

普及理論に基づく 下水汚泥の再利用についての研究

加藤 裕之¹

¹国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長（〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3）

E-mail:katou-h2cd@mlit.go.jp

下水汚泥の再利用は、下水道経営の改善及び資源循環型社会の形成等による地域活性化のために重要であり、2015 年 5 月、国土交通省では下水道法を改正し全国の下水道管理者に下水汚泥を肥料等として再利用する努力義務を初めて明記した。この状況を考慮し、マーケティング学のイノベーション普及理論を応用して、下水汚泥肥料を採用する農家を段階的に拡大する方法論を立案し検証を行った。検証の対象としては、下水汚泥の農業利用に成功している代表都市である佐賀市と岩見沢市を選んだ。その結果、両市とも提案した方法論が下水汚泥の肥料としての活用拡大につながっていることを明らかにした。

Key Words: *Recycle of sewage sludge as fertilizer, Diffusion of innovation theory, Sewage law*

1. はじめに

下水汚泥を地域で再利用することは、下水汚泥の処理費用を低減するとともに循環型社会の形成に貢献することができることから、下水道政策の重要課題の一つとなっている。国土交通省では平成27年5月に下水道法を改正し、下水道管理者に下水汚泥を肥料等として再利用に努める義務を課した。しかしながら、再利用することの普及拡大を図るためには利用者側との協力が不可欠である。特に、下水汚泥の農業利用については、そのイメージ及び施肥方法の変更が必要となることから積極的に採用する農家は少なく下水道政策の中でも最も難しい分野である。

しかしながら、佐賀市は下水汚泥肥料の地域農家への普及に成功し、現在では九州全域に普及させている。この取り組みは、2012年に国土交通大臣賞（循環のみち下水道賞）を受賞するとともに、多くのマスメディアに取り上げられるなど全国のベストプラクティスである。日本の下水道政策として下水汚泥を肥料として地域で再利用する施策を全国に水平展開するためには、単なる事例紹介にとどまらず手順等の方法論が必要であるが、そ

の方法論について分析されていない。

一方、新たな技術や商品を社会に普及させていくためのマーケット論は古くより進められている。最も有名な理論は、1960年代に米国のマーケティング学から普及理論を研究したエバレット・ロジャースの提唱したイノベーション理論であり、現在でも多くの商品の普及拡大の基礎理論である。本研究では、この普及理論に基づきつつ、ユングの性格分類等から人間の資質を、A 資質、B 資質、C 資質と記号化し、企業等がプロジェクトを推進する際に必要となる人物の選定方法を理論化した渡邊和男氏の ABC 理論を組み合わせ、下水汚泥肥料を農家に段階的に普及させるための方法論を独自に提案した。そして、この方法論の適用性の検証として、佐賀市及び、2015年に下水汚泥の農業利用では二番目の成功例として国土交通大臣賞を受賞した岩見沢市の普及プロセスについて、市役所職員及び農家への直接の面接調査により、仮説の適合性を分析した。さらに、普及モデルをより効果的にするための両市の独自の取り組みについても考察を行った。これにより、提案する普及モデルが全国的な下水汚泥の再利用推進のための方法論となりうるかを論ずる。

2. 普及モデルの構築

(1) 普及理論の構想について

a) 時間軸に応じた採用者カテゴリー

エバレット・ロジャースの提唱したイノベーション理論では、イノベーションの採用者の増加プロセスを時間軸で段階的にわけて、各段階でターゲットとすべき採用者の特性及び、まだ採用していない潜在的採用者に効果的な情報提供のあり方を提案している。そして、今回の構想策定に際し、この理論に組み合わせたABC理論とは、「熱い志」で社会の共同善の実現を語る構想力のある資質Aを有する人物、イノベーション活動のPDCAを回す等、専門知識又は地域普及について実行力のある資質Bを有する人物、イノベーションの大衆化のためのスローガンの策定及びコミュニケーション能力に優れた資質Cを有する人物の三種の人物をイノベーションを普及させる初期段階に揃えて事業を開始すると迅速に普及展開が可能になるという理論である。つまり、イノベーションを普及させるためには、潜在的採用者の全員を対象に始めても失敗する。普及の初期から終期まで時間軸に応じて対象とすべきターゲットとする対象者を変えていく必要があり、特に、ABC理論からは、初期段階での対象者の選び方は、その資質を考慮して慎重に行う必要がある。そして、マスメディア及び口コミ等の普及のためのコミュニケーションツールについても、時間軸と採用対象に応じて適切に変えていく必要がある。具体的に筆者が構想した普及理論を段階的に以下に記す。

