれば、それぞれの腐植酸を含む土壤の種類が判別できることも示されている。

腐植酸の分子は重量平均分子量が数万から数十万の多分散性の高分子で、腐植化度の増大とともに分子量は減少する。分子の形状は楕円状ないし球状と考えられるが、多数の解離基の影響で高分子電解質として挙動するため、分子の大きさは溶媒のpHやイオン強度にいちじるしく依存し、高pH・低イオン強度の下ではいちじるしく拡がり、低pH・高イオン強度では収縮する。腐植酸を分子量によって分画しそれぞれの性質を調べると、もっとも腐植化度の高い画分の分子量は数万のオーダーである。他方、もっとも高分子量の画分にはかなり腐植化度の低い物質が含まれる。これらのことは、腐植酸の生成過程は出発物質としての生体高分子の分解過程と、土壤に固有な暗色高分子の合成過程との二面性をもつことを示している(→フルボ酸、ヒューミン、土壤有機物、腐植、腐植化)。

(筒木 潔)

腐植蓄積(作用) humus accumulation

土壤中に比較的安定な腐植が多量に蓄積する作用を意味し、腐植集積作用ともいう。旧ソ連でいうジョールン化作用にほぼ相当する。以下のような3つの条件によって促進される。①灰分に富む多量の植物遺体が土壤の表層や地表に毎年供給される(草本植生の特徴)、②母岩(母材)中に塩基、とくにカルシウムが多いこと、③湿潤季と乾燥季が交代する気候条件。これらの条件が満たされる場合には植物遺体の急速な無機化が抑制され、腐植の形態で有機物が土壤中に蓄積される。チェルノゼムではカルシウムが腐植を安定に保持しているのに対して、黒ボク土では、火山灰から供給される多量の非晶質アルミニウムが腐植の安定保持に関係している。またチェルノゼムでは多年生イネ科高茎草本類(カモジグサ、スズメノカラビラ、ハネガヤ)が、また黒ボク土ではススキやササなどの草本類が有機物の供給源となっている。

悪い土壌のことである。わが国では通常以下のものが不良土壌とされている。酸性土、不良火山性土、泥炭土、重粘土、腐植過多土、鉄欠乏土、砂質およびれき質土、苦土・マンガン・ホウ素・その他欠乏土、有害成分含有土。

(2) 1959から69年にわたって農林水産省によって「地力保全基本調査」が行われた。この事業においては、ある土地の生産力を評価するために現地調査と試料の分析結果の各項目について、作物生育に対する制限と阻害の程度を計量化して示し土壌生産力可能性分級を行った。評価項目にはさらに土壌悪化の危険性の種類、程度も取り入れられている。分級はI-IVの4等級で表され、分級を決めるための基準項目は表土の厚さ、有効土層の深さ、耕うんの難易、土地の乾湿、自然肥よく度、養分の豊否、障害性、傾斜、侵食の10項目である。このうち大きな制限因子あるいは阻害因子となる下位のIII、IV等級の基準項目をもつ土壌が不良土壌と見なされている。この不良土壌は水田で約4割、畑地で7割の面積を占め、相当規模の土木工事や多額の投資をしない限り高度利用ができない土壌とされた。

近年上記の不良土壌のほかに問題土壌 (problem soil) という用語が散見される。地球上にはさまざまな土壌があり、ある種の土壌はそれを利用するうえで重大な問題をかかえている。これらは生来の非常に特異的な化学、物理、生物性のために容易には生産の上からない、あるいは作物生育すら難しい土壌である。さらにはこれら自然要因による問題土壌に加え、人為による農薬や重金属の汚染土を含めることもある。代表的な問題土壌としては泥炭土 (peat soils)、塩類およびアルカリ土 (saline soils, alkaline soils)、酸性硫酸塩土 (acid sulfate soils) があげられる。泥炭地はわが国にも北海道を中心として2500 km² が分布する。酸性硫酸塩土は中海干拓地などにわずかに出現するのみである。近年、丘陵地での高速道路工事、大規模農地および宅地造成のための地形改変によって現

れる地質時代の化石的な硫酸酸性の強い土壌が問題となっている。塩類およびアルカリ土はわが国には気候条件上存在しないが、化学的に類似した問題をもつ土壌が化学肥料を多用する施設園芸土壌に見られる。この他世界的にはパーティソル、プラノソル、重粘質沖積土さらには熱帯の強風化土壌なども問題視されている土壌である (→土壌肥よく度、生産力可能性分級)。 (岡川長郎)

