

畜産業・水産業・農業が同時並行して進展する為の 要素技術調査

(公財) 全日本地域研究交流協会 総括主任研究員 中崎 正好

本調査研究では、農業、畜産業、水産業が発展する為の革新的な要素技術として、二価の鉄、炭素、腐植物（フルボ酸）に関わる研究、技術の実証動向、及び知的財産の確保状況の動向を調べると同時に、今後の畜産業・水産業・農業が同時並行して進展する為の方向付けを調査した。発展の鍵を握る技術として“二価鉄の効果”を明らかにする目的で、文献調査、ヒアリング調査、特許調査を実施した。調査の結果、以下の事が明らかになった。

(1) 北海道標津町の水産業と畜産業が同時並行して進化する要素技術

北海道標津町の水産残さと畜産廃棄物の完全リサイクルを指向し、二価の鉄資材と赤玉土を混合した人工腐植化の実証試験の結果を調査して整理した。大気中、約 60℃の恒温状態の中で、約 1 日混合する実証試験が実施され、その結果、人工腐植物が短期間で生成されることが分かった。しかしながら、土壌改良剤として活用するには、含有成分の偏りが大きく再調整が必要となることが分かった。また、ホタテのウロを用いた試験では、人工腐植化試験では、ウロに集積された Cd が消滅される訳ではなく、圃場への散布を考えると、Cd の除去が必至となる。人工腐植化の実証試験で得られた知見から、植物の育種に適した土壌改良剤への成分再調整を検討するにあたり、今後標津町のインフラであるサーモン館などを活用して、植栽のフィールド実証を行って、土壌改良剤として社会実装する為の確認とシナリオを着実に構築していく事が大事であると判断される。

(2) 民間企業による植物活性化剤の商品化

二価鉄を含有する植物の活性化剤として、商品名「鉄力めぐり・鉄力あくあ」及び「メネデール」を対象に、二価の鉄がどのような機能を発揮するものであるのか調査した。その結果、植物の光合成に必要な微量元素の一つとして「鉄」が重要であり、また、植物が鉄を吸収し易い形態としては、二価の鉄イオン状態であるとしている。一方で、二価の鉄イオンは、不安定であり、「安定した二価鉄」として商品化を行い、販売しているものであった。

尚、その資材を適用して育種した場合の効果・効能は、WEB に記載されている様に明確な効果が見受けられる旨の公表をしている。

(3) 群馬県の地域結集型共同研究プログラムの進展

群馬県の地域結集型共同研究プログラムでは、小島昭先生（当時、群馬高専教授）がプロジェクトの事業化の総括として参画し、家畜のし尿を浄化するために、鉄デバイス（鉄+炭素繊維による構造体）を用いて基礎的な実証試験を実施した。その結果、安全で、最少限のエネルギー、浄化の為の薬剤の投与無しで、またメンテナンスレスという特長のもと、自然浄化の可能性が見出された。この浄化法は、これまでの強制的な浄化法に比べると、浄化時間はかかるが、単に鉄デバイスを汚水中に放置するのみで、溜まった汚水を浄化することが可能となった。その特徴を活かすと、閉鎖水域（ゴルフ場の池、公園の池等）で、長時間かけた自然浄化を要望される場所に適用するには、最も適切な手段と判断され、各地域で実証試験が行われ、浄化改善の効果測定と評価がなされてきた。

基本的な現象としては、鉄と炭素繊維が水中で接触することで、鉄イオンが解け出し、二価の鉄イオンとなる事で、触媒作用が働き、水が浄化されてきたものと思われる。

また、この鉄デバイスを海中に設置しておいたところ、稚貝が鉄デバイスの表面に付着しているのが確認された。このことから、稚貝の収集、貝の養殖にも効果があると判断された。この鉄デバイスの効果としては、海水中の鉄分が増加し、植物プランクトンの増加に伴い、牡蠣の成長も促進されることもわかった。現在では、地域の漁業協同組合と連携した取組が拡大展開されている。

(4) 水産庁の磯焼け対策

水産庁で推進している磯焼け対策に関し、平成 16 年度に開示された、「森・川・海のつながりを重視した豊かな漁場海域環境創出方策検討調査報告書」によると、かなり前からその対応に着眼してきた。しかし、平成 16 年度の時点では、森林・河川から供給された栄養塩類及び鉄を含む微量元素が磯焼けに対する影響は、不明確であるとしていた。その後、海水中に溶存した微量元素の検出技術が向上した結果、定量的な検討が進んできた。平成 27 年 3 月に纏められた「磯焼け対策における施肥に関する技術資料」によれば、微量元素「鉄」の効果が明確になっており、磯焼け対策の手法として、「鉄と炭素の組合せ資材」と「その素材から海水中に溶出する二価鉄イオン」を固定化する為のフルボ酸（腐植土）が重要である事がわかっており、磯焼け対策としての現場工事の概念が検討されてきている事がわかる。

