

地方大学における産学連携の展開と課題

「機能性無機材料によるリン除去・再資源化技術の開発」を事例として*

佐藤 利夫

1. はじめに

本稿の趣旨を聞いたところ、将来実用化につながる基礎研究ではなく、現在、実際に社会に役立っている様々な研究や協働を取り上げており、とくに「実用的な技術の開発の着眼から実際までとその成果および課題」、「その過程における地域連携における研究者の役割」という趣旨を説明された。私にとって経験を文章にすることは難しく、また何から書き始めてよいのかも解らず非常に難題であったが、編集企画の方の熱意に押されて本稿を起こしてみた。具体的な技術名が出ていたので技術の紹介を行わざるを得ないが、むしろそこに至る背景に焦点をあてて記述した。本稿が地方大学における産学連携活動の参考になれば幸いである。

2. 産学連携による本技術開発の背景と契機

2.1 国と地方の地域活性化施策と島根大学の対応

2002年2月から2007年10月まで69ヶ月間続いた好況を「いざなぎ景気」と言うが、その特徴は実質的な成長や豊かさが感じられない景気であり、公共工事等への依存度が高い地域経済は1990年代初頭のバブル崩壊時からすでに後退局面に入っていた。その影響として、雇用減少による若年層の都会流出、これに伴う高齢化率の上昇から、地域では第一次産業である農業や漁業の担い手不足、耕作放棄地の拡大、限界集落のようなコミュニティ維持問題等が顕在化してきた。このような問題の深刻化を懸念し、1990年代半ばから「地域再生」および「地域活性化」の必要性が叫ばれていたが、具体的な国の政策やこれを受けた地方自治体の支援策が策定され始めたのは2000年代前半になってからである。

島根県も国の政策に呼応して、2003年度に新産業創出戦略を策定し、重点4分野（①環境・エネルギー、②情報・通信技術、③健康・福祉・安全、④産業部材・製

造技術）において具体的な産業創出プロジェクトを開始した¹⁾。このような流れに伴い、島根大学にも産学連携活動による地域貢献が大きく期待されるようになったことが、本技術開発を開始した背景また契機となった。その後、このような流れは全国的に強まり、現在では地方大学の存在意義として、高等教育の機会均等だけではなく、地域に根ざす大学として地域貢献が重要視されるようになってきた。

島根県の新産業創出プロジェクトへの対応として、著者が所属する生物資源科学部では、地域産業の特性および課題を踏まえて、現在までに①「都市エリア産学官連携促進事業：宍道湖・中海エリア（2002-2004年度、文部科学省）」、②「地域新生コンソーシアム研究開発事業：中小規模排水処理施設用高性能リン除去・回収装置の開発（2006-2007年度、経済産業省）」、③「地域再生人材創出拠点形成事業：環境管理修復・地域資源活用人材養成ユニット（2008-2011年度、科学技術振興機構）」の3つの資金を獲得し、産学連携および人材育成を中心とした地域貢献活動を展開している。

2.2 地域特性および課題と本技術開発への着眼

島根県東部に位置する宍道湖・中海は、風光明媚なこと、日本一のシジミの産地としても全国的に知られている。また近年では2万羽を超える渡り鳥の冬季飛来地であり、多様な生態系を有する二段汽水域であることからラムサール条約にも認定され、地域の重要な観光資源・産業資源となっている²⁾。しかし近年、リン、窒素等の栄養塩の流入・蓄積に加えて、気候変化に伴う水温の上昇等により、宍道湖・中海を含め、全国の湖沼や内湾等の閉鎖性水域において、富栄養化によるアオコや赤潮の発生が頻発し、深刻な経済的・社会的問題となっている。

一方、閉鎖性水域における富栄養化の主因とされるリンは、資源的観点から見ると肥料の三大栄養素の一つであり、世界のリン資源の採掘可能量と年間採掘量から、今後約60~100年で枯渇すると予測される貴重な資源である。現実にリン資源の二大産出国である米国および中国は、リンを食料安全保障上の資源と位置づけ輸出制限を始めている。日本にはリン資源が皆無のため100%輸入（年間約90万t）に頼っており、その約80%が農業用、約20%が工業用として使用されている。今後、海外からのリン資源の入手が困難になれば、食糧自給率が40%と極めて低い日本では、農業による食糧生産ができなくなり食料危機が起こり、工業製品の生産も滞り、窮地に立たされることは必至である。

本技術開発は、上記の地域資源に関わる課題と日本の資源に関わる課題を同時に解決する技術開発を行えば、地域活性化と共に日本の産業維持に大きく貢献できることに着眼して行ったものである。すなわち、地域産業資



