

Part B. 放射線加工による超吸水材(SWA)作製に関する カントリーレポートサマリー (仮訳)

(1) バングラデシュ(Salma Sultana氏、バングラデシュ原子力委員会(BAEC))

土に超吸水材を混ぜた場合のトマトの形態学的研究、つまり草丈、根重、枝の数、葉数、果実の収量は、そうでない場合に比べて高かった。また、土に超吸水材を混ぜた場合のマリーゴールドの形態学的データも、そうでない場合に比べて高かった。

(2) インドネシア(Darmawan Darwis氏、インドネシア原子力庁(BATAN))

インドネシア原子力庁において、ガンマ線を用いて製造したアクリル酸とキャッサバから製造した超吸水材を、砂質土壌でエシャロットに対して試験を行った。研究の目的は、超吸水材キャッサバ共重合アクリル酸を、エシャロットへの水利用効率を高めるために利用することである。1キロの土壌あたり0.05g、0.1g、0.2 gの濃度の超吸水材を用いた。日に2回、週に2回、週に1回という3段階の散水を行った。土地は800m²で、それぞれの処理を3回ずつ行った。植物生長促進剤として、エシャロットにオリゴキトサンとアルギン酸も与えた。オリゴキトサンは週に1回噴霧し、アルギン酸は使用前に超吸水材に吸収させた。実験は2014年8月～9月にかけて行われた。場所はジョグジャカルタ特別州パントゥール県サンデン郡である。エシャロットの品種はTiren Bantulで、土壌の種類は砂質土壌である。砂質土壌において、超吸水材キャッサバデンプンを使用した結果、

1. 散水の頻度を日に2回(一般的な農家の方法)から、週に2回に減らすことができた。
2. 多重比較検定では、対照群に比べて植物の草丈、塊茎直径、一株あたりの塊茎の数について有意な差が見られた。
3. 砂質土壌でのエシャロットに対する超吸水材の使用は、耕作限界地(低栄養)や比較的乾燥しやすい土地(多孔質土壌)における土壌水分の改善を支える技術である。
4. エシャロットの栽培期間中ずっと、超吸水材とオリゴキトサンと散水の組み合わせを週に2回処理を行うと、最も良い成果が現れた。

(3) 日本 (長澤尚胤氏、日本原子力研究開発機構)

カルボキシメチルセルロース(CMC)は水溶性高分子で、食品、薬品、化粧品といった様々な産業に広く利用されている。近年、電離放射線を利用した CMC の微小ゲルの合成が行われており、この物質は高分子薬剤、薬物担体、細胞マーカー等に利用されることが期待されている。しかし、希釈な CMC 水溶液の場合、放射線による分解反応が優位プロセスである。この問題を解決するため、金属イオン(NaCl を添加した CMC 水溶液に照射するという新たな方法を研究した。Na イオンにより CMC 分子に対する電荷相互作用が減少し、コイル構

造を形成する。ゆえに、コイル状の高分子鎖中のマクロラジカルが、分子間および分子内の架橋反応を起こさせる。この系において微小ゲルの形成が観測された。1%の CMC と 2M の NaCl に最大 10kGy を照射すると、電離放射線を照射することにより NaCl を含んだ水溶液中で CMC の架橋構造形成により、低周波域でゲルの貯蔵弾性率が高くなった。NaCl イオンにより、高分子に対する電荷相互作用が減少し、CMC はコイル構造を形成するため、NaCl 存在下での CMC 水溶液中に照射すると架橋が起きる。金属イオンの添加と放射線架橋の複合処理により、マイクロサイズのカルボキシメチルセルロースハイドロゲルが合成される。

(4) カザフスタン (Sergey Kotov氏、 JSC原子力技術パーク)

カザフスタンには 4 台の工業規模の設備があり、放射線加工に利用する事ができる。うち 3 台は出力が 1.5MeV と 5MeV の電子加速器である。その他、重イオン加速器 DC-60 も所有しており穿孔膜製造に利用されている。電子加速器は、橋架け発泡ポリエチレン、ゴム製の屋根材、熱収縮バンドといった製品の製造や医療機器滅菌等に利用されている。2014 年以降、超吸水材のような製品を製造できる新たな 5MeV の電子加速器を稼働させている。原子力技術パークは、アクリル酸と水酸化カリウムをベースとした超吸水材の製造試験を行った。2015 年は、ポット試験といくつかのフィールド試験を行いながら、超吸水材プロジェクトを継続していく予定である。

(5) マレーシア (Maznah Mahmud氏、マレーシア原子力庁(Nuclear Malaysia))

マレーシア原子力庁は、放射線技術(ガンマ線)を利用してサゴから超吸水材を開発し、その製造過程を確立した。超吸水材に放射線橋かけ反応とグラフト重合反応を起こすことで、超吸水材は大量の水(最大362g/g)を吸収し、一定期間保水することができるようになる。このため、特に灌漑が不十分な地域における超吸水材の農業利用が推奨される。