(5) 学術面での二価鉄の研究事例

大学等での二価鉄の挙動等に関係する研究事例を調査した結果、北海道大学 准教授 白岩孝行先生がアムール川からの鉄の流出とオホーツク海での鉄の挙動を地球規模で学術調査を行っている事がわかった。また、広島大学 教授 長沼毅先生の著書「鉄といのちの物語」で言及されている「生物にとって“鉄”は有用な微量元素」の啓蒙書を執筆している。また、福岡大学 教授 渡辺 亮一先生は、JST 新技術説明会（企業向け新技術の広報活動）で「フルボ酸鉄シリカによる干潟再生効果（干潟改善によるアサリ漁獲量増大）」を発表しているなどが分かった。

(6) 二価鉄を活用した特許調査

植物の生育には、鉄分が必須である。一方、三価鉄は水に溶けにくい。このため、二価鉄を供給することで、植物の生育を促進できる。二価の鉄イオンは上記のとおり有益な側面があるものの、安定した三価の鉄イオンになろうとするので、古くから安定した二価の鉄イオンを供給する方法が検討されてきた。二価の鉄イオンに還元剤を添加することで、二価の鉄イオンを安定化させることができる。二価の鉄の安定化技術は、昭和の時代から安定した二価の鉄を供給する試みがなされてきた。

J X 金属株式会社他が特許権者となっている「特許 5591256」に関しては、請求範囲 1 では、二価の鉄イオン源となる化合物、還元剤としては、ヒドロキソミン塩、及び pH 調整剤から成り、pH が 3.0 以下である二価鉄イオン含有水溶液が権利範囲であり、この特許を侵害しないよう留意する必要がある。

【鉄粉法について】

鉄粉法は、汚染土壌の浄化等に古くから用いられている方法である。鉄粉法は、鉄の持つ還元作用により、有機化合物等を分解することにより、有害物質を無害化する。鉄粉法については、鉄粉の製造方法、添加物（リン、硫黄、シリカ粒子等）や組成等の改良が多々なされている。ま

た、対象となる土壌等の混合しスラリー化することで反応性を高めたり、鉄粉と対象土壌等とを効率的に接触させることに関する改良がなされている。二価の鉄の利用には、この鉄粉法に属するものが含まれている。

【フェントン反応について】

二価の鉄 (Fe²⁺: 第一鉄) と、過酸化水素が存在すると、強い酸化力を有するヒドロキシラジカルが生成すると考えられている。このフェントン反応は、汚染土壌の浄化に広く用いられている。これはフェントン反応により発生するヒドロキシラジカルが、汚染土壌中の有機物の化学結合を切断し、無害化することによる。鉄触媒と過酸化水素を含む試薬は、フェントン試薬とよばれる。二価の鉄による排泄物の無臭化等の一部は、このフェントン反応によるものであると考えられる。

二価の鉄に関し、その用途別の知的財産の保有状況とその強みを調査分析した。特に、対象は、畜産排泄物や家畜廃棄物の処理、硝酸態窒素回避、植物の育成（生育促進）、藻類の育成、大学等研究機関と産業界との共同研究などに関して調査し、問題となる特許は何か？ 活用の自由度 FT0 (Freedom to operate) を調査した。その結果、二価鉄を安定して使う方法そのものは、古くから検討されてきており、使う事自体は問題ないように思われる。

一方、畜産排泄物や家畜廃棄物の処理、硝酸態窒素回避、植物の育成加速（生育促進）、藻類の育成加速等に関しては、課題となると思われる特許が何件か浮かび上がってきた。

また、大学等研究機関と産業界との共同研究の実態としては、地域結集型共同研究プログラムを実施した「群馬高専」と「石井商事」が特許権を有する特許が目立っている事もわかった。今後、二価の鉄を用いた各種用途への対応に対しては、今回の調査で抽出した着眼すべき特許へ侵害となるかどうか十分な検討が必要と思われる。

(7) 畜産業と水産業が同時並行して進化するシナリオ

地域の産業イノベーションの加速に向け将来のグランドデザインを描く為の基礎情報を提供するものである。地域のイノベーションのシナリオ構築に関連しては、現在政府を挙げて推進している「まち・ひと・しごと総合戦略」構築と連動し、地域の強みを活かした独自の戦略構想を構築していく事が重要となる。

