下水汚泥が食・エネルギー・人の新たな循環を生む

～循環の輪と信頼の形成についての考察～

東京大学大学院 工学系研究科 特任准教授　加藤　裕之

1 はじめに

脱炭素、そして食・エネルギーなどの生活に欠かせない資源の確保のために下水汚泥の利用が注目されている。特に、食に関しては、岸田文雄総理指示により昨年秋から始まった農林水産省と国土交通省のリードによるさまざまな政策提言、補正予算・令和５年度予算、そして利用促進のための両省連名の全国への通知、さらには、下水汚泥は原則として肥料利用を最優先とする方向性を国交省が通知するなど、ほぼ半年の間に政策は大きく動いた。これを受け国交省、農水省の関係団体もさまざまに活動している（これについては㈳日本下水道協会が集約しており、同協会ホームページの「下水道 GX」で知ることができる）。

下水汚泥等の資源利用は地域貢献と密接に関係するものであり、これについては、「下水道による地域貢献についての考察～考えるべき視点と理論～」（月刊下水道 2021 年 11 月号）で述べたところである。また、下水道と農業など、異業種とのコンフリクトによるイノベーションとその普及理論については、「イノベーションを興す人材を育てるために～ルネッサンスに学ぶ～」（月刊下水道 2020 年 10 月号）ですでに述べた。本稿では、農業利用を中心に下水道資源の利用による循環型社会の形成に関して「循環の輪の形成」と「透明性確保による安全性への信頼」に注目し、必要と考える事項や課題について述べる。

2 「下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた官民検討会」について

本検討会は、農水省と国交省が令和４年の 10 月に設置したもので、肥料を利用している農業関係の官と民、そして下水汚泥を肥料として供給するサイドの下水道関係の官と民が参画している。筆者は学識者の立場から副座長を務めた。

本検討会が画期的と言えるのは、歴史的には長い下水汚泥の肥料利用について農水省と国交省の両省により初めて設置され、双方の関係団体が一堂に会する場を作ったということである。会議では多様な農業関係者の発言を聞いたが、供給サイドである下水道関係者は、まずは JA グループのさまざまな団体の役割分担とガバナンス構造を知っておく必要があると感じた。同じ肥料生産者でも、化成肥料を取り扱う無機系の生産者と畜産肥料を取り扱う有機系生産者で下水汚泥への関心の視点は異なる。

一方で、下水道関係者も先進技術でリン回収を行う大都市と地域密着でコンポスト利用を中心とする地方都市では方向性は異なる。農業関係と下水道関係という大きな連携の枠組みのなかで、どの団体と個別に組むことが適切なのかを考えることが重要である。このためには、マッチングの場なども開催されていることから積極的に参加し、個別対話していくことが有効である（**写真－１**）。

3 循環の輪の形成について

本章では、循環の輪についていくつかの視点を述べる。

3.1 循環の輪の大きさについて

農業利用にしても、エネルギー利用等についても、下水道資源が組み込まれる循環の輪の全体の大きさを考えてみる必要がある。最も、小さい循環の輪は市町村内程度の地域循環である。この輪のメリットは、資源の移動距離が短いことによる経済性のほか、身近で循環の輪が見えることである。例えば、農業利用ならば下水汚泥から肥料を作る下水処理場、肥料を使う農地、できた農作物を販売するマーケットが同一市町村内で見ることができるため市民も循環型社会の形成に貢献していることが実感できる。地産地消のブランド形成に向いていると言える。

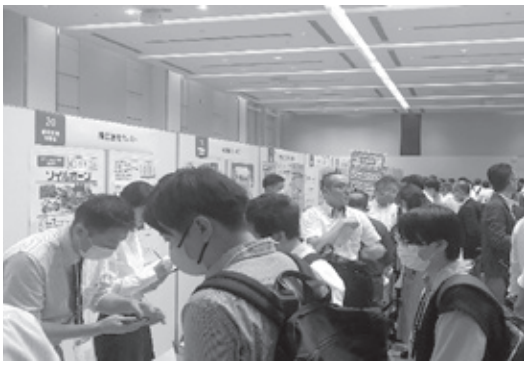
一方、大量の下水汚泥が発生する大都市は大きな消費地でもあるが、肥料を利用する農地が少ないというミスマッチが生じる。このバランスを取るためには、循環の輪を広域に広げて考える必要がある。福岡市のリン回収は、JA 福岡と肥料会社と連携して循環の輪を形成しているが、輪の大きさを、福岡市内を越えて、農地のある福岡県内全体に広げて農作物を生産し、大量消費地である福岡市に戻ってくるという循環の輪として形成している（**図－１**）。コンポストのように､量がかさばるものは小さな循環、焼却灰やリン回収は比較的大きな循環が適切と考えられる。