第一段階では、事業の推進内容から地域のあるべき姿の将来像の夢を思い描き、熱い(Ambition)を持つ資質Aを有する一人のイノベーターを探すことから始まる。このイノベーターは、地域の壮大な夢(Aspiration)を持ち熱く語る、探すのが難しい少数の人物である。その夢に共感するとともにイノベーションについて専門的知識を有し事業展開のシナリオを描ける資質Bとスローガンの策定やコミュニケーション力を有する資質Cの協力者をイノベーターの最初の共感者(初期活動者アーリー・アダプター:Early adapter 潜在的採用者全体の数%はいる)として探しプロジェクトに加える。特に重要なことはイノベーターもアーリー・アダプターも資質の違いはあるものの、地域社会のために貢献するという共同善で同調していることである。第一段階では、事業のコンセプトを固める。

第二段階では、前段階で構築されたイノベータ

ーとアーリー・アダプターによる少人数での事業推進チームに、モデル事業の実施及び地域全体に広げていくための実行力や権威を有する人物を加える。これにより、イノベーターの夢とコンセプトに共感しつつ、事業展開シナリオに興味を有し参画するアーリー・マジョリティ(Early majority 潜在的採用者全体の7%程度の強力な支援者)が新たに加わる。イノベーターから始まり、第二段階までで全体の潜在的採用者の約10%が参画することになる。この段階で、技術者、権威者、資金が集まり、事業展開するための条件が整えられる。

第三段階では、資質Cの人物が重要な役割を果たす。イノベーターの夢や専門的知識、事業展開のモデルからなるプロジェクト全体を、新しい事業に懐疑的である一般大衆が興味を持ちやすくなるように、またマスコミ等が興味を持つようなスローガン及び視覚に訴える映像等として再構成する。そして、大きく、何度も打ち出すことにより、メディアへの露出や口コミ等により認知度が高まり、前段階で参画したアーリー・マジョリティに続き、潜在的採用者全体の40%の多数派(レイト・マジョリティ Late majority)の賛同を得ることになる。レイト・マジョリティは、コンセプトに共感するよりも、ビジネスとしての成功や新たなブームへの乗り遅れ感から参画してくる。レイト・マジョリティは、新たなイノベーションに興味を持つと言うよりも地域内の対人的なコミュニケーションにより経験知を確認しながら新たな技術を慎重に採用する特性を有する。また、マスコミで大きく取り上げられることで地域内の潜在的採用者を超えて採用者が爆発的に増えることにもつながる。

第四段階では、最もイノベーションに無関心で懐疑的なラガード(潜在的採用者の最後の40%)が対象となるが、イノベーションによる事業結果を有識者等が全国メディアや講演会を通して評価することにより市場の信頼を強固なものとしていくことでマーケットを支配していく。なお、レイト・マジョリティとラガードの区別や割合は明確ではない。いずれにしても、共同善で同調した一人のイノベーターと資質ABCからなるアーリー・アダプターの小さな組織形成が最重要である。

以上が、今回の研究においてイノベーション理論およびユングが分類した人間の性格を記号化したABC理論を融合させて技術イノベーションの普及を進めていくために構想した普及理論である。

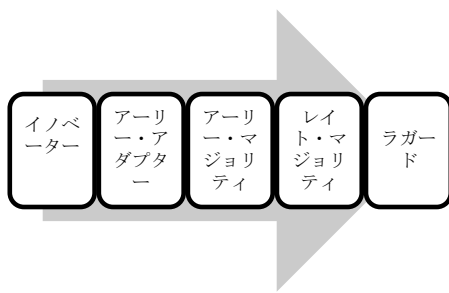


図 -1 段階的に採用者を増加させる普及理論

b) イノベーションの採用速度の決定要素

エバレット・ロジャースが提唱したイノベーション普及理論では、その速度に影響を与える要素についても提示されており、本研究ではその要素についても分析した。代表的な要素は、相対的優位性、両立可能性、複雑性、試行可能性、観察可能性の五つである。

相対的優位性とは、コスト面を考慮しつつも、これまでの技術と比較して、どのような優れた点があるかを採用者に知覚させることができるかという要素である。客観的データそのものも重要であるが、潜在的採用者の感覚を刺激し知覚させることができるかがポイントとされている。下水汚泥肥料について言えば、市販の肥料との比較では費用面では優位に立つことが多いが、感覚的には劣位にある。しかしながら、無農薬及び循環型社会の形成に資する取り組みであること、また、「うま味」で良い評判がたてば普及を早めることができると考える。

両立可能性とは、潜在的採用者のニーズへの適合だけでなく、現在慣れ親しんでいる技術から新たな方法にスムーズに移行できるものであるか等が要素となる。下水汚泥肥料については、農家の方々にとっては経験のない素材であり新たな施肥技術の採用が必要となる。そのため肥料という製品だけでなく施肥方法も合わせて普及させていくことが必要である。

複雑性とは、理解のしやすさである。イノベーションの科学的原理等が潜在的採用者にとって理解が困難である場合は普及速度に悪影響を与える。農作物は味わうことにより、結果を感覚的に実感することは容易であるが、その理論については、下水汚泥肥料が農作物の「うま味」等へ及ぼす効果を農家の人々が「うまみ」を化学的に分析することで説明する必要がある。

