

報告番号 ※甲第1127号

主論文の要旨

主論文題目

植物遺体の腐朽過程における
フェノール性物質の挙動に関する研究

氏名 進藤晴夫

主論文の要旨

報告番号 ※甲第 **1127** 号 氏名 **進藤晴夫**

自然土壌および耕地土壌には各種の植物遺体が供給されている。近年、わが国では、農業の機械化に伴い大量の稲わらがそのまま水田に還元投入されるようになった。また畑地においても、施設園芸を中心に、稲わらその他の植物遺体が土壌中に大量に投入されている。植物遺体起源のフェニール性物質のうちあるものは植物の生育に悪影響を及ぼし、また腐植酸の形成や土壌の生成に関与するといわれている。このような土壌中におけるフェニール性物質の役割は、土壌に供給された植物遺体が腐朽する過程でおきるフェニール性物質の化学変化、消長、行動などと密接に関係しているものと思われる。しかし、従来この方面の研究は極めて少なく、不明な点が多い。

本研究は、植物遺体の腐朽過程におけるフェニール性物質の挙動を解明しようとしたものである。以下にその研究の結果を要約する。

1. 各種条件下における稲わら腐朽過程での低分子フェニール性物質の消長 (第1章第2節 - 修士論文)

ガスクロマトグラフを用い、稲わらおよびその腐朽物中の低分子フェニール性物質として、従来から知られている

p

-クマル酸、フェルラ酸、

p

-ヒドロキシ安息香酸、バニリン酸のほか、新たに8種類のフェニール性酸を検出同定した。またその中の主要な6種類のフェニール性酸の定量法を確立した。稲わら中のこれらのフェニール性酸の量は、化合物により乾物あたり20 ppm以下から370 ppmの間に分布した。

稲わら腐朽過程におけるエーテル可溶の全フェニール性物質およびその中の個々のフェニール性酸の消長は、腐朽条件により著しく異なり、それぞれ特長のある消長を示した。その結果から、低分子のフェニール性物質は稲わらの腐朽過程で速やかに分解消失するが、同時にリグニンなどの高分子フェニールから生成してくるものと推定した。またその過程で

p

-クマル酸は

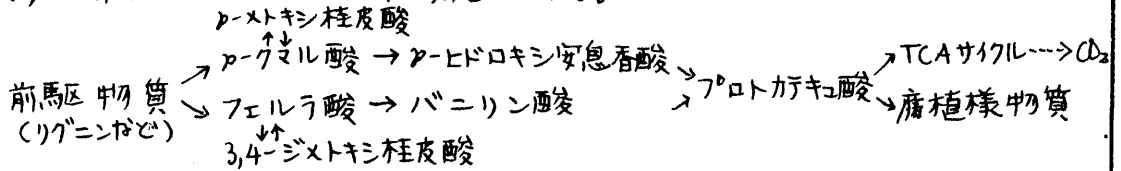
p

-ヒドロキシ安息香酸へ、フェルラ酸はバニリン酸へ変化するものと推定した。

2. フェニール性酸の分解経路 (第2章)

これらの各フェニール性酸は稲わら腐朽物および土壌起源の微生物懸濁液中でいずれも速やかに分解した。各フェニール性酸およびその分解産物の消長から、フェニール性酸の分解経路を以下のように

推定した。p-クマル酸およびフェルラ酸が一旦可逆的にメチル化されることは、従来知られていなかった反応である。



3. 土壌中の稲わら腐朽過程におけるフェーラル性物質の消長(第3章)

稲わら無添加土壌中のフェーラル性物質の全量は極めて少なかったが、実馬食期間中殆んど減少しなかった。稲わら添加土壌では、フェーラル性物質は湛水よりも湿潤状態の方が速やかに減少した。抽出物を分画した各画分中のフェーラル性物質の消長の比較からその形態変化について考察した。土壌中で稲わら自体は容易に分解したが、200日後においても無添加水田土壌よりもはるかに多量のフェーラル性酸が残存した。稲わら起源のフェーラルは水田においては分解すると同時に透水によって溶脱されるものと推定した。

4. 稲わら腐朽物および稲わら堆肥連用水田土壌の腐植酸のフェーラル性物質の特性(第4章)