Toshio Sato

昭和54年 昭和薬科大学大学院修了
平成2年 同大学薬学部講師
7年 島根大学生物資源科学部講師
15年 同大学生物資源科学部教授
18年 同大学産学連携センター地域共同研究部門長

* Developing and Problem of Industry-Academic Collaboration Activities in Regional University. As an Example "Development of Phosphorus Removal and Recycling Technique by Using Functional Inorganic Materials"

源の保全と持続的利用のための高度富栄養化防止技術および今後日本だけではなく世界的に必要となるリン資源の回収・再資源化技術の開発を同時に行うことにより、地域の既存産業の持続的発展を確保すると共に、リン資源化産業と本技術の全国への展開事業を地域に創出し、地域の産業振興と活性化および日本の産業維持に資することに着眼して行ったものである。

3. 地域産業の実態と産学連携ミッション

島根県の名目県内総生産は2006年度で2兆4,875億円であり、産業別ではサービス業、製造業、不動産業、卸売・小売業、建設業が占める割合が高く、全体の70%近くを占める。その中でサービス業、不動産業、卸売・小売業では約97%が従業員29人以下の中小企業である。それ以上の規模を有する企業は約10%で残りの製造業と建設業に偏っている。これらの地場中小企業が地域産業の基幹企業となり地域経済を支え³⁾、努力はしているが、経済的、人材的に余裕はなく、従来型の産学連携活動である技術支援・共同研究（企業が有するシーズの高度化・深化による新技術開発、他のシーズとの融合による新製品開発等）や大学が有するシーズ移転による事業化を試みても、ほとんど成功できない状況にあった。

このような状況において、産学連携により経済産業省の開発資金を獲得し、本技術開発を行うためのミッションとして、まず中心企業となる県内企業に対しMOT (Management of Technology) の観点からの丁寧な説明を行った。中小企業にとっては経営上、自社業態における近況の収益が最も重要であり、中長期的な収益性や新事業については慎重にならざるを得ない。そこで、本技術開発についてMOTの基本である5P、すなわち① Plan (計画 = 技術開発計画・事業化計画と将来性)、② Product (製品 = 技術・装置)、③ Price (価格 = 収益性・事業性)、④ Place (市場)、⑤ Promotion (市場への公表) に沿った説明を行った。

具体的には、①参加企業に対するシーズの優位性と具体的に開発する技術・装置の説明、②シーズ実用化への技術的課題と克服方法の説明、③予定する他の参加企業の技術力と協力体制の説明、④短期的な事業性・収益性と将来性の説明である。また開発資金の獲得には企業側にも開発マネジメントができる人材がいることが必須条件であった。

4. 本技術開発における進捗経緯

4.1 基本シーズの実用性と優位性の検討^{4,5)}

本技術開発の基本シーズは、著者が有していた機能性無機材料の開発、とくに排水中のリン酸イオンに対し高い選択吸着性と大吸着容量を有する無機層状イオン交換体であるハイドロタルサイト化合物（以下、HTと略す）の開発シーズである。

著者は、従前から無機材料に注目し、環境技術への応用を目指してその機能化の研究を行っていた。その理由は、水処理等に利用されるイオン交換体は有機系イオン交換体が主流であり、①原料をいずれ枯渇が予測されている石油に依存していること、②難分解性であり経年使用後の廃棄処理においても環境負荷や安全性の問題点があることの解消を目指したからである。この点、無機イ

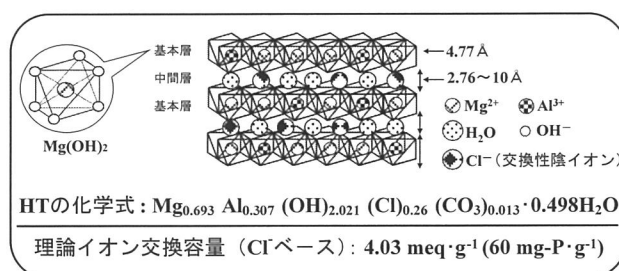
オン交換体は、①地殻に多量に存在する元素から構成されているものが多く（クラーク数が高い元素 = 資源量が豊富）、②耐熱性・耐薬品性が高いこと（ハードな再生法の適用が可能）、③一般の微生物による劣化や変質を受けにくいこと（バイオレメディエーション等の適用が可能）、④簡易な方法で再生・再資源化が可能であること、⑤廃棄にあたって環境負荷が低く安全性が高いことに注目したからである。