試行可能性とは、イノベーションを小規模であつ

ても実際の現場で試行できることである。試行結果を証拠として普及速度を早めることができる。下水汚泥肥料による農作物の生産は田畑の一部又は下水処理場の敷地等を活用することで試行できる。試行者の選定は慎重に行い、試行者が試行を積極的に展開していくことで普及速度を早めることができる。

観察性とは、イノベーションを採用した結果を多くの潜在的採用者が観察できることである。結果を可視化したイノベーションは、コミュニケーションツールを活用して普及速度を早めることが容易である。下水汚泥の農業利用についての観察性は高い。試行結果を含めて、生産された農作物を自ら味見できること、単位面積あたりの生産量の数値、施肥の様子及び害虫の有無など全て観察が可能である。

c) 再発明について

再発明とは、イノベーションが試行段階を含めて採用者に利用される過程において、独自に最適なものに修正されていくことである。マーケット理論においては、再発明があるイノベーションは普及が早いだけでなく持続性が高いと言われる。下水汚泥の農業利用のように、地域毎の下水処理の特性及び生産する農作物の違いなど地域性の高いイノベーションについては、この再発明は必然的な過程の一つである。

（２）汚泥肥料を地域に普及させるための普及モデルの創出

上記で構想した普及理論をもとに、下水汚泥を肥料として活用するイノベーションの特色を考慮しつつ、時間軸に応じて地域に普及させるモデルを創出した。

モデルは、以下のような５段階のプロセスに整理した。各プロセスの名称は、農作物が作づけから消費されるまでのアナロジーとして、「種まき」「発芽」「開花」「収穫」「流通」とした。これらの名称は、社会への導入に当たって、難しい方法論という感覚を与えないようにするとともに、コミュニケーションツールを通じて拡散しやすい表現となるようにしたものである。

a) 第一プロセス「種まき」

イノベーターがアーリー・アダプターを形成するプロセスである。下水汚泥の肥料利用の普及は、そのイメージ等から地域との両立可能性は低く拒否反応が予想される。全体のプロセスで最も重要な第一プロセスでは、下水汚泥肥料を地域に利用することの必要性和地域の未来像（ビジョン）に

についての夢を熱く語れるイノベーター（下水道管理者である自治体職員の場合もあれば農家の場合もある。また、地域外から招聘することもありうる）の発見である。イノベーターは、利益・名誉優先の者であってはならない。地域の共感を持続的に得ていく核となる者であることから地域の未来像（ビジョン）等を熱く語れる者である。そして次に、イノベーターの夢に共感するアーリー・アダプターを集めて小さなチームを形成する。アーリー・アダプターは大人数としてはならない。下水汚泥の専門知識を有する人などイノベーターの熱い志による夢を現実社会に落とし込む資質を有する人を共感者として組織に組み込むことと、コミュニケーションツールの活用のための資質Cの者を組み込む。また、下水汚泥の農業利用は試行性を有するという観点から、この「種まき」プロセスにおいて、肥料ユーザーである農家の中でイノベーターの夢に共感する人を見出し、リードユーザーとしてアーリー・アダプターによるチームに組み込むことである。

b) 第二プロセス「発芽」

「発芽」は、アーリー・アダプターからアーリー・マジョリティに採用者を拡大するプロセスである。まず、アーリー・アダプターのチームによる試行実験を始めるとともに、施肥の方法と試行結果を観察しやすいように可視化する。これは下水汚泥の肥料利用という技術が、「試行性」及び「観察性」という特性を有するイノベーションであることとを最大限活用するものである。そして、事業展開のためのシナリオを描き、ビジネスチャンスの視点から積極的に興味を持つ人を採用者として取り込んでいくことになる。具体的には、先に述べた地域独自の「再発明」として、技術を導入する地域の農業に最適な施肥方法を発見するため、下水汚泥を用いた土壌配合等の農作物の品質及び収量等の影響についての実験研究を行う。研究結果の評価のための分析は、人間の感覚に依存する主観的評価とアミノ酸等の「うま味」についての科学的データによって行う。その科学的分析結果を、施肥・生産方法、化学肥料の購入量の減少による経済性さらに、環境にいかによりよい方法であるか等について参画者の認識を高めるために役立たせる。

これと同時に、地域全体での取り組みを推進するため、例えば、下水汚泥の農業利用が「低農薬・低コストで循環社会の形成に貢献する」というコンセプト及びビジョンを繰り返し告知し社会の理解を得る。その際には、地域が属する地方公