3.2 付加価値をつける場所について

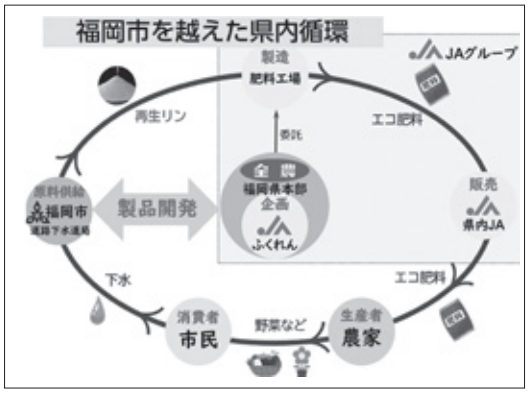
循環の輪を形成し、持続的に循環させるには、低コストで資源を集めるとともに、輪のどこかで付加価値をつける必要がある。下水道システムは自然流下を原則にネットワークで資源を集め、下水処理場で肥料やエネルギーという付加価値をつけることができる。また、付加価値にはさまざまな形態が考えられる。畜産系の肥料を生産する埼玉県の朝日アグリア㈱では、茨城県や長野県で発生した畜産肥料を受け入れ、農家がまきやすい粒状に加工することで付加価値を高め、再び茨城県と長野県に還元している。この場合の付加価値は、農家の「まきやすさ」である。

3.3 バトンの渡し方～リレー競技にならう～

多様なステイクホルダーにより循環の輪が形



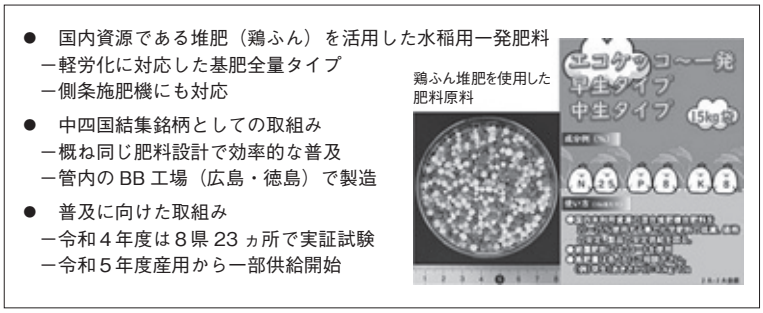
写真－１　2023 年６月、東京都内で行われたマッチングイベントのようす



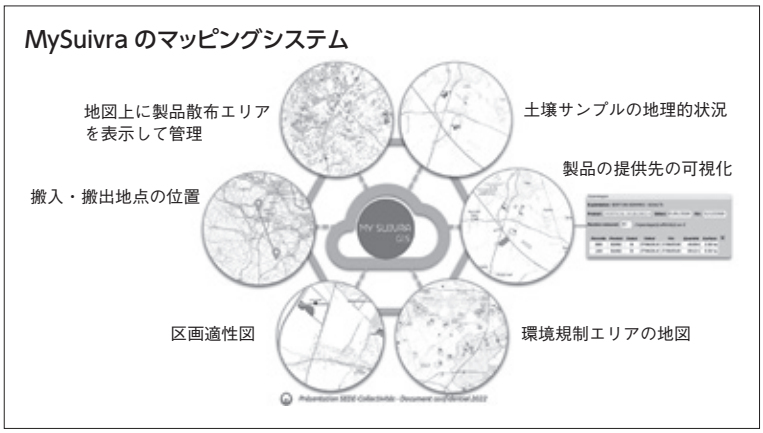
図－１　福岡市における「循環の輪」（福岡市提供資料）

成されるということは、陸上競技のリレー競技と同じで、後続の選手がいるということであり（アンカーを除いて）、受け取りやすいスムーズなバトンの渡し方が重要である。下水道管理者等の下水汚泥肥料の生産者から農家等の肥料利用者へバトンを渡すときは、肥料の安全性・効能等の品質、まきやすさ等のハンドリングの良い製品、供給と需要の時間調整などを考えて肥料生産・貯蔵する必要がある。

