

生分解性高吸水高分子を活用した新規緩効性・徐放性肥料の開発

甲野 裕之 [苫小牧工業高等専門学校／准教授]
内海 洋 [株式会社アクト／代表取締役]
土田 義之 [苫小牧工業高等専門学校／特命教授・
北海道地区産学官連携コーディネータ]

背景・目的

申請者が開発したカルボキシメチルセルロース(CMC)やヒドロキシエチルセルロース(HEC)を原料とした生分解高吸水高分子(SAP)は生分解性を持ち、吸水性能と植物成長の点で既存のアクリル酸系SAPに対する優位性を示す。本研究開発では化成肥料と生分解性CMC-SAPとの複合化を検討し、徐放性・緩効性と保水性を兼ね備えた新規生分解性徐放性肥料を安価に提供することを主たる目的とした。肥料を効率良く吸収可能なCMC-SAP合成条件と複合化条件を検討し、土壤および水中での各肥料成分の溶出挙動を明らかにし、肥効発現の持続時間についてのデータを取得した。

内容・方法

下記の四項目について実施した。

1) 液体肥料吸着に適したCMC-SAPのプロファイリング

アルカリ条件下、CMCとエチレングリコールジグリシジルエーテル(EGDE)もしくはエピクロロヒドリン(ECH)の架橋反応を行い、生分解性SAPを合成した。架橋密度が異なるCMC-SAPを合成し、各種電解質や液体肥料に対する吸液性を評価した。

2) 複合化徐放性肥料調製法の検討

CMC-SAPに液体肥料希釈液を含浸させ、熱乾により複合化徐放性肥料を調製した。肥料最大吸着量を決定し、肥料添加量と生分解性SAPの最適混合比を明らかにした。

3) 徐放作用と溶出挙動解析

複合化肥料の水、および培養土に対する徐放性を電気伝導度(EC)、総溶解固形分(TDS)から決定した。さらに土壤の保水効果を水分量から決定した。

4) 植物育種実証試験

複合肥料含有土壤での作物の生育効果をLED照射下プランターにて実施した。作物としては生育期間が比較的短い(30~60日程度)サラダ葉、小松葉等を用いた。

結果・成果

CMCと架橋剤のモル比で混合比を変え、CMC系SAPを合成した。吸水率とゲル強度のバランスが適していた点1:8CMC-ECH、1:6CMC-EGDE(比率はグルコース残基に対して添加した架橋剤比)を複合化徐放性肥料

として用いることとした。また比較対照としてサンダイヤポリマー社のポリアクリル酸架橋吸水性高分子(SPA)サンウェットを用いた。これらSAPの窒素(N)、リン(P)、カリ(K)含有水溶液に対する吸液量を評価した。SPAは電解質水溶液に対して、吸水直後は吸液するものの、瞬時にカルボニル酸素とカチオンとの相互作用により凝集してしまった。この凝集は高濃度になるほど顕著となり、既存のSPAは電解質を含む肥料や土壤での使用に適してはいない。一方CMC系SAPは電解質の種類、濃度に関わらず凝集することなく安定して吸液することが確認された(図1)。

次に市販液体肥料(ハイポネックス、メネデール等)を吸液させる最適条件を検討した。この結果、10倍希釈で吸収させると、CMC-ECH、CMC-EGDEの肥料複合化量はポリマー1g当たり16.2、11.7gに達し、最も効率良く肥料を複合化可能なことが明らかになった(図2)。

これら複合化肥料の水および土壤に対する徐放性をECおよびTDSで評価したところ、水に対してはいずれのSAPも約2時間程度で80%を放出してしまった。土壤の場合には徐放性および緩効性が確認された。SPAの場合、10日間ほどは肥料の放出は確認されず、その後急激に放出されるシグモイド型の放出曲線を示したのに対し、CMC系SAPは開始直後から徐々に放出するリニア型曲線を示した。60日経過後において肥料成分の残存量はSPAが18%、CMC-ECHで23%、CMC-EGDEでは38%であった(図3)。安全性の観点も含め、CMC-EGDEは徐放性肥料のマトリックスとして活用できることが明らかになった。さらに土壤保水量を水分計で求めた結果、SPAは2週間で土壤が乾燥したのに対して、同一条件下でCMC系SAPは高い保水効果を示した(図4)。

最後にCMC系SAPを含む土壤中で植物育成を行った結果、生育初期において無添加の時と比較し、成長が促進される傾向を示した。

以上の検討の結果、CMC系SAPと液体肥料との複合肥料を調製する最適方法を確立した。本肥料はリニア型の徐放性を示し、長期間土壤に肥効を与えることが確認された。さらに高い土壤保水性も示したことから農業の効率化に貢献できる製品として期待できる。

今後の展望

上述のとおり本研究成果は出口の見えた製品として実証できたが、幾つかの課題が残る。以下列記する。

1) CMC系SAPの合成条件～CMC-SAPはアルカリ条件下で合成し、合成直後はNaOHと未反応架橋剤を含むため、その精製プロセスが煩雑である。よって、精製プロセスの改良が必要。

2) 分解後の環境及び植物に対する影響～CMC系SAPは植物生育に効果があるが、安全性の確認が必要。今後は土壤成分の評価や植物への取り込み量などの確認も必要。