共団体等の政策の方向性との整合が図られるようにコンセプト等を調整することが望ましい。なぜなら、社会的に高い視点からのコンセプトを打ち出し下水汚泥の農業利用が持つ否定的なイメージを肯定的なものに変化させ、地域との両立性を高めるとともに、地域のリーダーに多いとされる社会貢献等への意識の高い人を普及の初期の段階で参画者として組み込むためである。

c) 第三プロセス「開花」

「開花」のプロセスは、新たなイノベーション及び社会貢献等には興味が低い人にも（レイト・マジョリティ及びラガード）採用者を広げていくプロセスである。そのコミュニケーションツールとしては、ロコミが最も効果的である。農作物のうま味、収穫量、使用する化学肥料コストの減少等の効果及び施肥の方法を広くロコミ等による対人コミュニケーションを活発化させて社会に告知する。「発芽」プロセスで採用した人の農園での現地見学会など、ロコミの「場」を積極的に演出していくこと。また、下水汚泥の農業利用をロコミで広める活動を例えば地域の環境NP0との連携で推進することもある。この段階から多くの人が採用することになるが、採用するか迷っている多くの農業生産者にとって最もインセンティブとなるのは、イノベーターの夢でなく、「発芽」のプロセスで実験に参画し効果等を認識した同業者である農業生産者の実体験に基づく評価である。新たな技術等への興味は薄かった人が一気に採用者となることで採用者が大幅に増加する。

d) 第四プロセス「収穫」

「収穫」のプロセスは、有識者等の権威ある評価を活用して最終の採用者であるラガードまで対象を広げるプロセスとなるが、採用者の増加だけでなく下水汚泥肥料の農業利用を地域の誇りとなる「地域ブランド」とするプロセスである。学識者の積極的な招聘等を行うとともに、国の表彰制度等を活用する。また、学識者だけでなく下水汚泥で生産した食材を実際のレストランで料理に使用していただきシェフの評価を得ることも効果的な手法である。コミュニケーションツールとしては全国レベルのメディアを（テレビ、雑誌、新聞等）を積極的に活用する。これらの取り組みにより、前プロセスにおけるロコミでも採用しなかった潜在的採用者まで採用者とするにつなげる。

e) 第五プロセス「流通」

「流通」のプロセスは、前プロセスで全国の自治体や企業等からの関心が高まっていることを背景に、「地方創生」「地産地消ビジネス」のベスト

プラクティスとしての他都市への発信，異分野との交流による一層の効率化さらには海外展開を視野にいれるプロセスである．この段階では，全国的ネットワークを有する人を共感者として見出すこと，他地域との積極的な情報交換，新たなイノベーションのため他分野の世界的なイノベーションリーダーとの交流等を積極的に行うこととなる．図2にプロセスの流れを示す．

3. 佐賀市での検証

(1) 佐賀市での下水污泥肥料活用の概要

下水污泥の農業利用のベストプラクティスである佐賀市を対象に，前章で述べた普及モデルの具体的な適合性を分析した．実態の調査と分析にあたって，直接，首長及び地域の方々にインタビュー，さらには地域活動に参画して確かめた．佐賀市下水浄化センターは，現在は処理人口約18万人，日最大の処理能力は，約7万トンである．処理方式は，4系列が標準活性汚泥法，3系列が担体投入活性汚泥法である．汚泥肥料は，90度以上の高温で有機物を分解するバチルス属の微生物を用いて，汚泥処理過程で発生する下水污泥を高温発酵させ製造している．製造した汚泥は年間約1400トンで全量を浄化センター内において10kgあたり20円で販売している．数名で始まった下水污泥肥料の利用が，現在は県外利用者含め約2000人に達している．

(2) 佐賀市での普及プロセスの分析

a) 第一プロセス「種まき」

佐賀市においては，佐賀市役所職員のイノベーターがいる．マスメディアでもたびたび取り上げられているこのイノベーターの夢は，「食による地域住民の健康の実現」であり，公私にわたり様々な活動をしてきている．その活動と，下水処理場を「迷惑施設」から「愛される施設」にしたという強い思いから，下水污泥処理コストを低減させるという現実的な課題解決にとどまらず，下水污泥の処理方法を焼却処分から肥料による再利用に変更して「地産地消の無農薬の食材をつくる」という夢の実現を持った．そして，この夢に共感した，市役所職員や一部の農家等の微生物についての知識を有する者が農地での実験を開始した．彼らのほかに，イノベーターのビジョンを絵にするデザイナーや放送関係者からもイノベーターのビジョンに共感して伝える者が活動している．

