

大都市に隣接した農業地域におけるリン自給の可能性

九州大学大学院 学生会員 ○酒井雄介 九州大学大学院 正会員 久場隆広
(独)港湾空港技術研究所 正会員 伴野雅之 九州大学大学院 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、2030 年には 80 億人、2050 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った国もある。そのため、農業への悪影響が懸念されている。一方、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 3 割が含まれており、MAP 法(Magnesium Ammonium Phosphate 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、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)を対象にリンフローの解析を行い、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. 研究方法

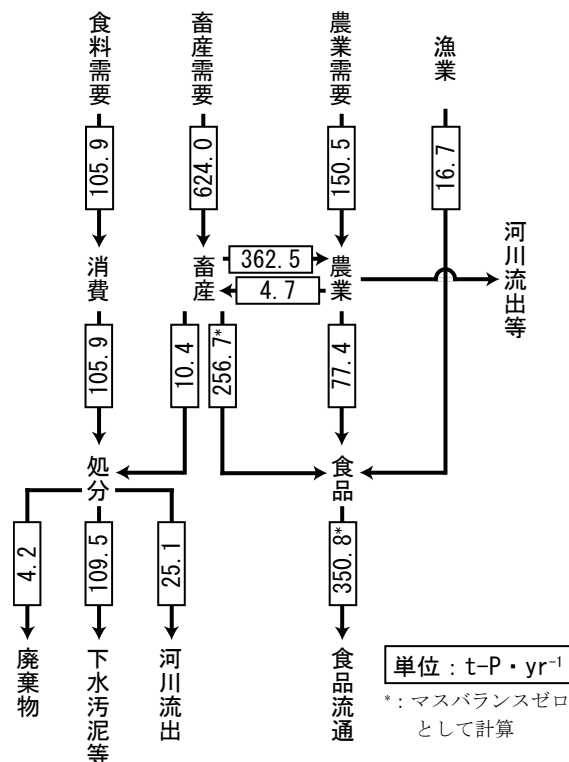
2.1 糸島地域におけるリンフロー解析

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った。時間スケールは 1 年とした。

域内(糸島地域)へのリンの移入方法は、食料需要、漁業、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、漁業部門は域内漁港での水揚げ、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。

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汚泥等、厨芥による廃棄物、農地からの流出による河川流出等の 5 部門とした。

域内には畜産、農業、食品、消費、処分の 5 部門を設けた。

図1 糸島地域におけるリンフロー¹⁾

2.2 下水道システムからのリン回収可能量の検討

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。ここでは、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。さらに、リンに関する農業自給率が減肥によりどの程度まで上昇可能か検討した。

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。リンの移入は 897t-P・yr⁻¹であり、畜産需要がおよそ 7 割を占めていた。また、域内での食料需要は 105.9 t-P・yr⁻¹と食品流通のリン量を下回っており、糸島地域は食料供給地域であると考えられる。畜産、農業間のフローでは、畜産から農業へのリン供給量が

キーワード：リン・下水道・回収・肥料

連絡先：九州大学 工学部 都市環境工学研究室 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 092-802-3423)

362.5t-P・yr⁻¹, 肥料によるリン供給量が 150.5t-P・yr⁻¹と、畜産からの供給量が肥料からの供給量に比べ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。リンの移出では、下水汚泥等によるものが全体のおよそ22%を占めており、下水による移出量が農業需要と同程度であった。しかしながら、下水汚泥は農業資源として有効利用されていない。福岡市では、その90%程度が建設関連の資材として処理されている。

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おり、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%であった²⁾。MAP法による回収量の予測を表1に示す。MAP法による回収を糸島地域に回収率2.9%で適用した場合、2.5t-P・yr⁻¹の回収が見込まれ、糸島地域の農業需要に対するリン回収量の割合(以下SPA)は1.7%となる。次に、消費地である都市部を含めた下水からのリン回収量を検討した。リン回収量は19.9t-P・yr⁻¹となり、SPAは13.2%となった。糸島地域のSPAを100%とするには、回収率をおよそ21.9%まで高める必要がある。