プリンサイト plinthite

鉄に富み有機物に乏しい粘土、石英等の混合物。暗赤色の斑紋が板状、多角形、網状のパターンをなしている。湿潤な土壌では、プリンサイトはスベードで切れるほど軟らかい。露出して乾湿をくり返すことにより、また日射により熱せられるととくに不可逆的に硬化し盤層あるいは不規則な塊になる (→ラテライト)。不可逆的に硬くなった後は、プリンサイトではなく、ラテライトまたは鉄石 (iron stone) と呼ばれる。露出して乾湿をくり返しても不可逆的に固くならない程度の鉄の分離した斑紋は、プリンサイトと見なされない。一般に、プリンサイトはある時期水で飽和される層に形成される。鉄の分離は幾分粘土質で赤ないし暗赤色の軟らかい斑紋の状態で形成される。プリンサイトは1回だけの乾湿のサイクルでは不可逆的に固くはならない。1回の乾燥の後には、もう一度吸水し、分散剤入りの水の中で振とうすれば大部分は壊れる。 (太田 健)

ブルニゼム Burnizems, Prairie soils (プレーリー土)

アメリカ旧土壌分類における大土壌群の一つ。冷涼湿潤気候のプレーリー草本植生下で生成した土壌で、断面は、暗褐色で弱酸性を示す表層土と、褐色の下層土からなる。チェルノゼムよりも、表層土は明るい色をもち、石灰炭積が見られないこと、粘土集積層を伴う場合があること、が特徴である。アメリカ中西部のコーンベルト地帯の主要土壌。西部の地中海性気候の草原下で生成した土壌は、より明色の表層土をもつが、プレーリー土に含まれる。Soil Taxonomy のモリスル (Ar-

giudolls, Hapludolls, Argixerolls, Haploxerolls) に対比される。

(荒木 茂)

フルボ酸 fulvic acid

フルボ酸は土壌有機物や堆積物からアルカリによって抽出される有機物ないし天然水中に溶存する有機物のうち、酸性 (pH 1) にしても沈殿しない画分である。溶液の色は黄色から褐色を呈し、単位濃度あたりの可視部吸光度は腐植酸と比べていちじるしく低い。

フルボ酸は土壌中で鉄やアルミニウムの酸化物、粘土鉱物、および高分子有機物に吸着されて存在し、またその多数の解離基によって各種の交換性陽イオンを保持している。したがってこれらの陽イオンの可給性や、移動・集積、土壌環境の変化に対する緩衝作用等に深くかかわっている。

土壌有機物中のフルボ酸の割合は、ポドソル土壌、褐色森林土壌で高く、泥炭土壌では低く、一般に層位が深くなるほど高くなる。このような特徴はフルボ酸が水に溶けやすく移動しやすいことを反映している。

フルボ酸はカルボキシル基に富んだ腐植物質、高分子多糖類、配糖体、フェノール性物質など多様な物質の混合物であるが、とくに多糖類に富む部分は全体の 40~80% 近くを占める。

疎水性化合物に対して親和性をもつアンバライト XAD 系樹脂、フェノール性化合物に対して親和性をもつ Polyclar AT (ポリビニルピロリドンの橋かけ重合体) 等の樹脂、および弱塩基性陰イオン交換樹脂等によって、フルボ酸中の腐植物質に富む部分は吸着され、多糖類に富む部分は通過する。フルボ酸を活性炭に吸着させ、希塩酸・水・アセトン・エタノール・アルカリなどで逐次溶出しても、各種の異なった画分が得られている。また、エタノールへの溶解によっても腐植物質に富む画分 (可溶性) と多糖類に富む画分 (不溶性) が得られる。

フルボ酸中の腐植物質に富む画分の重量平均分子量は、腐植酸と比べてかなり小さく数千から 1 万の程度であるが、多糖類に富む画分の平均分子量は 2~3 万に達する。

^{13}C -NMR や官能基分析によれば、フルボ酸中の腐植物質に富む画分はカルボキシル基、カルボニル基、芳香族性炭素に富み、その含量は腐植酸よりも高い。ただし可視部吸光度がいちじるしく低いことから、縮合芳香環は非常に少ないと考えられる。他方、多糖類に富む画分は、炭水化物性炭素にいちじるしく富むほか、飽和脂肪族炭素やカルボキシル炭素にも富んでいる。

これらのことからフルボ酸は腐植化過程の出発物質と、腐植酸やヒューミンからの分解生成物の両方から構成されるものと考えられる (→腐植酸、ヒューミン、土壌有機物、腐植、腐植化、多糖類)。

(筒木 深)

ブレイ法 Bray P

可給態リン測定法の一つ。酸に易溶性のリン (主にリン酸カルシウム) とリン酸アルミニウム、リン酸鉄の一部を可給態リンとして評価することを目標としている。HCl と NH_4F を含む抽出液を用いるが、HCl の濃度によって 2 種類の抽出液がある。第 1 法では NH_4F について 0.03M、HCl について 0.025M の混合溶液、第 2 法では NH_4F について 0.03M、HCl について 0.1M の混合溶液を用いる。原法では土壌と抽出液の比が 1:7、抽出時間は第 1 法 1 分、第 2 法で 40 秒だが、さまざまな変法も用いられており、土壌と溶液の比は 1:7 ないし 1:50、抽出時間は 40 秒ないし 5 分である。この方法は酸性土壌に適するが、石灰質土壌中では HCl が CaCO_3 に中和され、フッ化物イオンは CaF_2 となって沈殿するなど問題が指摘されている (→可給態リン酸)。