彼らが，アーリー・アダプターである．

b) 第二プロセス「発芽」

下水污泥の肥料は農作物に有用なアミノ酸を多く含む長所を有する一方，炭素不足と高いPHが課題となる．イノベーターは，微生物の知識を有する人の協力により，下水污泥にバチルス菌を含む有用菌を配合するとともに炭素供給のための籾殻および灰白土などの配合を変えた小規模な実験を繰り返した．有用菌は，外部から購入したものであるが，木材チップ等の地域資源と配合しながら適切に活用するための「再発明」を数件の農家で行った．また，地域外部からの新たな素材にも強い関心を有するイノベーターは，キトサンを県外から取り寄せて配合実験を行い独自の施肥方法を発明している．具体の農地を使用する実験には，共感した市役所職員の農家と地元の農家の数件程度が参画し，収穫された農作物の味の評価等を行った．評価は，「化学肥料を使う場合よりも苺の糖度が上がった」，「アスパラガスの収穫量が増えた」，「収穫が早まり商品価値が高まった」など様々なものがあり，「おいしい」等の数値に変換できない感覚的なものと「糖度」「アミノ酸」等の科学的数値によるものの両方の評価を行っている．そして，これらの評価を地域内の農家に個別に説明し，強い興味を持った共感者に広げていった．この段階での参画者は，いわゆる「初期多数派（アーリー・マジョリティ：Early majority）」である．これらの人は，周囲の評判でなく自ら「環境に優しい農業」などのビジョンに強い関心を示す人たちであり地域への普及に影響力を持つとともに，肥料コスト低減効果を含め普及拡大のためのPDCAを回す核となる人たちである．この段階での参画者は，40農家程度まで拡大している．環境に優しい農業という観点からは化学肥料の使用量の減少以外に，「殺虫のための消毒量が大幅に減った」という農業生産者の声による評価も得ている．この評価は極めて重要である．農家の方々から直接聞いた声であったが，商品価値の高まり及び化学肥料の購入という負担から開放されることと並んで，ビニールハウス内での農業散布という健康被害への懸念が払拭されたことは，イノベーションの初期採用者にこのイノベーションの有用性を実感させることとなり，「開花」における多くの人からの採用速度を速めることとなった．また，下水污泥肥料による農業生産は，科学的に試行できるとともに，その試行結果を他者が観察できるという特性を有するが，イノベーターは，この特質をうまく活用している．なお，佐賀

市については、イノベーター自身が「熱く夢を語る者」であるだけでなく、市役所内外で活動を通じた人脈と信頼感から「メディエーター」となっており、地元の有力な農家および微生物の専門家等を集めているが、この二つの役割を担える者はいない場合もあると思われる。その場合は、役割は二つにわけて適任者が行えば良い。ただ、メディエーターは、キーパーソンの夢に強く共感しているべき人であることが条件となる。

c) 第三プロセス「開花」

「開花」では、イノベーターがシャドーワークとして参画している地域の資源循環を推進する NPO が大きな役割を果たしてくる。この NPO は、佐賀市と協力して循環型社会実現に向けた様々な活動の一つとして、「うま味があがった」等の農作物の評価を農家同士の口コミ等で広げるための様々な取り組みを行っている。さらに、下水処理場を一つの社交場として様々な取り組みを行っている。代表的な取り組みとして、定期的に地元農家を集めての「農業勉強会」を下水処理場で開催している。農家が集まり、下水汚泥肥料の基本的な施肥の方法や留意点等について質問と回答のやり取りを通じて知識の共有と創発が行われる。もう一つの取り組みは、下水汚泥肥料を袋詰めしてホームセンター等に配送して販売するという一般的な販売方法を取らずに、農家の方に下水処理場に取りに来てもらう方法としていることである。これは袋詰めと運送コストの低減という効果もあるが、週末などに一定の時間に処理場に来てもらうことで、他の農家とのコミュニケーションによる施肥の方法や農作物の手入れ等についての暗黙知の共有と口コミによる普及を図るための場づくりである。これらの活動により、当初は下水汚泥肥料を使用する農家は10軒程度とのことであったが、農業勉強会に参加する農家だけで現在 100 軒程度となっている。

このような地域での活動とともに、イノベーターらは「下水汚泥による地域の農業」を循環型社会の構築という佐賀市の重要政策の一つとして位置づけるとともに、一般市民に対しての広報活動を展開した。首長の理解と協力により市政の施策とすることはプロジェクトに確固たるお墨付きを与えることとなり、市政の広報という位置づけとしてプロジェクトを広報することが可能となり、「バイオマスタウン佐賀」というスローガンを掲げた。そして市政を広報するラッピングバスや広報誌のデザインとして下水汚泥と食の融合についてもわかりやすく描き農家及び一般市民に対して

の広報を行っている。このデザイン作成には、アーリー・アダプターとしてデザインについての専門知識を有して参画しているデザイナーのセンスが生かされた。

d) 第四プロセス「収穫」

地域ブランドの確立のため、佐賀市は、国の表彰制度等にも積極的に応募し、2012年に国土交通大臣賞（循環のみち下水道賞）を受賞している。これが参画者の意欲の高揚に結びつくとともに、表彰状等を肥料の配布所に張り出し、その事実を口コミで地域に拡散するような工夫も行っている。また、積極的なメディア活用（テレビ、雑誌、新聞等）も展開している。佐賀市の取組が NHK 及び全国ネットのテレビ等でも取り上げられたことで、他県等からの問い合わせや見学者が大幅に増加したとのことである。佐賀市のこれらの取り組みにより、全国的なブランドになるとともに、参画者の意欲と地域内での評価を高めることに結びついている。

e) 第五プロセス「流通」

佐賀市は地域産業として確立するために他都市への協力も積極的に行っている。具体的には沖縄県石垣市が佐賀市の堆肥に興味をもった際には、イノベーター、施肥の方法等まで指導した。また、全国にメディア露出したことで、全国からの見学者が急増している。地域の住民が、他地域の住民にも協力し感謝されることで一層の意欲高揚が図られるとともに、全国的な流通ネットワークの形成が図られている。いずれにしても、ここまで推進されるのはイノベーターの壮大な夢（Aspiration）が力の源泉である。数名の試行で始まった下水汚泥肥料の利用が、現在は県外からの利用者含め現時点では約2000人になっている。

