

平成 21 年度  
第 1 回 下水道におけるリン資源化検討会  
議 事 録

1. 日 時 平成 21 年 11 月 4 日 (火) 15:30～17:30
2. 場 所 (財)下水道新技術推進機構 8 階 特別会議室
3. 出席者 津野座長, 後藤(逸)委員, 松本委員, 小田垣委員, 後藤(幸)委員,  
照沼委員, 原田委員, 間瀬委員, 小林委員, 末原委員, 用山委員

4. 議事

- (1) 国土交通省挨拶  
(2) 座長挨拶  
(3) 委員の紹介  
(4) 資料の確認  
(5) 議事

- 1) 本検討会設立の趣旨について説明  
2) 全体スケジュールと検討事項(手引きの目的)  
3) 話題提供

- ・ リン回収・活用に関する話題提供(日本下水道事業団)
- ・ 「大阪湾フェニックス計画」について(大阪湾広域臨海環境整備センター)
- ・ リン回収事業中間報告(岐阜市)

- (6) フィージビリティスタディ(FS)について説明

[話題提供に関する質疑]

① リン回収・活用に関する話題提供(日本下水道事業団)

座 長 : 事業団から色々な技術について取りまとめを頂いたが, 近年はこれに加え, 少し違う観点から, 炭化によるリンの利用もあり, このような事業が動き出すと新たな技術がどんどん開発されてくるだろう。

② 「大阪湾フェニックス計画」について(大阪湾広域臨海環境整備センター)

信 州 大 : 下水汚泥搬入時の種類は, 焼却灰か。

大阪湾広域 : 今現在搬入されているのは, 焼却灰, ばいじんと汚泥そのままの 3 種類である。

信 州 大 : トラックで別々に持ち込まれるのか。

大阪湾広域 : トラックは排出先から搬入基地に入るまで別々であり, 受け入れてから混載となる。

アンモニア協会 : 混載という話だが, 下水汚泥と他のものを分別して埋め立てすることは現実的なのか。下水汚泥には結構リンが濃縮されている。分別しておけば, リン資源としてかなり有効である。仮定であるが, 分別備蓄を実現する上での課題, また可能性はあるのか。

大阪湾広域 : 各搬入基地から各埋立処分場までを海上運搬する船は大きいもので 1,200t 規模である。運搬船が大きいので, 下水汚泥の焼却灰だけを毎日の運搬作業から別々にすることは難しく, 非常に費用が掛かる。そのため, 下水汚泥の焼却灰がある程度収集した段階での運搬を考えておく必要があり, ある程度収集できた段階で運搬する工夫が必要になる。

また, 例えば, 神戸沖埋立処分場について 88ha もあり, 下水汚泥の焼却灰を埋め立てた場所や量を調査することは困難なため, 今後の検討会において, フェニックスでのリン資源化方法だけでなく, 備蓄方法も含めて検討していければ良い

のではないか。

リン資源化は、リン回収を行う搬入基地や埋立処分場などの場所やリン回収のタイミング、あるいは、将来ある程度時間が経過してから活用していくのかによっても異なる。それらも含めて、フェニックスではどの段階でどのように実施していくのか、これからの検討会の結果によると考える。埋立処分場のなかでも、年間5万t程度の下水汚泥をどのように有効活用していくのか、これからの検討になるだろう。

事務局：下水道サイドとしては汚泥が自然に集まることが非常に価値あることだと考えており、資源化または備蓄などの色々なケースが想定される。

座長：大阪府では、フェニックスをどのように用いているのか。

大阪府：大阪府では6割ぐらいの区域が流域下水道であり、下水汚泥は焼却して灰にする、あるいは溶融してスラグにするという方法をとっている。スラグ化について、大阪府が全国で初めてコークスベット型溶融炉を開発し、1号機がある。しかし、近年中国などの影響でコークス自体値上がりし、このコークスを燃料にした溶融炉や、あるいは石油系の燃料使っている表面溶融型の溶融炉についても、機械・装置が大掛かりなために維持経費が高く、特に流域下水道は構成する市町村の負担金で成り立っている事業なので資源化のためとはいえコストをあまり掛けられない。そのなかで現時点では一番コストが掛からず、しかも埋立処分場が確保されていることから、下水汚泥の焼却灰の埋立処分に頼らざるを得ない。それに、溶融炉も完成から15年20年経過するため、焼却炉への更新を考えている。また、製造したスラグが建設資材等で十分有効利用されているとはいえない事情もあり、ある程度経済性を優先すると、ますます下水汚泥の焼却灰としてフェニックスへ持ち込む量が増える。それを十分利活用していくことが一番良いのではないか。