無機イオン交換体の中で、陽イオン交換体や両性イオン交換体については一部実用化されたものもあるが、陰イオン交換体については、種類が少なく改質・利用技術に関する研究も進んでいなかった。本技術開発のシーズとなったHTは陰イオン交換体の一種であり、層状構造を有しその層間に陰イオンを交換保持することから、無機層状イオン交換体と呼ばれるものである（図1参照）。

近年まで無機イオン交換体は総じて組成および構造が単純なことから、機能強化や新機能の付加は難しいと言われてきた。そこで、著者はHTの基本層を形成する2価と3価の金属イオン種とモル比（図1ではMg²⁺とAl³⁺）および合成時に層間へ挿入する陰イオン種（図1ではCl⁻）を種々変えることにより、リン酸イオンに対し高選択吸着性と大吸着容量を有するHTの合成に成功した。

HTは高選択吸着性により低濃度から高濃度域（1～800 mg-P・L⁻¹）まで速い吸着速度を有し、また合成時のエージングによる層構造の積層と層間面積の拡大により大吸着容量（リン酸イオンとして4.03 meq・g⁻¹、リンとして60 mg・g⁻¹）が得られており、さらにこれらの特性は中性域（pH 6～9）で100%発揮される。

当初は著者も無機材料の機能化方法を学術的に確立し、その成果を論文として公表することを主要な目的としていたが、地方大学で産学連携活動を展開するに連れて、常に実用化と産業振興の観点から研究成果を見直すようになった。この観点から本シーズの優位性を検討した結果、排水の高度処理技術として、①コンパクト化が可能で農業集落排水処理施設、畜産排水施設、浄化槽等の中・小規模排水処理施設にも適用できること、②放流水のリン濃度を0.5 mg-P・L⁻¹以下まで高度に除去できること、③吸着法（イオン交換法）を原理とするた



【Mg-Al-Cl型HTの特徴と利点】

- ①層間制御によりHPO₄²⁻高選択性を実現
CO₃²⁻ > HPO₄²⁻ > SO₄²⁻ > Cl⁻ > NO₂⁻ > NO₃⁻
→低～高濃度まで速い吸着速度
- ②層状構造が積層、奥行きもある
→大容量のリン酸イオン交換容量
(大量のリンを吸着：既存の吸着材の3～4倍)
- ③原理がイオン交換
→リンをイオン態で吸着除去
→吸着能力の再生が容易
→リンの再資源化が容易
→pH調整の必要なし
→汚泥等の発生が無い

図1 Mg-Al-Cl型HTの構造と組成、理論交換容量、選択性、その利点

め、凝集沈殿法や生物学的脱リン法等の現行技術で問題となっている多量の汚泥やスラッジの発生がないこと、吸着除去したリンを容易に回収・再資源化でき、同時にHTも再生でき繰り返し使用が可能なおこと、リン回収・再資源化・HT再生に使用する脱離液・再生液の再使用も可能であり、廃液等を全く出さないゼロエミッション方式の高度処理・資源回収システムが確立できる可能性が高いこと等、多くの優位性があることが見えてきた。

4.2 技術開発資金の獲得および開発企業群の結成

しかし、このような技術開発には多額の資金が必要であり、これを地場の企業や自治体施策から調達することは難しかった。そこで、公的資金獲得の検討を行い、採択要件としてシーズの優位性と事業化の可能性を最も重要視する経済産業省の「地域新生コンソーシアム研究開発事業」の獲得を決断した。本資金を獲得するためには、中心企業となりリーダーシップが取れる島根県内の企業および実際に技術開発を可能にする企業布陣が必要であった。上記したように、島根県における産業構造は弱く従業員29人以上の中小企業は約10%である。ここではその1社であり、コンクリート二次製品メーカーで水処理事業部を有するI社に中心企業として参加を依頼した。I社との関係は本資金の獲得に至る以前から、共同研究による「産業副産物を利用した生物易付着性の藻礁・漁礁ブロックの開発」、また都市エリア産学官連携促進事業：宍道湖・中海エリア（2002-2004年度、文部科学省）による「水環境修復・リン吸着型コンクリートの開発」等を行い、企業業態に合わせた共同研究成果から信頼関係も醸成されており、中小規模排水処理施設の建設実績もある技術開発意欲が強い企業であることがわかっていった。またI社との関係は10年近くにおよび、2005年には本学部から博士1名が就職しており、この存在が本資金の獲得および本技術開発の進捗に大きな力となった。さらに本技術開発を可能にする企業群として、I社の水処理事業部を設計部門等で技術支援している県外企業のC社、また著者と別に種々の共同研究を行っており、HTを実用化するための要となる繊維担持技術を有する県外企業のT社に参加要請を行った。