3.2.2 汚泥堆肥化による回収

福岡市では発生した汚泥の堆肥化を行っている。汚泥堆肥化による回収の現状と予測を表2に示す。この堆肥化施設において処理される汚泥は3,253t・yr⁻¹(福岡市内5処理場における発生汚泥の3.6%)であった。これには10.2t-P・yr⁻¹のリンが含まれ、SPAは6.8%であった。堆肥化施設の最大能力で堆肥を生産した場合、それには34.5t-P・yr⁻¹のリンが含まれ、SPAは23%まで上昇する。また、糸島地域のSPAを100%とするには、現在の4.4倍の施設が必要である。この場合必要とされる汚泥量は48,000t・yr⁻¹程度であるが、これは福岡市内で発生する汚泥量の半分程度であり、汚泥の供給は可能である。

3.2.3 減肥に関する検討

糸島地域で10%、30%の減肥を行った場合のリン回収量の予測を表3に示す。10%の減肥を行った場合、水田、畑地、果樹園の合計で15.1t-P・yr⁻¹の削減が、30%の減肥を行った場合、合計40.2t-P・yr⁻¹の削減が期待される。

10%、30%と減肥を行ったうえでMAP法により糸島地域および福岡市から回収した場合のSPAは1.5%、

5.7%とそれぞれ上昇した。SPAを100%とするための回収率も21.9%から19.7%、15.4%に減少した。同じ減肥条件下で汚泥堆肥化法によりリンの回収を行うと、SPAは6.8%から7.5%、9.7%に上昇した。SPAを100%とするために必要な汚泥量も1割減少し、必要な施設能力が4.4倍から3.9倍、3.1倍に減少した。また、減肥には河川などへのリンの排出負荷を直接的に減らす効果も期待できる。

4. 結論

- 1) 農業肥料として必要とされるリン量と下水等として移出されるリン量は同程度である。
- 2) MAP法、汚泥堆肥化法で回収を行う場合、共に都市部には農業需要を満たすポテンシャルがある。
- 3) 農業地域のみでリンを自給せず、例えば、下水道を介して、その周辺の食料消費地域を含めて循環を考えることが重要である。
- 4) 減肥はSPAを向上させ、また水系への負荷削減にもつながることが期待されるため、有効な手段である。

表1 MAP法によるリン回収量の予測

	回収対象地域			
	糸島地域	糸島地域 および福岡市	糸島地域	糸島地域 および福岡市
平均回収率 (%)	2.9	2.9	174.6	21.9
リン回収量 (t-P・yr ⁻¹)	2.5	19.9	150.5	150.5
SPA (%)	1.7	13.2	100	100

表2 汚泥堆肥化法による
リン回収量の現状と予測結果

	現状での回収	施設能力最大 で回収した場合	農業リン自給率を 100%とした場合
汚泥処理量 (t・yr ⁻¹)	3,253	11,000	47,998
汚泥処理量の施設 能力に対する割合 (%)	29.6	100	436
リン回収量 (t-P・yr ⁻¹)	10.2	34.5	150.5
SPA (%)	6.8	22.9	100

表3 減肥によるリン回収量の予測

	減肥なし	10%減肥	30%減肥
MAP法により糸島地域および 福岡市から回収した際のSPA (%)	13.2	14.7	18.9
MAP法により糸島地域および 福岡市から回収しSPAを100% とするために必要なMAP回収率 (%)	21.9	19.7	15.4
汚泥堆肥化により 回収した際のSPA (%)	6.8	7.5	9.7
汚泥堆肥化によりSPAを 100%とするために必要な 施設容量(現状比) (%)	436	393	305

参考文献

- 1) 福岡県企画・地域振興部調査統計課：福岡データウェブ <http://www.pref.fukuoka.lg.jp/dataweb/>
- 2) 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)