### ③ リン回収事業中間報告（岐阜市）

座長：先ほど最後のところで有害物質の話がでたが、リンの結晶ではなく、分離後の灰のことか。

岐阜市：処理灰の方である。製造過程で洗浄をかけており、洗浄したものを中和して沈殿させるので、その沈殿物の中に有害物質が含まれる。濃縮して沈殿したものである。

座長：出来上がった製品の方ではないということか。

岐阜市：製品ではない。

信州大：反応時間とリン析出率の反応グラフで、消石灰と高反応消石灰の両方とも確かめているのか。

岐阜市：これはデスクテストで確かめている。

信州大：実験で得られたデータを、曲線により傾向を示したということか。

岐阜市：そうである。

東農大：岐阜市のケースもいろいろ現場を見学し、すばらしい計画だということを感じた。昨年と比べてりん酸肥料の価格が20%ぐらい安くなっているということだが、1年や2年の短時間での価格変動の問題ではなく、リサイクルりん酸をいかに有効利用するかという非常に素晴らしいケースなのでひとつの事例として成功させて頂きたいと思う。

高反応性消石灰を使うと反応性が良くなるとのことだが、逆に残渣中のりん酸は減ると考えて良いのか。

岐阜市：そうである。

東農大：残渣の方にも10%程度近くは残るのか。

岐阜市：はい。

東農大：りん酸と処理灰の両方を使うには、どういう形で使えるか今後検討する余地がある。

岐阜市：あまり回収してしまうと、処理灰の方のリンが無くなるので、そちらの有効利用ができないが、リン回収の反応時間が短くできるので装置が小さく済む。それを

確かめたい。

施設業協会：2回施肥と記載している回収りん酸肥料とNK肥料を合計すると5,600円、1回施肥の基肥一発肥料で8,600円だが、その価格差はどういうことで出てきているのか。それから1回施肥にするのと2回施肥するのとで、例えば農家の方の手間などはどのようになるのか。

岐阜市：東農大・後藤先生から、下水道から回収する回収りん酸肥料は、不溶性リン酸カルシウムであり、水に溶けないので3年分5年分を一度に施肥しても良いのではと提案があった。そうすると、回収りん酸肥料を5年分一度に施肥し、NK肥料は毎年施肥することで、施肥の手間を少しでも減らそうということである。また、基肥一発肥料というのは、農家の手間を減らすために、1回コーティングした稲作用の肥料である。それを水のpHや水温などの条件で順番に、その時期に必要な肥料が溶け出し、稲に行くというような肥料で、手間がかからないような肥料になっている。そういうものに比べて、2回施肥という仕方の良い稲、米が獲れるのではないかということで、今、農家の方に提案をしている。

座長：稲の徒長などで気をつけなければならないのは窒素である。だから、5年とすると2回施肥の場合、実際は5年で6回施肥し、1回施肥は5回施肥する計算か。

岐阜市：そうである。

アンモニア協会：これは、例えば熔成りん肥や過りん酸石灰でも同じような効果が期待できると理解してもいいのか。回収りん酸肥料にこだわる必要はないということか。

岐阜市：はい。これはあくまでも地産地消ということで、現地で出来たものを現地で使うということである。

#### 〔フィージビリティスタディ（FS）の説明に関する質疑〕

座長：実績のあるリン資源化技術のうち、水処理・汚泥処理工程ということからMAPが対象になっているが、ヒドロキアパタイト（HAP）は対象外ということか。効率面から、MAPの場合はリン濃度が100mg-P/L前後が最適と思うが、水処理中の濃度は10あるは15mg-P/Lぐらいのところまでと思う。水処理から取り出そうとすると、MAPでは対象水の中のリン濃度が低いと思われる。

事務局：ここでは、現在、各自治体で導入されているリン資源化技術のうち消化工程からMAPとして回収する実績が多く、また、高度処理の導入を仮定すると、MAPで対応可能と考えている。しかし、指摘のあったHAPについても対象として検討したい。

下水道事業団：FS実施の判断ですが、リンの利用は、最終的にエンドユーザーがどういう形で欲しいのかということで事業性が成り立つと思われるが、リンの地域性なのか、または、大都市や焼却灰が多いところで成り立つのかという判断も加える必要がある。もう一つは、FSをやるとき、数値で比較すると思われるが、リンの価格が一般論、もしくは地域だけで成り立つことなのかという話もあると思う。結果的にはエンドユーザーが決めることと思われるが、その当たりをどのようにヒアリングするのか。

座長：FSにおける広域循環型検討フローに関することと思いますが、フローではコストから事業化を判断する形になっている。利用者の有無とか、焼却システムや消化システムなどの資源化へ至るまでの技術的体系部分の判断での質問ですか。