ここでは、県内企業が自社業態に必要な技術力を擁する県外企業と信頼関係および技術協力関係をどのように構築しているか、また基本シーズを有する大学の研究者が、自分の研究を通して企業とどのような関係を構築しているかが、以下に述べる実用化に向けての課題解決に大きく寄与し、成功の大きな要因となることを認識した。

4.3 実用化に向けた課題の解決

4.3.1 高性能HT担持成形体の開発^{4,5)}

実用化に向けてまず課題となったのは、HTは平均粒径22 μm の粉体として合成されるため、排水の高度処理に適用し、効率的にリン回収・再資源化・再生を行うには材形が適さず、固液分離性が悪い等のエンジニアリングに関わる課題であった。通常、粉体を水処理等に利用する場合には適当なバインダーを用いて造粒化する方法が取られる。しかし、造粒法ではバインダーとの結合部分の吸着サイトの減少および残存するバインダーによる表面の被覆による吸着速度・再生速度の低下が起これば、HT本来の高い能力を発揮できなかった。そこで、HTの能力を十分に発揮できる担持成形体であるHTCF

HTCF・・・繊維中にマクロポイド構造を形成させ、Mg-Al-Cl型HTを担持

- 添着剤なしで大量担持が可能→単位重量の90%のHTを担持
- マクロポイド構造の隔壁・表面スキン層
→ナノオーダー細孔による連通構造→高い透水性・速い拡散速度
- 種々の形状に成形可能（長繊維・ストランド・球状形）→良好な固液分離性

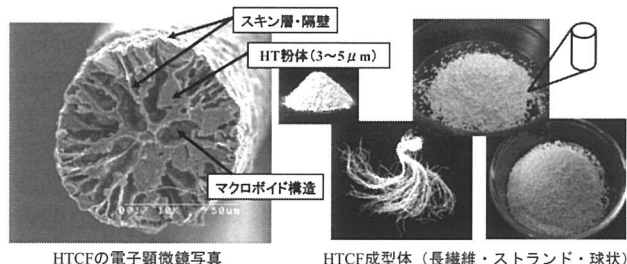


図2 HTCF (Hydrotalcite Carring Fiber) の構造と特徴

(Hydrotalcite Carring Fiber) の開発に着手した。

HTCFは繊維状樹脂に特殊な方法で多孔質構造（マクロポイド構造）を形成させ、孔内に粒径5 μm 以下のHT粉体をバインダーをまったく用いず重量比で約90%担持させたものである（図2参照）。孔壁および表面のスキン層には多数のナノ・マイクロオーダーの細孔が有り連通細孔構造となっているため、透水性が高く排水とHT粉体が迅速に接触でき、かつ固液分離性も良好な担持成形体となっている。また長繊維形・ストランド形・球状形等の種々の形に成形可能であり、沈降ろ材としてだけでなく浮上性ろ材および流動槽用担持体としても使用可能であり、種々の方法にも適用可能である。

このHTCFの開発には、上記したように、従前から共同で著者と機能性繊維製品の用途開発を行っていたT社の技術力が大きな力となった。

4.3.2 ゼロエミッションHTCF再生・リン回収法の開発^{4,5)}

HTのリン酸イオン吸着機構はイオン交換であり、適当な脱離液・再生液により吸着したリン酸イオンを脱離させ、交換性陰イオンである塩化物イオンを再挿入すれば、リン酸イオンの回収と吸着能力の再生が可能となる。また、回収したリン酸イオンを高効率で再資源化する工程を再生工程内に組み込むことができれば再資源化も容易になる。このために開発した方法が二液再生法とHAP（ハイドロキシアパタイト： $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ ）生成によるリン回収法を組み合わせた方法である。

二液再生法とは、吸着されたリン酸イオンを脱離させる「脱離液」と塩化物イオンを再挿入し吸着能力を再生させる「再生液」に別の二種類の薬液を使う方法である。通常、イオン交換樹脂の再生にはコスト・効率・操作の簡易性から一種の薬液で吸着されたイオンを脱離させ、同時に交換性イオンを交換基に付加する一液法が取られる。しかし、再生・リン回収効率とコストおよび技術的優位性の確立を考えた結果、二液再生法とHAP生成によるリン回収法を組み合わせた「HAP型-ゼロエミッションHTCF再生・リン回収法」を開発した。本方法の利点は、①HT再生とリン酸イオンの回収・再資源化を同時に行える、②脱離・再生に使用した薬液を繰り返し使用できる、③廃液をまったく出さないゼロエミッション化が可能である、この3点であり、現行技術とさらに差別化を図る方法である。