新鮮稲わら、稲わら腐朽物および水田土壌の各腐植酸中のフェーラル性物質の総量は、約8~14%の範囲にあった。これらの腐植酸および稲わらの精製リグニンを濃KOH中で熱分解した生成物中のエーテル可溶のフェーラル成分は、いずれの試料も類似したクロマトグラムを示し、p-ヒドロキシ安息香酸など6種類のフェーラル性酸が検出された。分析結果は、稲わら腐朽物あるいは水田土壌の腐植酸のフェーラル成分は主としてリグニンに由来し、単位フェーラル構成は長く保持されることを示した。

5. 稲わらリグニン中の加水分解性フェーラル成分(第5章)

稲わらリグニンを希NaOHで加水分解した結果、加水分解物からp-クマル酸、フェルラ酸など9種類のフェーラル性酸が検出同定された。これら生成物の種類および量比から、稲わら腐朽の初期月に生成してくるフェーラル類の大部分は、リグニンにエステル結合しているものが遊離してきたものと推定した。

6. 稲わら、ラジノクローバーおよびアベマキ落葉の腐朽過程におけるフェーラル性物質の消長(第6章)

上記の植物遺体を各種条件で腐朽させ、フェーラル性物質の挙動を調べた。各画分中のフェーラル性物質の消長は、植物遺体の種類によりかなり異なっていた。またその消長は、温度、水分、pHによって大きな影響を受けたが、炭素率、土壌の存在の有無によってはそれほど影

響を受けなかった。

7. フェール類の土壤吸着および移行(第7章)

6種類のフェール性酸を15種類の土壤に吸着させ、吸着とフェールの化学構造および土壤の諸性質との関係を調べた。

供試フェールは、キレート結合部位を有する化合物を除き、それほど土壤に吸着されなかった。鉱質土壤には、フェール性化合物はあまり吸着されず速やかに溶脱されるが、火山灰土壤では吸着され、腐植形成に貢献するものと推定した。作土層土壤では、各フェールの土壤吸着量と有機物含量の間に高い正の相関が見られたが、心土は作土層以上に多量のフェール性酸を吸着した。また、吸着は土壤のpH、遊離鉄含量、粘土含量との間にあまり相関はなかったが、プロトカテキエ酸の吸着は遊離鉄含量との間に高い相関が見られた。

8. フェール類による土壤中の重金属の溶出(第8章)

キレート結合部位を有するプロトカテキエ酸、サリチル酸などのフェール性物質は、土壤中で鉄、アルミニウムなどの重金属と複合体を形成し、一方ではこれらの重金属を溶出するが、他方では土壤粒子表面におけるこれらの金属との結合を通して土壤に吸着されることを示した。

9. 水田および森林土壤中のフェール性酸の分布(第9章)

水田土壤(9試料)および森林土壤(15試料)を採取し、各フェール性酸を定量した。フェール性酸の全濃度は水田土壤(10~26 ppm)よりも森林土壤(34~632 ppm)の方がはるかに高かった。この中でp-クマル酸は森林土壤では最高188 ppm(平均69 ppm)を示したが、水田では最高7 ppm(平均5.5 ppm)に過ぎなかった。単位有機物あたりのフェール性物質の含量も、森林土壤が平均約2倍の値を示した。水田土壤中の濃度は、水稻幼植物の生育を阻害する濃度よりもはるかに低く、森林土壤では場合により幼植物の生育に影響を与える程度の濃度であることを示した。森林土壤断面における分布から、フェール類は土壤中分解によって消失するほかに、下層へ溶脱する部分があることを示した。

10. 以上の研究結果を総合すると次のように要約できる。

植物遺体中に存在するフェール性酸は、遺体の分解とともに速やかに分解されるが同時にリグニンなどから新たに生成してくる。これらのフェール性酸は、微生物により脂用方酸を経てCO₂へと代謝される。一方、リグニンおよびその分解生成物は酸化重合などにより腐植様物質を形成する。フェール性物質の生成・分解には環境条件が大きく関与し、一般に高温好氣的条件下で速やかに減少する。

植物遺体の腐朽過程でフェーリ性物質は各種の形態変化を受けつつ、土壌中に溶出し、一部は土壌に吸着され、一部は雨水、灌漑水などにより溶脱する。その際、フロトカテキエ酸、サリチル酸などは土壌中の鉄、アルミニウムなどの重金属を溶出し、下方への移動を助長する。

水田作土層の土壌中のフェーリ性酸の含量は極めて少なく、大部分は分解・消失するが、下層へも溶脱する。森林表層土壌の含量は高く、透水が少ないため溶脱がおきにくい。