また、この思想は、どのリレー競技に参加にするのかを考えることから準備は始まる。すなわち、既存の農業生産の、どのサプライチェーンの、どの部分に入り込むのか、既存のどの肥料の代替として供給するのか、を考えることが必要となる。3.1 で述べたようにコンポスト、焼却灰、リン回収により、参加する競技・サプライチェーンは異なると考えられる。例えば、全農は、すでに中四国ブロック全体で、まきやすい鶏糞肥料の広域的なサプライチェーンを形成している（図－２）。



図－２　中四国での鶏糞の広域的サプライチェーン（全農資料より）



図－３　フランスの農業利用におけるデータ公開の事例（SEDE 社提供資料）

4 「安全」と「安心」のすき間を埋める ～信頼確保のための方法～

需要側が供給側の製品や情報を信頼できることが循環の輪の形成の前提条件となるが、そのための努力について述べる。

第一の視点は、透明性の確保である。農業利用について本研究室が佐賀市の複数農家に行ったアンケート調査では、安全性については重金属等のデータが公開されていることが信頼性向上の第一の要因となっていた。また、下水汚泥を複数県から広域的に集めてコンポストを生産し、全国的な販売を行っている㈱アサギリでは、どこの処理場からの汚泥をどれだけ受け入れているか、そして重金属等の肥料の成分などをすべて公開している。

下水汚泥の大部分が農業利用されているフランスでは、データの集約と公開のためのシステムが進んでいる。SEDE 社は『MySuivra』というシステムで肥料の成分だけでなく、そのサプライチェーン、施肥された土壌の継続的な環境調査結果を公開している（図－３）。

信頼についての第二の視点は、「誰が」説明すべきか、という視点である。佐賀市では下水汚泥肥料の安全性や効果を地域の科学的知見を持った者が説明してきた。また、他の地域においては、学者を含めた勉強会を開催し、学者の口から安全性

等を説明することで信頼を得ている。学者以外の例としては、長野県の富士見町では、地域の福祉活動を行っている合同会社つくえラボ(写真－２)が、福祉活動のネットワークを活用しながら下水汚泥の農業利用を行っているが、農家にインタビューしたところ、「福祉活動でお世話になり信頼している方から安全性の説明を聞けたので安心した」との声があった。同じデータでも「誰が」説明するかが重要な視点である。

5 広域化・PPPとのシナジーについて

下水汚泥の資源利用と、広域化・PPPは相互に関係性が深くシナジー効果が発生しうる。広域化することで多くの資源を集め、付加価値を販売して企業は収益を得ることができるからである。PPPについては、さらに、長期契約であるという点がプラスに作用しうる。例えば、20年にわたる処理場の運営を任されている企業と契約した肥料生産・販売業者は、この企業から20年にわたり下水汚泥という肥料の原料を安定的に仕入れられるからである。つまり、処理場管理の長期契約の効果は、資源利用を専門とする企業にも及ぶのである。前述したフランスのSEDE社は、Veolia社が長期的に維持管理している下水処理場の汚泥の肥料化を安定的に行っているとのことである。長期契約のPPPによるこの仕組みは、エネルギー利用についても同様のことが言える。

6 農業とエネルギー利用との融合による脱炭素社会への貢献

脱炭素社会の構築に向けてメタン発酵による消化ガスを中心とするエネルギー利用は増加しつつある。そして、一部の地域では、消化後の汚泥をさらにコンポストにして肥料利用を行っている。畜産肥料による土壌への炭素貯留効果の定量化モデルについては、すでに㈱農業環境技術研究所（現:㈱農業・食品産業技術総合研究機構）が英国で開発されたローゼムステッド・カーボン・モデルを参考にホームページで提供しているが下水汚泥については定量化されていない。本研究室では日本下水道協会、㈳全国上下水道コンサルタント協会と協力して汚泥肥料を施用し続けることによる炭素貯留効果のモデル化を研究している。

写真－２　富士見町での農業勉強会(つくえラボ提供)

7 おわりに

下水汚泥の資源利用は大きな転換点を迎えている。下水道の普及が概成したあとの長期的かつ中心的な政策課題であることは間違いない。PPPやストックマネジメントなど、他の中心政策との相乗効果も考えながら事業が推進されていくことを期待する。