4 . 岩 見 沢 市 で の 検 証

（１） 岩見沢市での下水汚泥肥料活用概要

佐賀市に次ぐ下水汚泥の農業利用の、もう一つのベストプラクティスとして岩見沢市を対象に、普及モデルの適合性について分析した。分析は、市役所担当者及び地域の代表者へのインタビューとアンケート及び岩見沢市の報告資料により行った。岩見沢市下水浄化センターは、現在は処理人口約8万人、日最大の処理能力は、約3万トンである。処理方式は標準活性汚泥法である。汚泥は年間1900tの脱水ケーキ及び年間300tの乾燥汚泥として岩見沢地区汚泥利用組合に無償提供し、同

組合は稲わらをベースにした堆肥を独自に生産して稲作や小麦、名物の玉葱の肥料として全量を農業利用している。しかしながら、農業利用開始した当初は、地域の農家に理解されず利用者が全くいなかったとのことである。

同組合の代表へのインタビューでは、その施肥効果は大きく化学肥料を減らしても単位面積あたりの収量が増加するとともに味や見た目も良く、作物の病害及び風水等への抵抗力が強くなったとの回答を得ている。

（２）岩見沢市での普及プロセスの分析

a) 第一プロセス「種まき」

岩見沢市においても、ある岩見沢市役所職員がイノベーターとなっている。このイノベーターが「下水汚泥を地域の農業に利用したい」という思いから、地元農家を歩くことから始まるが、多くの人は下水汚泥のイメージ及び施肥経験がないことから、下水汚泥利用は全く進まなかった。しかし、この時に、現在、利用者側の中心人物となっている、ある農家との出会いがあった。この農家は、低農薬及び低化学肥料による環境保全型農業に強い興味を有する人であり、数％と言われる専門知識を持つとともにイノベーターの夢に共感するアーリー・アダプターとして、下水汚泥と稲わらによる堆肥作りを実験的に始めることになる。そして、イノベーターとアーリー・アダプターを中心とする小さな組織による下水汚泥の農業利用の試行が本格的に始まった。

b) 第二プロセス「発芽」

岩見沢市が提供する下水汚泥と稲わらによる肥料について、利用者側の中心人物であるアーリー・アダプターが、独自に試行を重ね、稲作に下水汚泥や他の資材からなる堆肥を利用した肥料特性について一つの再発明をする。それは、下水汚泥肥料を薄く広く散布することで収量を増加するとともにタンパク質含有量の少ない「美味しい」稲作づくりが可能となるということであった。また、下水汚泥利用による稲は風水害の時期でも倒れなかったことも地域の農家に観察され評判になった。また、イノベーターを中心とする市職員も下水処理場内において試行で作った農作物を地域住民に配布することで味についての口コミによる拡大を図った。下水汚泥の効果の要因は、農家は化学肥料や農薬を減らしたことによる微生物による地力の増加としている。アーリー・アダプターが営農する岩見沢市双葉町は農地面積 180ha で農家戸数 11戸である。当初は関心が薄かったものの、アー

リー・アダプターに触発された別の農家は小麦に乾燥汚泥を利用する試行実験を行い収量が増加することで新たな生産方式を導入している。また、別の農家はカボチャの肥料として脱水ケーキや乾燥汚泥を利用することで味や見た目（皮のつや）が向上するという試行結果から生産方式を変えた。この段階での参画者は、いわゆるアーリー・マジョリティである。これらの者は、周囲の評判でなく自ら「環境に優しい農業」などのビジョンに関心を示すとともに、自分の生産する農作物によるビジネスモデルを独自に構築していった。