(南條正巳)

プロテアーゼ → 土壌酵素

プロトイモゴライトアロフェン proto imogolite allophane

イモゴライト構造を有するアロフェン。

アロフェンとイモゴライトは類似の赤外線吸収スペクトルを示すが、イモゴライトは、 $1,000\text{cm}^{-1}$ 付近の吸収帯に 2 つの吸収極大 ($1,000$ と 940cm^{-1}) をもち、 348cm^{-1} に比較的強い吸収帯をもつという点が異なっている。しかしアロフェンでも、とくにケイバン

水分解性窒素の割合はやや増加し、アミノ酸態窒素は一般に減少し、アミノ糖態窒素はあまり変化しないか、やや増加する。すべての有機態窒素画分は微生物によって、究極的には等しく分解されるが、土壌を風乾後にたん水して分解される有機態窒素の多くはアミノ酸態窒素であることから、土壌の地力窒素の給源の主体はアミノ酸態窒素と考えられている。

腐植酸中にはアミノ酸態窒素と酸不溶性窒素が多い傾向があり、腐植化の進行に伴い酸不溶性窒素は増加する。一般に、腐植酸、フルボ酸、ヒューミンいずれもその窒素の50~60%は同定可能な窒素であり、そのうち60~70%はアミノ酸態窒素である。同定可能な窒素の大部分は、腐植物質と水素結合などによって緩く結合しているにすぎず腐植物質の構成成分ではないと考えられている。

(米林甲陽)

有機態リン organic phosphorus

リンは土壌有機物のなかに窒素について多く含まれる栄養素である。土壌中の全リンの15から80%は有機態リンで占められ、その割合は土壌の性質や組成に依存する。泥炭土壌や森林の未耕地土壌では有機態リンの占める割合が非常に高く、熱帯土壌やプレーリーの草原土壌でも高い割合を占めることがある。有機態リンは土壌を農耕地として利用すると減少する傾向がある。

全有機態リンの定量は抽出法(土壌のアルカリ抽出液中の全リンと酸抽出液中の無機態リンの差)あるいは灼熱法(灼熱土壌中の無機態リンと非灼熱土壌中の無機態リンの差)によって行われる。

カナダの38種類の土壌で調べられた結果によれば、土壌中の炭素と有機態リンの含量比(C/P比)は46から648の間に分布し、平均して172であった。土壌中のバイオマスのC/P比はこれよりもはるかに低く10から30の間に分布していた。

土壌中の有機態リンは通常その10から50%がイノシトールリン酸、1から5%がリン脂質、0.2から2.5%が核酸とその分解生成

物で占められ、ほかにも痕跡量のリンタンパク質や糖リン酸等として存在している。しかし、これらのリン化合物の土壌中からの回収率は非常に低く、有機態リンのかなりの部分の形態が説明されずに残されている。

イノシトールリン酸としてはモノ置換態からヘキサ置換態までがすべて土壌中に検出されているが、主要なものはヘキサリン酸エステル(フィチン酸)である。フィチン酸をはじめとするイノシトールリン酸は酸やアルカリに対して安定であり、また土壌中の鉄やアルミニウム、カルシウム等と難溶性の塩を形成するために、土壌中で安定に存在しうものと考えられる。

細菌や糸状菌などのバイオマスに含まれるリンは耕地土壌では有機態リンの2から5%を、草地土壌では約20%を占めるとされている。バイオマスに由来するリンは他の有機態リンよりも作物に利用されやすいと考えられる。土壌中のアデノシン三リン酸(ATP)の量は、このようなバイオマスの量を推定するのに用いられている(→フィチン、バイオマス)。

(筒木 潔)

有機・粘土複合体 → 粘土・有機複合体
有機農業 organic farming

化成肥料や農薬など化学資材に依存し、多量のエネルギーを投入する集約農法に対して、可能な限りエネルギーの投入量を少なくし、堆きゅう肥など有機物を活用して農業固有の生物的循環を重視する農法。わが国では安全で食味の良い農産物を目指して少数の農家において実施されてきた。農薬・化学肥料・畜産廃棄物を使用しないもの(自然農法、岡田茂吉、1935年提唱)から、減・省農薬、無耕起あるいは単に何等かの有機物を使用するだけのものなど、その形態はさまざまである。しかしながら、基本は土壌機能維持回復のための輪作体系や、多品目栽培および作物残さ・有畜による堆きゅう肥の利用、共生植物や天敵活用による生物的防除など生態系活用型農業といえる。作物の生息環境である土壌そのものの機能の劣化、生産物の残留毒性に対する不安とともに、地球的規模の環境間