図3に本方法の工程を示した。①まず排水からのリン酸イオン吸着除去に使用したHTCFに脱離液(NaOH+NaCl溶液)を通しリン酸イオンを脱離させる。この時点で大部分のリン酸イオンが脱離され、代わりに交換性陰イオンである塩化物イオンが再挿入される。②再生液(CaCl₂溶液)を通すことにより、層間への塩化物イオンの再挿入を完全化させる。③リン酸イオンを含有しアルカリ性である脱離液に再生液の一部を加えCa²⁺イオンを供給することにより、脱離液中のリン酸イオンをHAPとして回収する。本方法における脱離液からのリン酸イオン回収率は99%以上であり、脱離液はそのまま再使用が可能であり、また再生液はHAP生成に消費されたCa²⁺イオン分に相当するCaCl₂を追加すれば再使用できる。開発資金獲得への応募に先立ち、実排水を用いたカラム法による実用試験を行い、本方法によりHTCFは再生率85%以上で連続5サイクル以上使用可能なことを確認した。

本方法の確立には、基本シーズ以外にこれまで著者が行ってきた種々の基礎研究・応用研究が力となった。

4.4 試作実機による実証試験(除去性能・回収率)^{4,5)}

約1年の時間を費やして、上記の実用化に向けた課題解決の見通しがたった後、開発資金へ応募し、「地域新生コンソーシアム研究開発事業：中小規模排水処理施設用高性能リン除去・回収装置の開発(2006-2007年度)」として採択された。本事業では2年間の間に実機を作成し事業化に着手しなければならない。そのため、HTCFのさらなる性能向上と実機試作を同時並行的に進めた。試作実機は50m³・day⁻¹(200人槽)の規模であり、100m³・day⁻¹規模の農業集落排水処理施設に設置し実証

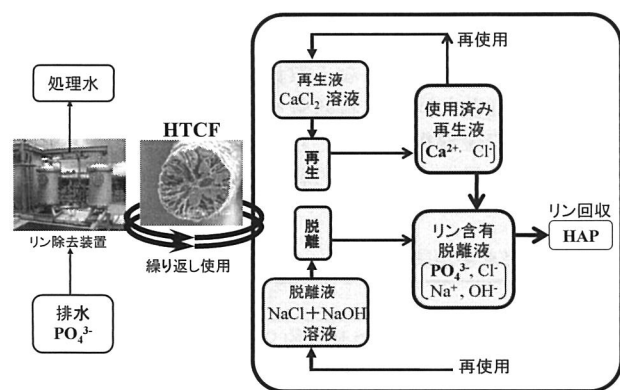


図3 二液再生法によるHTCF再生・リン回収法 (HAP型ゼロエミッションHTCF再生・リン回収法)

- ・装置数: 2基(処理流量: 常用50 m³・day⁻¹)
- ・逆洗方法: 空気+水による
- ・HTCF量: 150 kg・基⁻¹(ストランドタイプ使用)
- ・通水方法: 下降流34.7 L・min⁻¹

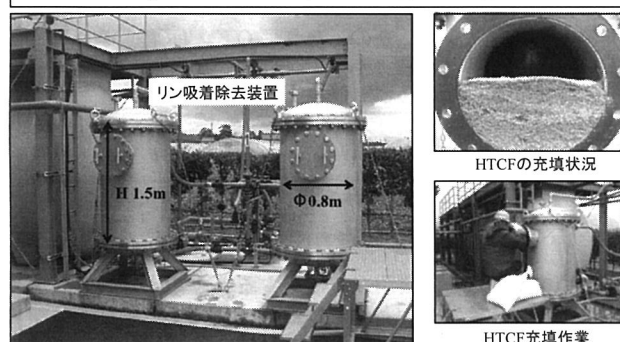


図4 リン除去装置と運転条件

試験を行った。図4は設置したリン除去装置(ストランド形HTCFを使用)と運転条件、図5はHTCF再生・リン回収装置とそのフロー、図6はフィルタープレスで脱水した回収リンである。リン除去装置は2基設置し、No.1基が吸着飽和に達するとNo.2基に流路を切り替える方式で運転している。リン除去装置1基のHTCF充填量は150 kg、目標水質は0.5 mg-P・L⁻¹以下(富栄養化防止に必要な水質)である。吸着飽和に達したリン除去装置は搬出してHTCF再生・リン回収装置を設置した拠点まで運搬し、再生とリン回収を行っている。本実証試験では1基あたり約850 m³、2基で約1,700 m³の処理が可能であり、またリン除去率は80~100%、1基あたりのリン除去量は約1.60 kg、2基で3.19 kgであり、HAPとして回収されたリン量は2.82 kgで88.4%の回収率であり、ほぼ計画どおり除去・回収性能が得られている。また回収HAPのリン含有率は53%で化学合成したHAPと同等のリン含有量であり、リン資源として十分に活用可能であった。

