

食料消費地に隣接した糸島地域におけるリン資源循環の可能性

九州大学工学部 学生会員 ○酒井雄介 九州大学大学院 正会員 久場隆広
九州大学大学院 学生会員 伴野雅之 九州大学工学部 学生会員 市川瞬平

1. はじめに

2007 年における世界人口は 66 億人を突破し、2025 年には 80 億人、2045 年には 90 億人を突破すると推計されている。これにより食料需要が高まり、農業肥料の消費が増大するものと思われる。また、農業肥料の原料であるリンの価格はここ 3 年で 5 倍に上昇し、リン鉱石の輸出禁止措置を取る国も出てきている。そのため、農業への悪影響が懸念されている。

ところで、下水や畜産廃液などの排水中には、我が国が輸入しているリン資源のうち 2～3 割が含まれており、MAP 法や下水汚泥の堆肥化によりリン回収が福岡市などで行われている。日本はリン鉱石を全量輸入に頼っているという現状を踏まえると、このようなリンの効率的な利用、再資源化を進め農業に再利用することが今後の課題である。

そこで本研究では、消費地に隣接した農業地域である糸島地域（福岡市西区、前原市、糸島郡志摩町、同二丈町）を対象にリン循環の解析を行い、下水および下水汚泥からのリン回収による自給可能量を検討した。

2. 方法

2.1 糸島地域の概況

糸島地域は福岡市西区、前原市、糸島郡志摩町、同二丈町から構成される。糸島地域は福岡市中心部から近く、近年都市化が進んでいる。また、この地域は消費地である福岡都市圏にあり、近郊農業地域として農業生産も盛んである。糸島地域における人口構成を表 1 に示す。福岡市西区は都市化が進んでいる地域であるが、一次産業人口が 2,000 人を超えている。二丈町、志摩町については第一次産業人口が 10%を超えている農業地域である。

2.2 糸島地域におけるリンフロー解析

糸島地域における食料品に関係するリンの自給可能量を検討するためにリンフロー解析を行う。時間スケールは 1 年とした。

2.2.1 域内への移入

域内（糸島地域）へのリンの移入方法は、食料需要、漁獲、農業需要、畜産需要による 4 部門とした。食料需要部門は域内での食料消費、漁獲部門は域内漁港で

表1 2005年国勢調査による糸島地域における人口構成

	福岡市西区	前原市	二丈町	志摩町
人口	179,387	67,275	13,409	17,290
第一次産業	2,327	2,332	876	1,594
第二次産業	13,645	6,096	1,296	1,627
第三次産業	63,413	23,144	4,173	5,729

単位：人

の水揚げ、農業需要は域内における農業の肥料需要、畜産需要は域内における畜産の飼料需要を用いてリンフローを計算した。

2.2.2 域外への移出

域外へのリンの移出は農産物等の出荷による食品流通、下水処理場の放流水による河川流出、下水処理場や浄化槽などによる下水等汚泥、厨芥による廃棄物の 4 部門とした。

2.2.3 域内での循環

域内には畜産、農業、食品、消費、処分の 5 部門を設け、農業部門と畜産部門間では循環利用を設定した。

3. 結果及び考察

3.1 糸島地域におけるリンフロー解析結果

糸島地域でのリンフローの解析結果を図 1 に示す。糸島地域へのリンの移入は $897\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ であった。移入部分に関しては、畜産関係がおおよそ 7 割を占めている。また、域内での食料需要は $105.8\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ と食品流通のリン量を下回っており、食料を供給している地域であると考えられる。畜産、農業間でのフローでは、畜産から非常に多くのリンが農業に供給されている。畜産から農業へのリン供給量が $360\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ 、肥料によるリン供給量が $150.5\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ と、畜産からの供給が肥料からの供給に比べ 2 倍以上となった。ただし、化学肥料の方が肥料としての効率が良く、畜産堆肥と単純に比較することは難しいことに留意する必要がある。糸島地域からのリンの移出では、下水等汚泥によるものが全体のおおよそ 30%を占めており、農業需要とほぼ同程度の量である。下水汚泥に関して 90%ほどが建設関連の資材として処理されており、農業資源としては有効利用されていない。

3.2 回収方法に関するシナリオ

効率的なリンの利用方法として、農業分野では減肥や畜産との循環利用、地産地消が挙げられる。下水道

分野では、厨芥に含まれるリンを下水道システムから回収するディスポーザーの導入、下水中に含まれるリンの回収が挙げられる。

本研究では下水汚泥から回収したリンを農業需要へ利用する2つのシナリオを検討した。

- ・MAP法による回収
- ・汚泥堆肥化による回収

また、福岡都市圏において、リンの回収を行っている下水処理場のリン回収方法およびリン回収量を表2に示す。なお、処理場A処理区域に糸島地域の一部が含まれ、処理場B、C、Dの処理区域に糸島地域は含まれていない。