c) 第三プロセス「開花」

アーリー・アダプター及びアーリー・マジョリティの試行結果やビジネスモデル、風水害にも強いことを口コミで知った地域の農家から問い合わせが相次ぐこととなる。しかしながら北海道の農業は、農家あたりの農地面積が広大である。地域全体で下水汚泥肥料を農地で利用していくためには下水汚泥肥料の堆肥場からの運搬と農地での効率的な散布方法が課題となった。誰かが散布してくれるなら下水汚泥肥料を利用してみたいという農家が多かった。ここで、自分の農地だけでなく地域全体での環境保全型農業という夢を持つアーリー・アダプターと岩見沢市のイノベーターが効率的な地域全体での散布方法を創発する。「協働農作業」と名付けられる官民協力による散布方法である。下水汚泥肥料を短時間で大量に散布する機械を平成25年にアーリー・アダプターの農家が購入し、この機械で他の農家の農地の分まで散布作業を行うことを提案した。この提案について市役所内で協議し、市からの委託業務として散布作業の経費の一部を市役所が負担するという手法とした。これにより、平成26年には、アーリー・アダプターが、岩見沢市双葉町11戸のうち7戸の農家に散布した。また、下水汚泥肥料の施肥方法の知識共有と口コミによる拡散を促進する場として岩見沢には「岩見沢地区汚泥利用組合」が存在する。岩見沢市下水道部局としては遠方まで輸送し処分していた下水汚泥処理コストの低減になっている。

d) 第四プロセス「収穫」

農家への理解と地域ブランドの確立のため、イノベーターは、平成26年10月に国土交通省の下水汚泥の農業利用の全国大会を当地に招致した。この大会の会議では、利用者側の代表としてアーリー・アダプターの農家も参画してプレゼンを行った。また、会議後には生産した農作物による料理も全国からの参画者で味わった。国が開催する全国大会に参画することで農家の意欲のさらなる高

場に結びついた。さらに、イノベーターはこの全国会議についてマスメディアへの呼びかけを積極的にいきなり大きく報道された。この報道以降、農家からの問い合わせが急増しただけでなく新聞を見た一般市民からの関心も高まり肥料サンプルを求める問い合わせが多くなったとのことである。これらの取り組みにより岩見沢地区汚泥利用組合の会員数は、平成24年度末に47名であったが平成26年度末には73名まで増加している。そして市長からも高い評価を得て市内関係部局で横断的に取り組むよう指示されることになる。市の重要な政策としての位置づけを得ることになる。また、2015年の国土交通大臣賞（循環のみち下水道賞）を受賞し、一層の士気向上とブランドアップを図った。そして、このような動きから地域の若者の中で農業を継ぐことを決めた者が現れてきた。これにより、下水汚泥利用の持続性が確保され、下水道経営の改善と継続性確保にもつながる。

e) 第五プロセス「流通」

岩見沢市は地域産業として確立するために全国的なネットワークを有する学会及び学識者との協力関係の構築を進めている。水環境学会北海道支部の視察を受け研究対象としての関心を高め、現在は北海道大学及び高知大学の学識者との共同研究を行い科学的知見と全国的なブランド力の向上に結びつけている。

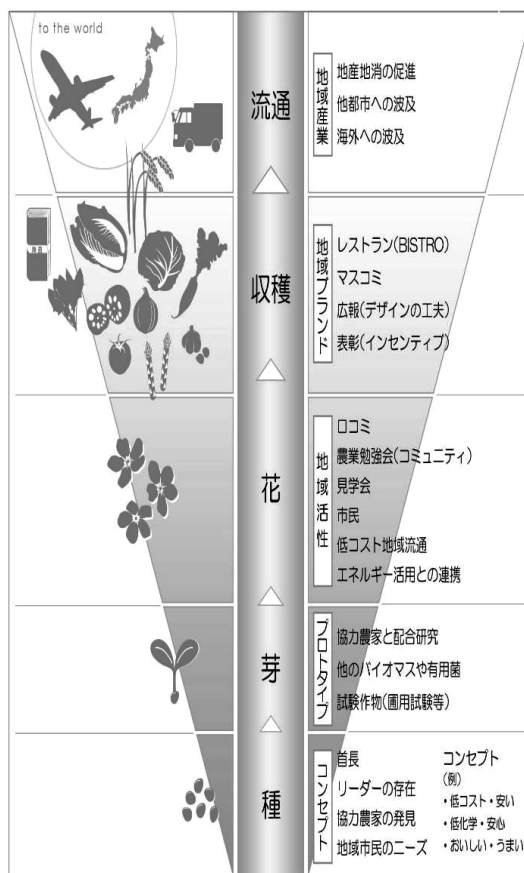


図-2 「種まき」から始まる普及理論の概念図

5 . 考 察

佐賀市及び岩見沢市の両市の分析をもとに、策定したモデルの適合性について段階的に考察する。

第一プロセス「種まき」については、佐賀市はイノベーターである市役所職員の「地産地消の無農薬の食材をつくる」という熱い夢に、微生物の専門知識を有する者の数名が共感するところからスタートしている。一方、岩見沢市も市役所職員がイノベーターとして「下水汚泥を地域の農業に利用したい」という熱い思いを抱き、「環境保全型農業の実現」という考えをもっていた、あるアーリー・アダプター一人を発見してスタートする。いずれも、イノベーターの志に共感した者のみによる少人数のアーリー・アダプターだけで種まきを行っている。そしてアーリー・アダプターにはリードユーザーとして地元の農家が参画している。また、佐賀市の場合には、その後のコミュニケーションツールとして有効となるビジョンを絵にするデザイナーがアーリー・アダプターに参画して