5. 事業化の観点からの本技術の課題と今後の見通し^{4,5)}

事業化の観点から見た本技術の課題は、HTCFの製造コストである。表1は、本事業において著者らが試算した現行のリン除去技術と本技術のコストの比較表であるが、本技術は現行法の約1.5倍のコストとなっており、これにはHTCFの製造コストの反映が大きく、この数字が普及性に影響している。しかし、本試算は多くの排水処理施設から求められたリン除去コストのみの比較であり、排水から直接リンを除去し、同時に回収・再資源化が可能な本技術と単純に比較はできない。本技術は汚泥等の発生がなく処理処分のコストが必要ない点、また2008年にはリン資源の価格が高騰し、リン資源の確保

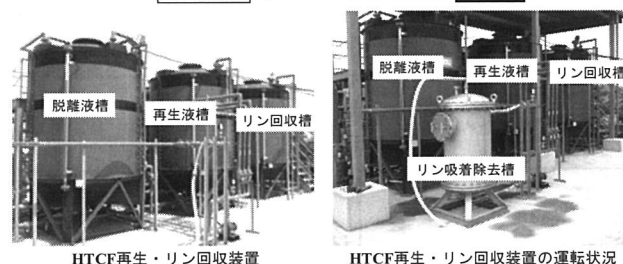
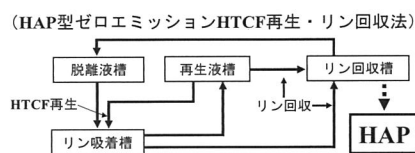


図5 HTPCF再生・リン回収装置と再生・リン回収フロー

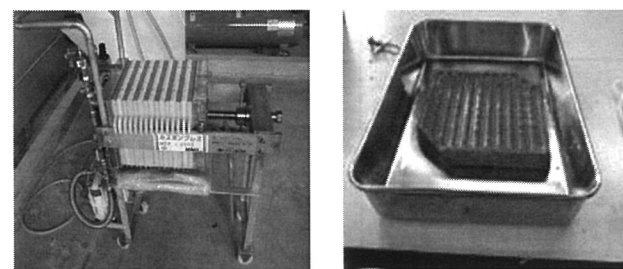


図6 フィルタープレスにより脱水した回収リン(HAP)

が現実味を帯びてきたことから、回収資源の売却による採算性も十分にあり、さらに現在、廉価な素材による同等性能のHTCFの製造研究も進めていることから、普及性も確保できると考えている。

また、回収リン資源の質の観点からも、コストの課題は解決できると考えている。表2は、排水や下水汚泥等から回収したリン資源に関する著者らの調査結果の一部であるが、回収リンを肥料用として使用する場合は重金属のケアが必要であり、また工業用原料として使用する場合は、ハンドリング上の問題で夾雑陽イオン(Fe, Al, Mg, K, Na等)の濃度を2%以下にしないといけない。この点、本技術はリン除去段階からHTの高選択吸着性により重金属や夾雑陽イオンを排除でき、良質で展開しやすいリン資源として回収できる利点があり、回収リン資源の売却にあたっては優位と考えている。

今後の大きな課題としては、地域の産業振興の観点から、本技術の展開事業をどのような形態で行うのが効果的か、また雇用創出による地域活性化の観点から、HTCF再生・リン回収事業のみを行い、回収リンはそのまま売却するか、さらに精製工程を入れ高付加価値化

まで含めた資源化産業として行う方が効果的か等を検討すべきと考えている。

6. 産学連携における大学の課題と研究者の役割

6.1 組織および教員も意識改革の必要性

鳥根県の新産業創出プロジェクトが始まった2003年度頃の鳥根大学における構成員の地域貢献に対する意識はまだ低く、地域の企業や行政と積極的に協働して地域貢献を果たそうとする動きは極めて少なかった。2004年度の法人化後は、大学憲章やこれを達成するためのアクションプラン、中期目標等に地域貢献が謳われるようになったものの、実質的な産学連携活動を行っている教員数は2割弱であり、また地域貢献を重要視し積極的に進めようとする経営陣の運営施策、事務系職員の競争的資金獲得や企業との共同研究に対する支援能力も乏しかった。

