

リン資源の適正管理に向けた市町村レベルでの Material Flow Analysis Material flow analysis on local municipalities for phosphorous resource management

学籍番号: 56834

氏名: 都築 淳(Tsuzuki, Atsushi)

指導教官: 佐藤弘泰 助教授

1 研究の背景と目的

「リン」は生物に必須の元素で、肥料として農業に用いられるなど、私たちの生活と密接に関連している。しかし、近年、リン肥料源である「リン鉱石」が枯渇の危機にあるとされており、リン資源の有効・循環利用が重要な戦略・研究課題となっている。

日本はリン鉱石を 100% 輸入に頼っている一方で、下水汚泥や畜産廃棄物の有効利用が進まず、下水や畜産廃棄物由来のリン・窒素が閉鎖性水域の富栄養化の原因となっているなど、資源が適正管理されず偏った分布状況になっている。

このため、日本国内でのリン資源をより適切に管理する必要があると考えられるが、リン資源の種類や農業・畜産の規模・形態には地域性があり、実際の取り組みでは地域ごとの資源と産業の形態に応じた取り組みが推進されなければならない。しかし、リン資源の把握と有効利用に関する研究は、国レベルや流域などの広域か、逆に農家や耕作地単位といった狭い範囲についての研究が中心で、各主体の連携と産業間のバランスを考える上で重要な地域内でのリン資源循環を明らかにした研究は少ない。これらのことからより主体間の連携を意識した範囲でのマテリアルフロー分析(MFA)が必要であると考えられる。

そこで本研究では、主体間の連携を推進するための枠組みとして下水汚泥等の廃棄物の管理者であり、連携の中心となりうる、市町村レベルの自治体を対象として、地域のリンフローの特徴を切り出し、地域の特徴に合わせたリン資源適正管理のための枠組みを提案することを目的とした。

2 研究の手順

本研究の流れを図1に示す。最初にこれまでの栄養塩類管理について文献調査を行いリン資源管理についての論点を整理した。その結果、リン資源管理の重要なポイントは以下の三点と考えられた。

- ①畜産廃棄物に含まれる資源の管理、
- ②都市型地域からの生活雑排水・下水として排出される資源の管理、
- ③畜産廃棄物や下水汚泥を含む有機性廃棄物の有効利用がそのフローに与える影響、

続いてMFAの手法に関して、事例の調査を進め調査手順の検討を行った。MFAの調査手順がある程度固まった段階で、上記したリンフローに関連する要素を持つと考えられる自治体を統計情報などから絞り込んで調査対象地域とし、MFAを行った。