3.2.1 MAP法による回収

糸島地域の一部の下水処理場では既にMAP法によるリンの回収が行われている。処理場A、C、Dでの回収率(流入するリンに対する回収されたリンの割合)の平均は約2.9%である。MAP法による回収を糸島地域における処理場A以外の下水処理場に回収率2.9%で適用した場合、約 $0.6\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ の回収が見込まれる。この場合、処理場Aからの糸島地域分である $3.0\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ を合わせると $3.6\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ となり、糸島地域の農業需要を2.3%賅うことができる。

また、リンの自給を目指すには消費地である都市部を含めた下水からリンを回収することが重要である。リン回収の対象を都市部の下水処理場である処理場A、C、Dまで拡大した場合にはリンの回収量が $11.5\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ となり、農業需要の約7.6%となる。糸島地域での農業需要を100%賅うためには、回収率をおよそ38%まで高める必要がある。

3.2.2 汚泥堆肥化による回収

糸島地域の下水処理場から発生する下水汚泥の堆肥化は行われていないが、処理場Bより発生する下水汚泥の堆肥化が糸島地域で行われている。この堆肥化施設において処理される汚泥は $3,253\text{t} \cdot \text{yr}^{-1}$ (福岡市内5処理場における発生汚泥の3.6%)である。これには $10.2\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ のリンが含まれている。これは糸島地域の農業需要の約6.8%を賅うことができる。堆肥化施設の最大能力で生産した場合、 $34.3\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$ のリンが回収でき、農業需要の約23%を賅うことが可能である。また、糸島地域の農業需要を100%賅うには、施設能力をおよそ4.4倍にする必要がある。この場合必要とされる

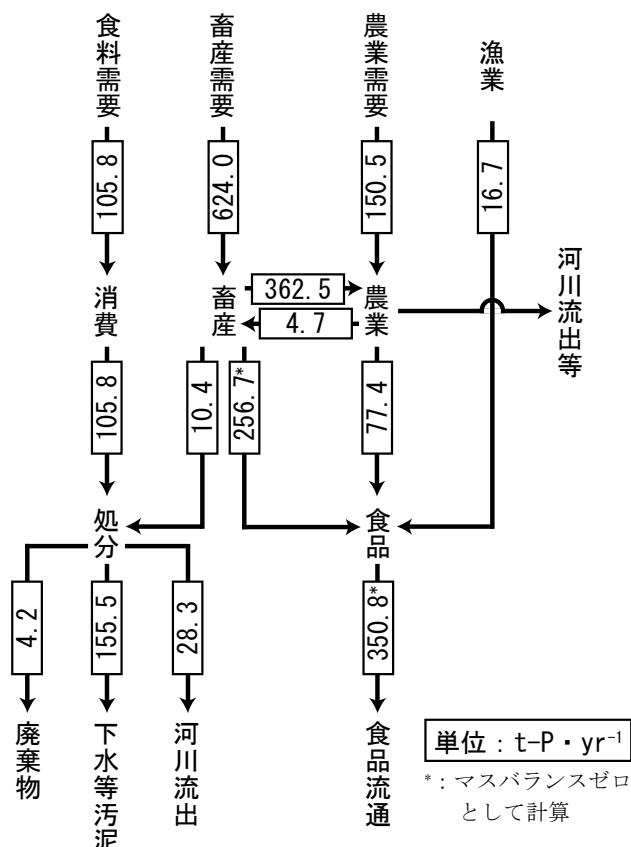


図1 糸島地域におけるリンフロー解析結果^{1), 2)}

表2 福岡都市圏における2007年度リン回収推定量³⁾

	処理場A	処理場B	処理場C	処理場D
回収方法	MAP法	汚泥堆肥化	MAP法	MAP法
リン回収量	4.9	10.2	4.0	1.9

単位: $\text{t-P} \cdot \text{yr}^{-1}$

汚泥量はおよそ $48,000\text{t} \cdot \text{yr}^{-1}$ であり、これは福岡市内で発生する汚泥量の半分程度であることから、汚泥の供給は可能である。

4. 結論

- 1) 農業肥料として必要とされるリン量と下水等の汚泥に含まれているリン量はほぼ同程度の量であり、全量回収が可能となれば農業需要に関するリンは自給が可能となる。
- 2) 現状では、MAP法による都市部からのリン回収量は糸島地域からの回収量の2.6倍となっており、リン資源として利用すべきものである。汚泥の堆肥化に関しても農業需要を満たすポテンシャルがある。
- 3) 農業地域のみで自給するのではなく、農業地域に近接する消費地と一体となり、例えば下水道システムを介してリン資源を循環させることで、リンの自給率向上が可能である。

参考文献

- 1) 永松由有: 糸島地域の水域へ流入する汚濁負荷量の推定(2004), 九州大学工学部卒業論文
- 2) 福岡県企画・地域振興部調査統計課: ふくおかデータウェブ <http://www.pref.fukuoka.lg.jp/dataweb/>
- 3) 福岡市道路下水道局下水道施設部: 福岡市水処理センター管理年報(2007)