著者が本技術開発を経済産業省の資金を獲得して行おうとしても、当時の状況下では組織的な協力や積極的な教員の参加協力はほとんど得られず、行政および参加企業との調整、提案書作成と応募まで、大学側の仕事はほとんど単独で行わなければならない、本務である教育・研究と産学連携活動を両立するには負担が大きく、産学連携活動を継続できるか自体が大きな課題であった。このような状況は、当時の全国の地方大学においても同様であったと思われるが、地方大学の存在意義として地域貢献が重要視されるようになった現在でも構成員の意識改革が大きく進んだとは言えず、未だ中期計画の達成等の監督官庁の施策への対応に意識が向いており、運営交付金により運営されている実態から仕方がない面もあるが、地方大学における産学連携活動を活性化させるには、大学の組織としての意識改革がさらに必要と考える。とくに実際にプレイヤーとなる教員の意識改革が重要であり、現在も従前と同様に科研費を中心とした文部科学省系の競争的資金獲得と成果としての論文公表が至上目的化している教員が多く、国の科学技術戦略会議等で指摘

表1 HTCFによるリン吸着除去技術の従来技術との比較 (リン除去ベース)

リン除去方法	処理濃度 (mg・L ⁻¹)	設備費 (百万円・台 ⁻¹)	処理費 (円・gP ⁻¹)	消費エネルギー (mL原油・gP ⁻¹)	維持管理	汚泥発生	再資源化	総合評価
生物脱リン法	1.0	10	5~10	6.4	×	×	×	×
凝集沈殿法	1.0	10	10~20	11.0	×	×	×	×
鉄電解法	1.0	13	5~10	26.0	○	△	×	△
ジルコニウムフェライト吸着法	1.0	15	50~100	3.7	○	◎	△	△
HTCF吸着法	0.5	13	20~30	3.7	○	◎	○	◎

下水道法施行令(計画放流水質)より
*中・小規模処理施設にも適用

①汚泥処理費用がない ②リンの売却益
③HTCFの生産技術改善によるコスト減
*コスト的にも普及は可能

表2 リン市場の動向調査：回収リンの市場要求事項調査

項目	内容	
リン鉱石の動向	<ul style="list-style-type: none"> ●約27万トンのリン鉱石が日本に輸入されている。(肥料形態も合わせて約90万トン) そのうちの22万トンが肥料用途に展開。5万トンが化学工業向けに展開。 ●天然リン鉱石は、約1万円・トン⁻¹ (○現在上昇中→3.8万円・トン⁻¹) 	
回収リンの肥料展開について	<ul style="list-style-type: none"> ●下水から回収したリンを直接肥料として使用するのであれば、園芸用が良く、抵抗なく使われるだろう。また、園芸用が肥料としての価格も高い(約5万円・トン⁻¹程度) 【全農からの聴取情報】 ●「現状では下水道からの回収リンを直接農業用肥料として使用することは全農としては推奨できない」(食物を通して口に入る可能性があるため) →回収リンを原料(リン鉱石代替)として使ってリン肥料にしたのであればO.K。(可能○) ●全農は、農家の立場に立って、「色付」「吸湿」「触感」等を重視する →農家は、昨年度と同じ性状の肥料であることを要求、配慮必要(価格上昇○) 	
回収リンに対する要求スペック	下水回収リン肥料	●単純に下水からの回収リン肥料として考えるのであれば、重金属濃度をケア(原理上○)
	工業用途展開	<ul style="list-style-type: none"> ●天然リン鉱石代替として工業用途展開するには、回収リン中のカチオン濃度(Fe, Al, Mg, K, Na)をトータルで2%以下にしないといけない、現行のリン製品製造ラインには乗らない。 →リン酸塩への濃縮時にカチオンが邪魔になる(原理上○) ●有機物の巻込みを極力少なくしなければならない。HAPを工業用途で使用する場合400℃の焼成工程が入り、有機物が含有されていると製品の色付・異臭の原因となる。色付・異臭は、顧客やリン製品製造メーカーが倦厭する。また、有機物が粘度↑の原因となり、製造プロセスでのハンドリングを低下させる。(溶解し再結晶を行えば○)