下水道事業団：最終的には需要家を決めるという話だと思われる。

座長：フロー図中の「需要家との協議」のところ、誰が協議をする主体なのかどうかということで、また、フィードバックできるかということと思うが、このフロー図は下水道担当が行うフローなのか。

事務局：これはFSのフローであり、今回の広域循環型につきましては需要家として一次肥料メーカーを想定している。大阪近郊の肥料メーカーへ具体的なヒアリングを考えている。地産地消型については二次肥料メーカーになると思うが、そちらの方ではアンケートにより具体的な引き取り先のニーズなどを捉えていきたい。

- 座 長 : これは、我々の検討会の中でF Sの検討手順を書いており、どの段階で誰が行うかなどの仔細は、今後明らかにされてくるだろう。  
 先ずは、この手順で行ってみて、指摘のあったことが発生した場合には、そこで対応していくという流れでとられている。  
 非常に重要な視点だと思うが、先ほどの需要家との関係において、地域性により使う人がたくさんいるのかどうかということもこの需要家のなかに全部含めるのか。
- 事 務 局 : 広域循環型の引き取りというのは一次肥料メーカーを対象にして、それなりにユーザーがあると考えているが、地産地消型の場合には、どういった部分が障害になるのかというところをアンケート等で確認していきたい。
- 東 農 大 : FS のフロー図で、リン資源化技術の選定後に需要家との協議となっているが、例えば焼却灰の形で原料として出すのか、あるいはH A Pのようなものにして肥料メーカーに出すのか。
- 事 務 局 : F Sの中では、下水汚泥が焼却灰として集まるので、灰を対象にして資源化を考えていきたい。その対象の技術としては、一つは生産コストで、灰からの抽出が良いのか、熔成汚泥灰複合肥料を作る方が良いのか判定したい。
- 東 農 大 : どちらか選択するという事か。
- 事 務 局 : 広域循環型の場合は灰からの抽出が考えられる。M A P等については地産地消の中で考えたい。
- 座 長 : ここでは広域循環型の場合のフローだけを書いてあるので、対象は焼却灰となっている。その際の技術の選定は灰アルカリ抽出と熔成汚泥灰複合肥料のどちらかを選ぶという二者択一なのか。
- 事 務 局 : 二者択一を考えている。
- 東 農 大 : この二つは肥料としての性質が全く違う。それぞれ用途も違うので、やはり両方で考える方がより用途が広がると思う。同じ用途であれば、どちらか一本に絞ればいいが、必ずしもそうではない。
- 事 務 局 : ご指摘のとおり、両方の技術について検討、判定して需要家との協議、ヒアリングを行う。
- 東 農 大 : 部分還元溶融法による回収りん肥は、当初、熔性りん肥に極めて似ていることから、熔性りん肥で肥料登録を模索していたが、熔成汚泥灰複合肥料になった。表記を正確にしておく必要がある。→（事務局対応済み）  
 それから、この方法に、ひとつ可能性があるのは、既存の熔成りん肥のプラントが使えるということだが、アンモニア協会では、配布資料の「リン鉱石を使用している工場の所在地」を示す図のプラントがどこにあるかわかりますか。
- アンモニア協会 : 熔成りん肥は、埼玉、宮城、京都の舞鶴、宮崎の4工場である。
- 東 農 大 : 例えば将来的には、輸入リン鉱石に変えて、下水汚泥の焼却灰を使うとなると、メーカーの研究では、既存の熔成りん肥のプラントも使えるということなので、もしもそれが出来るということになると、相当コストも安くなると思う。そのようなことも視野に入れて検討する方が良い。
- アンモニア協会 : どこにターゲットをおいて、そのためにどういう加工が必要で、何を出発点にするかという話も必要になると思う。配布資料の工場分布図は、あくまでリン鉱石を使っている工場で、今、りん酸単肥のなかで天然リン鉱石を原料にしている肥料は全体の90%を占め、加工りん酸等はわずか10%程度である。ほとんどが天然リン鉱石を原料にしている。肥料取締法の公定規格にもリン鉱石を使うようにとある。今回のF Sのなかでは、そういう法制度の課題は残して、リン鉱石の代わりに使えるという技術的な議論でF Sを行うのか、それとも今の法の規格の範疇でF Sをやっていくということなのか。
- 事 務 局 : 今の体系でできるところを目指したい。法の問題で、もし使えないのであれば、今後の課題として検討していくことになるだろう。技術的には、対応可能と思われるものが出てきている。
- 座 長 : 技術的に可能なことをまとめて、FSを進める。但し、現状では、技術的な課題は技術開発で対応可能だが、法体系の部分は法律の関係なので、課題として明ら

