

農工水産連携による環境保全と付加価値創出の両立を目指して

～面的水管理・カスケード型資源循環システムの提案～

Towards simultaneous realization of environmental protection and value added production through close collaboration among agriculture, industry and fisheries.

– Development of an innovative water management system with decentralized water reclamation and cascading material-cycle for agricultural areas –

藤原 拓^{*,**}

Taku Fujiwara^{*,**}

1. はじめに

農業地域は、再生可能なエネルギー・資源としての水・バイオマスを豊富に有する一方で、施肥、家畜排せつ物、生活排水等に起因する水質汚染に対しては、汚濁物質の排出源が面的に分散していることから対策が困難な現状にある。このような分散したバイオマスや残存肥料を水質汚濁源とすることなく、付加価値を創出する資源として有効活用することができれば、環境保全と雇用創出の両面から持続可能な地域社会の創成にも寄与することができ、極めて意義深いと考える。

著者らは、汚濁物質の分散した排出源に対応した「面的な水再生技術の開発」、ならびに、空間的に分散しているさまざまな質をもつバイオマス資源に対応した「カスケード型資源循環システムの開発」という全体コンセプトのもとで、農業地域の水質汚染に関する諸課題を解決しうる革新的な技術とシステムの開発を目指して研究を行っている。

本稿では、JST, CREST（研究領域：持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム）において、上記課題の解決を目指して実施中の研究プロジェクト「気候変動を考慮した農業地域の面的水管理・カスケード型資源循環システムの構築」の概要を紹介するとともに、持続可能な循環型社会システムに必要な地域総合農学について考えたい。

2. 農業地域の水管理・カスケード型資源循環システムの概要

著者らは、「面的な水再生技術」ならびに「カスケード型資源循環システム」という全体コンセプトに基づき、以下の4サブテーマを遂行することにより、農業地域の水質汚染に関する諸課題の解決を目指している。

サブテーマ1：資源創出とN₂O排出抑制を同時に実現する面的植物浄化・水再生システムの構築

サブテーマ2：畜産施設等点源由来の廃水・廃棄物の高度再生システムの開発

サブテーマ3：農業系廃棄物からの高付加価値製品創出・水再生システムの開発

サブテーマ4：面的水管理・カスケード型資源循環システムの統合評価

サブテーマ1では、農地等の面源による水質汚染・温室効果ガス排出を解決しうる技術とシステムの開発を行っている。面源汚染の中でも畑地・茶園・施設園芸ハウス等での施肥に起因する地下水汚染は大きな問題となっており、その対策が喫緊の課題となっている。また、塩類集積への対策技術として施設園芸ハウスで実施されている湛水によって、硝酸性窒素による地下水汚染と亜酸化窒素（N₂O）の放出が同時に引き起こされることが報告されている。「面的な汚染源」に対しては「面的な対策技術」が必要であるとのコンセプトに基づき、著者らはクリーニングクロップと呼ばれる吸肥能力の高い植物による面的浄化技術の開発を試みている。商品作物栽培後の残存肥料を、湛水除塩前にクリーニングクロップで吸収除去することにより、地下水汚染とN₂O放出の抑制を同時に実現する。加えて、クリーニングクロップ収穫物から高付加価値なL-乳酸を生成するとともに、リン等の資源回収技術を開発することにより、面的浄化と資源回収が一体となったシステムの構築を目指している。

サブテーマ2では、畜産施設および各家庭からの糞尿・雑排水を高度に浄化・再生するとともに、

*高知大学, Kochi Univ., **科学技術振興機構 CREST, JST CREST

キーワード：農工水産連携, 水環境, 付加価値創出, 面的水管理, カスケード型資源循環システム

資源・エネルギーを回収するための技術を開発研究している。本研究では、従来の「ヒト」と「家畜」による分類ではなく、資源回収の観点から糞尿分離型と糞尿混合型の技術・システムを開発し、水質汚染抑制、温室効果ガス排出抑制、資源循環を同時に実現する条件を探っている。糞尿分離型処理では、尿中の窒素・リンを効率的に回収・利用する技術を開発するとともに、雑排水の処理技術、尿中医薬品の除去技術の開発を行っている。糞尿混合型処理では、高品質な堆肥生産と温室効果ガス排出抑制を同時に実現する堆肥化技術の開発、エネルギー・リン回収率の増大と温室効果ガス排出の抑制を同時に実現する焼却技術の開発を目指し研究を進めている。