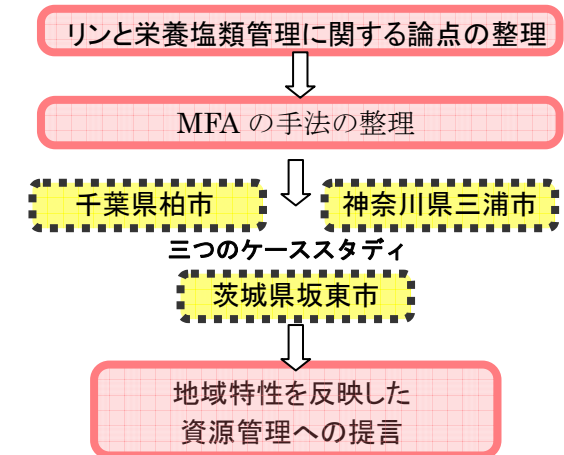


図1. 研究のフロー

3 ケーススタディ

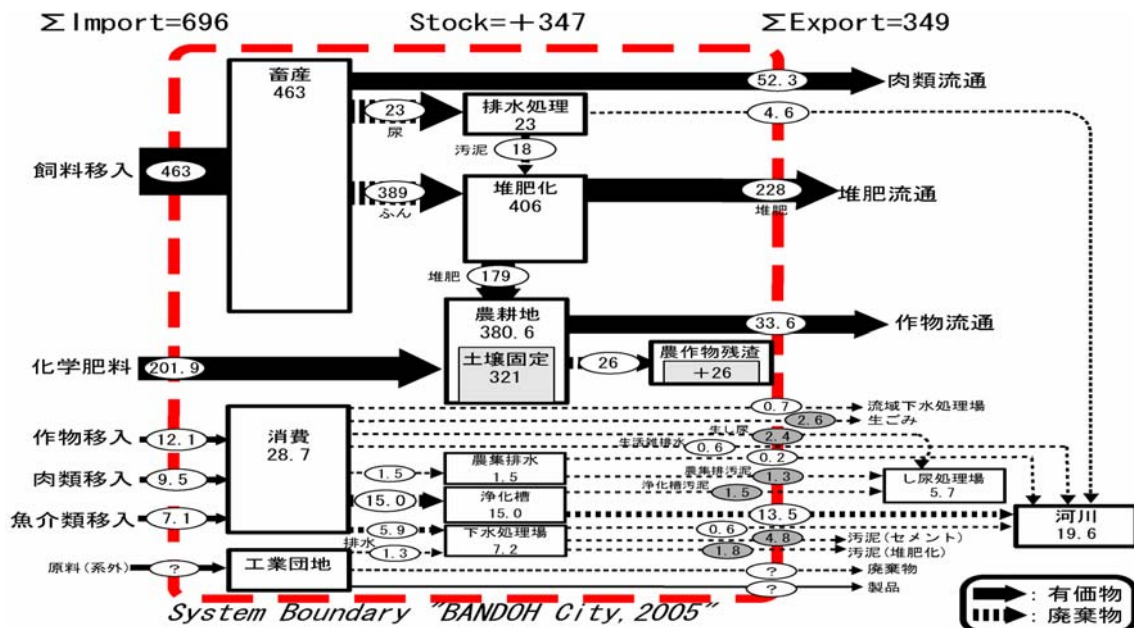
3.1 茨城県坂東市

・システムへの移入

坂東市への移入量は年間で 696 t であった。主なフローは畜産プロセスへの飼料の投入で 67% を占めた。次いで農耕地への化学肥料の投入で 29% であった。消費プロセスへの移入量は 4% であった。

・システム外部への移出

坂東市から外部への移出量は年間 349 t で、そのうち堆肥の搬出が 65% を占めた。製品として外部に搬出される肉類・作物はそれぞれ 15% と 10% であった。堆肥を除いた製品の搬出量合計は 85.9t で、システム内で人間によって消費される量の 3.0 倍であった。河川への排出負荷は浄化槽処理水が 69% を占め、次いで畜産排水処理水が



23%であった。

・システム内部へのストック

ストックは土壌固定と、農作物残渣のみであった。畜産プロセスから発生したふん・尿と畜産排水処理プロセスから発生した汚泥が堆肥としてシステム内で有効利用されている廃棄物フローと考えられた。

・廃棄物関連フロー

畜産プロセスから排出されるふん・尿の堆肥化を除くと、域内で有効利用される廃棄物は存在しなかった。しかし、下水汚泥の一部は堆肥化の原料として域外へ搬出されていた。茨城県坂東市のケースでは、畜産から発生する大量の堆肥が、地域の農地の受け入れ可能量の倍近く存在するため、耕種農家と畜産農家との連携強化の必要性に加え、周辺地域との連携の必要性が示された。また、周辺地域との連携においても、堆肥の供給超過となることが予想された。しかしながら、既存の枠組みとは異なる枠組みで考えた場合には、隣接する自治体内での有効利用が可能であることが示された。

3. 2 千葉県柏市

・システム全体のバランス

MFA の概念上、あるシステムにおいて、総移入量＝ストック量＋総移出量とならなければならない。しかし、今回の分析結果では、総移入量 541t に対し、ストック量と

総移出量の和は 637t と 100t 近く増加している。この要因としては、域内の食品加工場など生活排水以外からの流入負荷が主な原因であると考えられた。生活系からの排出量はおよそ 130t/year と見積もられ、残りの 110t が別の系統から流入していると考えられた。しかし、工場等の排水量に関するデータを得ることは出来なかった。