された1990年度から2005年度までに投下された、税金を原資とする20兆円近い科学技術振興費に対する研究者の責任、すなわち、「万の論文が公表されるが、実用化され民生に役立つ研究成果は極めて少ない」、「高等教育・研究機関として、地域の産業的課題等の解決に向けた実質的活動が乏しい」という指摘⁶⁾に答えようとする意識は極めて低く、意識改革を早急に進める必要がある。そのためには、地域行政と大学が連携して行うシーズ発表会や地域企業との技術交流会等に、教員を積極的に参加させる等の施策を経営陣が考える必要がある。

6.2 地域における産学連携と大学研究者の役割

産学連携活動は地域の産業特性およびそれを形成する企業の規模・能力等に大きく左右される。一般に産学連携活動は「大学が有するシーズを利用し技術や製品の開発を行う形態」、または「企業シーズを利用した技術開発やものづくりに対する技術支援を行う形態」と捉えられているが、このような形態は、従業員が1,000人以上の大手企業や技術開発型企業が多く存在する産業地域近隣に立地する大学において先行的に行われていた産学連携活動であり、鳥根県のような産業基盤が脆弱な地域における産学連携活動とは異なる。このような地域で産学連携に携わる大学の研究者は、地域産業の特性や企業レベルを把握し理解しておくこと、それを踏まえて丁寧にコミュニケーションを取り信頼感を醸成しておくこと、さらに協働を通して、企業側の技術・製品開発に対するマインドの育成およびこれを実行・統括できる人材、すなわち経営陣・開発陣のキーパーソンの育成を行うことが非常に重要である。

本技術開発を通して、地方大学における産学連携活動では多様な支援が必要であることも解った。すなわち、大学のシーズ提供や技術・製品開発に対する技術支援だけではなく、①戦略の段階から共同して全体計画や具体的な実施計画を立案、②必要な技術力を有し協力が得られる企業とのコーディネート、③地域行政との連携・調整、④事業化に必要なエビデンス構築、⑤知財創出の支援等であり、この多様な支援に対し、柔軟にかつ可能なレベルでできるだけ協力することが重要である。とくに②の戦略の段階から共同で計画を立案することを通して、シーズの理解、企業の技術レベルと開発に必要な技術、市場ニーズおよび事業性等について、共通認識が持てたことが本技術開発が一定の成果を収めた大きな要因

と考えられ、前述したMOTの観点からの活動が効果的であることを実感した。しかし、教員個人および地方大学における多くの産学連携組織では、上記の多様な支援活動にすべて対応することは、人員的にも、また本務である教育・研究と兼任する体制から時間的にも負担が大きい。この点は地方大学の経営陣が改革すべき重要な問題であり、今後、地元受験生の確保、地元企業の育成による雇用創出と一体化した卒業生の就職支援、さらに地方大学の存在価値の地域への認知効果等を考えた場合、教員の産学連携活動への支援体制、産学連携組織の整備は大きな効果を生み出すと考えられる。

7. まとめ

本事例で解ることは、地方大学における産学連携活動には多様な支援が必要であること、シーズ移転や技術支援と同時に企業側の人材育成も行うことが不可欠であるということである。18歳人口の減少から、地域の大学の存在意義は従来の高等教育機関としてだけではなく、地域貢献も大きく期待されるようになってきており、とくに人材育成は今後の大学の産学連携活動において、重要な活動の一つになるであろう。国も地域活性化の施策として、行政を通じた財政的支援だけではなく、人材育成も支援すべきであり、そのためには地方大学を人材育成機関と位置づけ、施設整備や機能強化を図るべきと考えられる。

参考文献

- 1) 鳥根県, 新産業創出プロジェクト推進事業, <http://www.chugoku.meti.go.jp/policy/NGI/potential/shimane-shinsangyo.pdf> (2010年3月時点).
- 2) 鳥根県, 地域産業資源活用事業の促進に関する基本構想, http://www.pref.shimane.lg.jp/keieishien/chuikishigen.data/c_shigen_kousou20090624.pdf (2010年3月時点).
- 3) 鳥根県, 雇用・労働・産業, <http://www.pref.shimane.lg.jp/industry/> (2010年3月時点).
- 4) 佐藤利夫 (2007) ハイドロタルサイトによる吸着除去技術, 「排水・汚水-処理技術集成-」, pp.252-264, (株)エス・ティー・エス, 東京.
- 5) 佐藤利夫 (2009) ハイドロタルサイト化合物によるリン回収技術, 「リン資源の回収と有効利用」, pp.86-99, (株)サイエンス&テクノロジー, 東京.
- 6) 内閣府, 科学技術基本計画, <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index3.html> (2011年1月時点).