かにして、それが克服できれば、ここまで出来るという2段階の報告書になる。法体系でここはできないということを、どんどん挙げて頂きたい。あるいは課題として挙げて頂きたい。何れにせよ、次に進めるためにはいろんな課題を解決していかなければならないこともある。場合によっては補助金を出さないとできないなどの課題があるかもしれない。また、具体的には、課題が出た時点で議論していきたい。

下水道協会：手引きの目的について、下水道管理者を対象ということだが、先ほどからの議論でフィージビリティ・スタディにおいて、地産地消の場合は下水道管理者だと思うが、F Sの広域循環型の場合、下水道管理者というよりは民間の活用というような形も考えられる。例えば、フェニックスの独自事業でリンを回収するというのも、もし検討結果としてコスト的にメリットがあれば有り得るので、下水道管理者を対象ということではなく、広くリンの事業を展開するという目的の方が良いのではないか。

座長：下水汚泥や、その汚泥をどう処理するかなどの判断は、下水道管理者がまずは考えてから、首長や関連部局等に説明をする必要が出てくる。そのときに、まず、最初のスタートとして、この資料が使えるような状態にならないといけない。同時に民間事業者、あるいはフェニックスの方にも説明用の資料として使えるようにならないかと思われる。

事務局：今回、フェニックスに相当数の下水汚泥の焼却灰が集まっているということで対象としているが、場合によっては、フェニックスという形がない中で検討することが有り得るので、その場合は、下水道事業者が中心で考えていく際にフェニックスをひとつの参考として、理解が深まれば良いと思っている。

岐阜市：先ほどのF Sのフローの「需要家との協議」の中で、是非、末端の肥料の価格の調査を行って頂きたい。現在、農協の肥料が高いので、大きな農家で農協離れがかなり進んでいて、価格の安い肥料を使っている実態がある。価格競争になってくるので、それはどのくらいの価格なのか、また、全国的にどういう価格があるのか調べて頂きたい。下水道で回収したリン酸をリン鉱石の代わりに使うことになると、アルミニウムが阻害物質になるため、リン鉱石の1割程度しか入れられないという話もある。リン鉱石も長期的に量が多くなれば、地産地消でなければいけないと思っているが、その辺りも加味して調査が必要と思う。

全農：肥料原料として使う立場からすると、安定していることが非常に大事である。安定とは、品質の上で安定していることと、安定した量がとれることである。例えば1割程度でも良いので、量が年間を通して確保できるということが非常に大事なポイントになる。品質もリン資源化技術毎で異なると、原料として売る時に非常に困難となる。

座長：F Sはフェニックスを対象にしているので大阪府下を中心とした下水汚泥の性質を調べるとのことだが、日本国中でも検討の要望が考えられる。他のところは地産地消になるかもしれないが、それらを踏まえて全国の広い範囲を入れるかどうか、もうひとつは、関東圏の広域循環型についてはどのようなイメージなのか。

事務局：フェニックスでは実際に自然と集まるが、関東圏にフェニックスのような収集体制が無い。その違いであり、リン資源化への動きが出始めると、可能性として広域、あるいは地域の人達に、動きが出てくるのではと思っている。また、関係者の人達も実現したいと思うので、この検討会などで発言して頂ければ、今後の課題に残していきたいと思っている。

座長：検討の過程で、促進協議会のようなものが今後の具体的な課題として出てくるだろう。

信州大：地産地消型の一般化について、ケーススタディが中心になると思うが、参考事例以外の自治体やりたい、また参考にしたいと出てきた場合に、どの程度一般化をイメージしているのか。

事務局：基本的に手引きなので、できるだけ一般化するが、具体事例としてF Sを入れる。考え方としては、検討方法などが、参考になる形にまとめられたら一番良いのではと考えている。

先ほどの話のなかで、品質や生産コストなどの話が出たが、それによって需要家の受け止め方が量も含めて違ってくるので、この検討会での貴重な意見が手引きを作るに当たって参考になると考える。

施設業協会：特にF Sの検討で広域循環型の場合、岐阜市ではリンを取り出した後の残った灰に非常に神経を使っていたが、フェニックス以外の事業者が行う場合には残った灰をどうするかということも十分に考慮に入れるべきである。

岐阜市：参考までに、例えば岐阜市で行うリン回収の方法ではコスト的に一番使うのは熱エネルギーである。だから、ごみ焼却場や汚泥焼却場に併設しないとなかなかコスト的には合わない。熱を回収できることも加味しながら、考慮したほうが良いと思う。

#### 5. 津野座長のまとめの言葉

#### 6. 落資源循環研究副部長より閉会の言葉

次回開催案内 平成22年1月28日(木)午後