・システム内部への移入

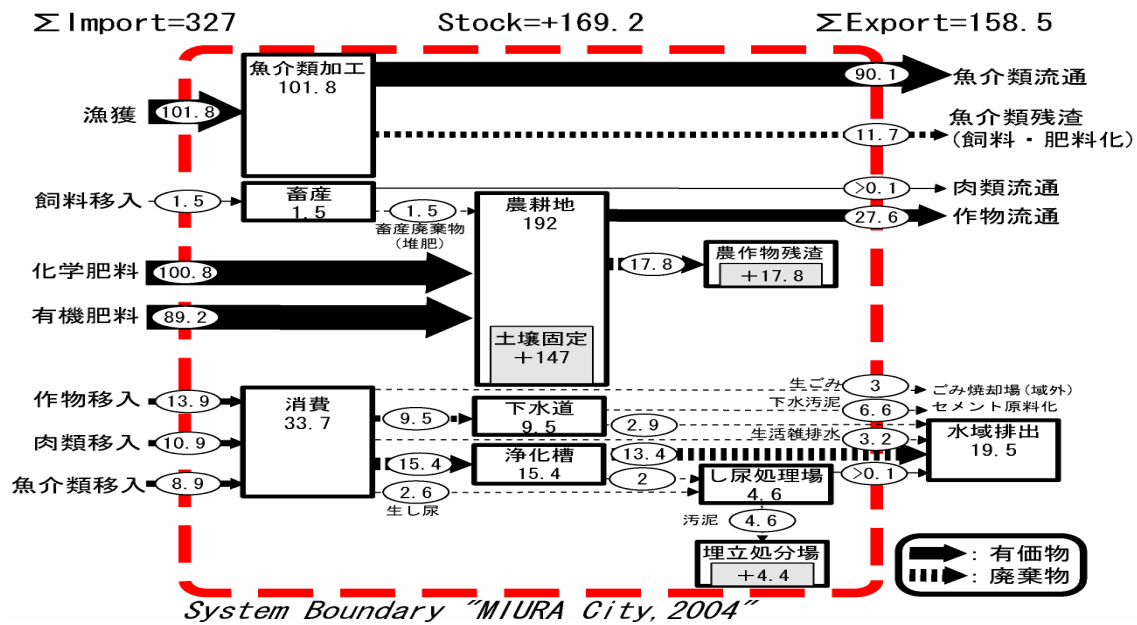
システムへの移入量は年間 541t であった。このうち主なフローは消費プロセスへのフローで 35%を占めた。また、農耕地プロセスへの投入は化学肥料と有機肥料を合わせて 33%であった。

・システム外部への移出

システム外部への排出量は年間 440t であった。主な排出フローは手賀沼終末処理場からのフローで排水と汚泥をあわせて 87%を占めた。製品として市場に搬出される肉類と作物の合計は年間 19t であった。これは域内で消費される量の 1 割程度である。また、消費に関連した廃棄物のフローが域外への搬出の 96%を占めるなど、地域の消費地的な性格が反映されていた。

・システム内部へのストック

システム内部へのストックは農耕地の土壌固定と農作物残渣、埋立処分場の 3 箇所、このうち土壌固定が 89%を占めた。



神奈川県三浦市のケースでは、野菜の生産地としての高い能力の一方、域内に畜産農家がほとんどないことから、慢性的な堆肥の供給不足になっていることが明らかになった。しかし、周囲にも供給地となれるような地域は存在せず、域内の資源を有効に活用することが重要であると考えられた。また、有機性廃棄物の有効利用が地域のリンフローに与える影響を定量的に把握した。その結果、域内の資源の活用によって、域内で消費される有機肥料の 25~45% を供給できることが示唆された。

5 考察

本研究で3つの自治体を対象としてMFAを行うことによって、それぞれの地域の産業構造などを反映したリンの流れを定量的に表すことが出来た。これらのケーススタディの結果から、地域を3つのパターンに類型化できるのではないかと考えた。一つは消費地としての性格を持った地域で、排出量に対して需要が少ないことや、下水汚泥などの利用に際しての社会的な障壁があることが考えられるため、市場での流通まで視野に入れた、高付加価値となる方法によって回収することが望ましいと考えられた。生産地はさらに堆肥供給型と堆肥需要型の地域の二つのタイプに分けられ、域内に大規模な畜産農家を持つような堆肥供給型の地域では、その堆肥を利用するため

に近隣地域まで含めた耕種農家との連携が必要であると考えられた。堆肥需要型の地域では、域内の未利用資源の活用と、周辺からの堆肥原料の確保などの取り組みが必要となると考えられた。周辺地域に適当な堆肥供給型の地域がない場合には、食品流通・加工といった産業部門との連携が必要となるが、この点に関して今回のMFAの結果は不十分な点が多かった。

6 まとめ

今回の研究結果から、地域内に押し込めるといよりは、需要と供給のバランスで必要な場所に必要なものを移動させることが重要であると考えられた。そうした取り組みを効率的に進めるための基礎的な情報を整備する意味で、MFAといった分析手法がより一般的に用いられる必要があると考えられる。

今後の展望として、こうした分析手法の一般化・汎用化を行い、各自治体レベルで解析を行うことが、未利用資源の有効活用や、周辺地域との連携などを考える際に重要であると考えられた。

また、流通・加工といった産業部門における栄養塩類の移動を把握することも重要であると考えられ、こうした情報を管理するためにPRTRのような制度を作ることが有効であると考えられた。