いることが、その後の普及速度を早めている。

第二プロセス「発芽」については、両市とも、下水汚泥の農業利用が「試行可能」「観察可能」なイノベーションという特質を生かすとともに「再発明」を行っている。アーリー・アダプターによる試行実験を行い、アミノ酸等の科学的分析と感覚的な「うま味」の評価を行い、結果の観察性の向上を図っている。試行結果の評価は、化学肥料の購入量の低減によるコスト低減効果及び殺虫剤の使用量の低減による健康リスクの懸念の払拭、岩見沢市のように「風水害に強い稲」という評価など多様である。そして、「環境保全型農業」等のコンセプト及び試行結果から地域の普及拡大に興味をいだいたアーリー・マジョリティまで採用者が拡大している。

第三プロセス「開花」については、両市とも、前プロセス段階でのアーリー・マジョリティによる評価結果及び評判が、信頼できる実際の採用者の声として、ロコミを中心とするコミュニケーシ

ョンツールにより一気に拡散していく。また、施肥の方法をオープンにすることでイノベーションの採用速度の決定要素の一つである「両立可能性」を高めている。具体的には、佐賀市の場合は、NPO による農業勉強会の開催及び処理場内でのコミュニケーションの場の設定を行っている。また、佐賀市の重要政策としてラッピングバスによる広報を行っている。一方、岩見沢市の場合は「岩見沢地区汚泥利用組合」が重要な役割を果たしている。同組合との組合員によるロコミが広がるとともに、同組合と岩見沢市役所が普及拡大のための「協働農作業」という手法を創発した。そして、この手法を岩見沢市は地域農業政策と下水道経営改善を両立させる市の重要政策として市長が応援している。

第四プロセス「収穫」では、ブランド化による採用者の増加に向けて、両市ともマスメディア及び国の表彰制度等を利用している。佐賀市は全国マスメディアへの露出と国土交通大臣賞の受賞により全国からの問い合わせが殺到して県外からの採用者まで普及を拡大している。岩見沢市も、国土交通省等による全国的な会議の招致とマスメディアへの露出とブランド向上を図っている。

第五プロセス「流通」については、全国ネットワークの形成のため、両市とも取り組みを行っている。佐賀市は、他都市への施肥指導等を個別に行っているのに対し、岩見沢市は水環境学会等の学との協力関係を構築しつつある。また、佐賀市は石垣市との交流により現地に工場を有する世界的なイノベーションリーダーとの交流によりミドルシムの培養実験を始める段階に至った。

以上、策定したモデルの段階毎に両市の活動を考察した。両市とも、やり方の違いはあるものの熱い志のイノベーターを中心としてアーリー・アダプターから試行実験を開始し、アーリー・マジョリティで普及の核を形成し、レイト・マジョリティ、ラガードへと採用者を段階的に拡大している。そして、各段階に応じてロコミ及びマスメディア等の適切なコミュニケーションツールを普及速度の向上に活用しているなど策定した普及モデルに沿った採用者の拡大方法をとっていることがわかった。

6 . ま と め

佐賀市及び岩見沢市での分析を通じて、マーケット学のイノベーションの普及理論と渡邊和男氏

の ABC 理論を組み合わせる筆者が構想した普及モデルが、下水道政策として難しいと考えられている下水汚泥を肥料として再利用する事業の普及展開に有効であることが示唆された。

下水道法の改正により、全国の下水道管理者は下水汚泥を肥料等として再利用する努力義務が課せられることになるが、本普及モデルは下水道管理者が各々の地域で有効なサポートとなることが考えられる。また、本モデルの理論は下水汚泥肥料の普及だけでなく、様々な技術イノベーションの全国的な普及拡大を図ることに適用できる可能性がある。

謝辞：本研究にあたり、佐賀市役所及び岩見沢市役所、地域の農家の方々、そして ABC 理論については渡邊和男先生にご指導いただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Everett M. Rogers : Diffusion of Innovations 5th Editions
- 2) 渡邊和男 : Analysis of organic society of people
- 3) 渡邊和男 : Symbol of Jung of personality classification
- 4) 渡邊和男 : Symbol of the human brain capabilities

(2016. 8. 26 受付)

STUDY ON RECYCLING OF SEWAGE BASED ON THE THEORY OF DIFFUSION

Hiroyuki KATO

Recycling of sewage sludge is important for the sustainability of not only individual utilities but of the entire society in broader context, which also helps local economy. Under these circumstances, in May of 2015, the ministry of land, infrastructure, and transportation revised the sewage law to require local wastewater utilities to advance the recycle of sewage sludge.

We proposed the method for the phased expansion of the recycle of sewage sludge as fertilizer based on the diffusion of innovation theory and applied the method to the famers in Saga City and Iwamizawa City. It was found out that the success of these cities on the expansion of sewage sludge recycle as fertilizer was in line with the proposed method and that the locally invented method was also used.