地域の野菜に対する超吸水材の利用の根長、草丈、収量の影響を研究した。カラシナ、カイラン、ホウレンソウに、容量の異なる3種類の超吸水材(0.1%、0.3%、0.5%)を用いて実験を行った。結果は、0.3%の超吸水材を用いた場合、カラシナとカイランの根長が最高値を示した。一方、0.5%の超吸水材を用いた場合、カラシナとカイランの根長に対する影響は最も低かった。0.3%と0.1%の超吸水材は、カラシナとカイランの草丈に最も大きな影響を及ぼした。しかし、ホウレンソウに超吸水材を利用すると、根と草丈の生長にストレスを与える。カラシナは、0.3%の超吸水材を使用した場合、対照群と比較して収量が48.9%高かった。0.1%と0.5%の超吸水材を利用した場合、カラシナの生長にストレスがかかった。カイランに0.3%の超吸水材を用いた場合、対照群に比べて高い収量が得られたが、0.1%の超吸水材を使用した場合と有意な差は無かった。0.5%の超吸水材を使用した場合、カイランの生長にストレスがかかった。ホウレンソウは、超吸水材を使用した全ての場合に比べ、対照群の方が高い収量を得た。0.3%の超吸水材は、カラシナとカイランの生長には効果を示したが、ホウレンソウには効果を示さなかった。

イネへの超吸水材の利用は、MR 219-4を用いて行われた。MR 219-4とは、MR 219に300kGyを照射し開発された突然変異品種である。MR 219はマレーシアの農家に最も好まれている品種であり、耐病性が高く、高収量を上げるためには十分な水管理が必要である。しかしMR 219-4は、最低限の水分条件で生き延び、高収量を上げることができる。

この温室試験では、最低限の水分供給下でのMR219-4の生長に対する影響を研究するため、超吸水材が用いられた。この研究では、容量の異なる3種類の超吸水材(0.1%、0.3%、0.5%)を用いて、超吸水材を用いない対照群と比較して実験を行った。

観測すると、0.1%の超吸水材を利用した場合に最も高い生長率を示した。0.1%の超吸水材を利用した場合、42日目には対照群と比べて27.7%高い生長率を示す結果となった。対照群では、植物の生長にほとんど効果が見られなかった。0.1%と0.3%の超吸水材を利用した場合では植物の生長に有意な差は見られなかった一方、0.5%の超吸水材を利用した場合には植物生長に小さな影響があった。0.1%の超吸水材の利用により分けつ数が最高となり、対照群と比べて2倍の数であった。超吸水材を利用した全ての場合において、32日目から42日目の間で分けつ数の増加を示したが、超吸水材を使用していない場合有意な差は観測されなかった。0.5%の超吸水材は植物の草丈への影響は小さいが、分けつの発生には良い結果をもたらした。この研究は、超吸水材が植物の収量に好影響を与えるのか収量を減らすのかを観察するため、収穫時期まで継続される。

植物への超吸水材の利用とその効果については、最近のデータを裏付けるために、さらなる研究が必要である。超吸水材の利用を拡大するために、広報活動や農業・農場に関連する他の政府機関や民間企業との連携を強く効率的に確立する必要がある。

(6) フィリピン(Charito T. Aranilla氏、フィリピン原子力研究所(PNRI))

フィリピン原子力研究所はフィリピン科学技術省に対し、農業に利用するポリアクリル酸/ κ カラギーナン海藻(PAA/KCSW)超吸水材ハイドロゲルの開発資金を求める事業計画を提出した。超吸水材の原材料は、低価格で、低線量(10kGy)で加工しやすく、加工後に低毒性であることが考慮される。超吸水材の以前の材料は、カルボキシメチル化 κ カラギーナンであったが、加工する際に化学処理による誘導体化が必要であり、橋架けに高線量(30kGy)を要したため、PAA/KCSWに取って代わられた。新たに合成されたPAA/KCSW (5:1 w/w)には、乾燥したゲル1gにつき、900gの水を吸収する膨潤能力がある。異なる濃度のPAA/KCSW超吸水剤を砂質土壤に混ぜた場合のダイズの収量に関する影響を現在ポット試験している。次フェーズへの計画は、温室での超吸水材の有効性試験の継続、生分解性の研究、事業計画承認後のフィールド試験実施である。

(7) タイ (Phiriyatorn Suwanmala氏、タイ原子力技術研究所(TINT))

TINTは、タイ西部に位置するカーンチャナブリー県において、ベビーコーンを用いた超吸水材のフィールド試験を行った。超吸水材がベビーコーンの成長と生産性に及ぼす影響が研究された。結果は、超吸水材の利用によりベビーコーンの草丈と重量に統計的に有意な

効果があることを示した。生産性は44%向上した。超吸水材により、灌漑用水を減らすことができる。さらにTINTは、ナコーンナーヨック県に、一日あたり100kgの超吸水材を製造できるパイロット・プラントを設立した。このプロジェクトの将来計画としては、超吸水材を農業目的で商業化するビジネスの可能性を探るケーススタディを実施するために、TINTの事業開発ユニットとの協力関係を築くことである。

(8) ベトナム (Nguyen Quoc Hien氏、ベトナム原子力研究所(VINATOM))

ベトナムは、高い製造費用のため、超吸水材の製造を休止している。