サブテーマ3では、農業系廃棄物からの高付加価値製品創出・水再生システムの開発をおこなっている。農業地域に薄く広く分布して存在するバイオマス資源として有効利用するには、資源化技術の開発に加えてバイオマス収集のための戦略を同時に考えなければならない。著者らは、コンポスト化やメタン発酵等の既往の資源回収プロセスと異なり、バイオマスの質を考慮してカスケード的に資源の循環利用を進めることにより付加価値を創造し、農業地域での自立的なバイオマス収集を可能とする新規システム「カスケード型資源循環システム」の構築を目指している。サブテーマ3で実施している研究例として、1) 養殖魚飼料に廃棄物バイオマスである柚子皮ペーストを添加することで、ブリ幼魚の成長を損なうことなく血合肉の褐変を抑制できることを明らかにした研究、2) 製紙スラッジをイオン液体により無機成分とパルプ繊維に分離することにより、製紙スラッジからの効果的な資源回収を目指す研究、等が挙げられる。

サブテーマ4では、上記の新規「面的水管理・カスケード型資源循環システム」をモデル解析により統合評価し、システム全体として、農業地域の水環境保全・再生と温室効果ガスの排出抑制を同時に実現するための条件を検討している。

3. 持続可能な循環型社会システムに必要な地域総合農学を考える

上述したように、農業地域に豊富に存在するバイオマス資源を水質汚濁源とすることなく、付加価値を創出する資源として有効活用することができれば、環境保全と雇用創出の両面から持続可能な地域社会の創成に寄与することができ、意義深いと考える。そのためには、従来の一過型の水・バイオマス利用システム、あるいはバイオマスや水の質を考慮しない一括した循環システム（例：全バイオマスを堆肥化やメタン発酵に利用等）から脱却し、カスケード型の循環システムにより環境負荷削減と価値創出を同時に実現することが重要である。すなわち、未利用バイオマスの質を考慮し、高付加価値な循環利用（例：飼料化・高付加価値製品生産等）を進めた上で、それが不可能なバイオマスや高付加価値利用の残さについては、より低品位な循環利用（例：堆肥化・エネルギー回収・資源回収等）を行うなど、バイオマス循環をカスケード的に行うことにより、バイオマスを徹底的に「しゃぶりつくし」、農業地域のバイオマスからより多くの価値と製品を生み出す必要がある。

このようなカスケード型資源循環システムを実現するには、従来の農業・林業・水産業・工業等の産業セクターや、場の違い（山・都市・農村・海、等）を超えた循環を模索することにより、ある場所では「ゴミ」であったものを別の場所で「宝」として有効活用する技術とシステムが必要である。そのバックグラウンドとしては、農学・林学・水産学等の従来の農学諸分野を横断する地域総合農学の視点が不可欠であり、さらには工学等の周辺学問分野との連携も重要である。著者らによる農工水産連携研究は中間段階であり、現時点で十分な成果を得ているとは言えないが、今後も引き続き地域総合農学の視点で持続可能な循環型社会システムの構築を目指した研究をすすめる予定としている。

謝辞

本稿で紹介した研究は、以下の共同研究者とともに JST、CREST の補助により遂行しているものであり、深甚の謝意を表す。また、本寄稿の機会をいただいた CREST 領域アドバイザーの宮崎毅先生に感謝申し上げます。

共同研究者：大年邦雄、松岡真如、深田陽久、市浦英明、山根信三、松川和嗣、安武大輔、森岡克司、筒井裕文（以上、高知大学）、船水尚行、伊藤竜生、牛島健、土方野分（以上、北海道大学）、山田正人、石垣智基（国立環境研究所）、前田守弘、永禮英明（以上、岡山大学）、高岡昌輝、大下和徹（以上、京都大学）、赤尾聡史、増田貴則（以上、鳥取大学）、長谷隆仁（埼玉県）、深堀秀史（愛媛大学）、井上大介（北里大学）、横田光正（「地域・農林水産物・食の価値の繋がり」デザイン会議、AMI）（敬称略）