下水汚泥および家畜排泄物処理の循環型システムについての研究

筑波大学生命環境科学研究科　中澤洋輔＊

筑波大学生命環境科学研究科　氷鉋揚四郎

1. はじめに

　　日本では温室効果ガスの排出量増加や閉鎖性水域、地下水の窒素汚染といった環境問題が存在している。その原因として大量生産、大量消費、大量廃棄を行う社会システムが自然の浄化能力を越えてしまっていることが挙げられ、循環型の社会に移行していくことが求められている。

　循環型社会の成立にはバイオマスの利用が重要な役割を担う。バイオマスとは、再生産可能な生物由来の有機物資源である1)。これは成長段階で大気中の二酸化炭素を吸収しているため、原理的には燃焼などのエネルギー利用を行っても大気中の二酸化炭素を増やさない。また材料資源としても利用でき、これらの性質が循環型社会の成立に寄与する。

　現在多くの自治体が、その地域で発生するバイオマス資源を有効活用する政策を実施、計画している2)。そこで本研究では計画されているようなバイオマスの利用が、どの程度環境に対して影響するのかを定量的に評価する。

1. 分析の対象

　バイオマス資源は広く、薄く分布しているのに加え、その特性は自然や社会条件によって異なる。

なので特定の地域を対象とする。対象地域は千葉県の印旛沼流域を設定した。流域は県の面積の1割ほどを占めており、畑地も1割ほど占めている。西部は市街地が多く、下水道接続率も8県平均よりも1割以上高い。農業や下水処理から発生するバイオマスが期待できる。この印旛沼は水質汚染が知られている。年々回復しているが未だにCOD（化学的酸素要求量）、全窒素、全リンの項目で環境基準を満たしていない。そこでバイオマスの利用や処理が水質の悪化に寄与しないよう考慮する必要があると考えられる。

　千葉県ではバイオマスの利用についての指針・目標を示している。そこでは県内で利用可能なバイオマスの賦存量や現在の利用率の推計、将来の利用方法が示されている。一方でそのバイオマスの利用による環境への影響が示されていない。そこでバイオマスのエネルギー利用による温室効果ガス削減効果や資源の循環利用をみる必要がある。

　県の指針で対象となっているバイオマスとその利用方法を表1に抜粋する。

この中でもメタン発酵と堆肥化は実績のある技術である。堆肥化は家畜排泄物や下水汚泥などの有機性廃棄物を発酵させ、堆肥を農耕地に再び投入するというもの。そこに含まれる栄養

|  |  |
| --- | --- |
| 資源 | 種類 |
| 家畜排泄物 | 堆肥化、メタン発酵 |
| 生ゴミ | 堆肥化 |
| 食品加工残渣 | 堆肥化、メタン発酵、家畜飼料 |
| 下水汚泥 | 堆肥化、メタン発酵 |
| 野菜未利用部分 | 堆肥化、メタン発酵 |
| 製材残材 | 堆肥化、ガス化 |

表１　対象バイオマスと処理方法

塩が循環利用されることが期待できる。メタン発酵は有機性廃棄物を発酵させメタンを得て、そこから電気や熱を得る技術であり、化石燃料使用料の削減が期待できる。発酵残渣は堆肥化されたり、浄化処理される。しかし、この堆肥は発生量が需要量を上回り、消費されないことがしばしば起こりうることが知られている4)。

余剰の堆肥は農耕地に過剰に施肥され水系汚染の悪化に寄与したり、浄化処理で化石燃料を消費することになってしまう。バイオマスの利用、処理方法で発生する残渣の量は異なる。処理方法別の窒素の排出率を図15)、6)、7)に示す。

このように同じメタン発酵でも方法により排出される量は異なるし、建築資材にする場合なら水系への負担はゼロとなる。そこでバイオマスの利用、処理方法は過剰な堆肥を発生させないよう組み合わせを考える必要がある。

　以上のことから、本研究では印旛沼流域で発生するバイオマスの利用により温室効果ガスがどれだけ削減されるか、堆肥需要を圧迫しないという条件の元推計する。

1. 方法

　文献調査に加えて人口、耕地面積などの社会経済データと発生原単位や堆肥施肥基準などを乗じてバイオマス賦存量と堆肥の受け入れ可能量を推定する。次に社会経済データから現状の環境負荷を推計し、バイオマス賦存量と技術データからバイオマス利用時の環境負荷を推計して比較を行う。

　まずバイオマスの賦存量を図2に示す。ここでは堆肥化の実績の多い資源を抜粋した。バイオマスを全量堆肥化した場合の供給量と流域内耕地に散布できる堆肥量を窒素換算で図3に示す。この図からこの種のバイオマスだけでも受け入れ可能量を越えていることがわかる。これ以外のバイオマスも利用しようとすると多くの堆肥が余剰すると考えられる。やはりバイオマス利用は農地への還元が少なくなる方法も組み合わせて導入することが望ましい。引き続きこの堆肥の受け入れ可能量から導入可能なバイオマス処理量を決めて、環境影響の推定を予定している。

　図1　処理別窒素排出割合

図２　バイオマス賦存量（乾燥重量トン）

図３　窒素換算堆肥の供給可能量、受け入れ可能量

引用

1. 農林水産省（2006）：バイオマス・ニッポン総合戦略、http://www.maff.go.jp/j/biomass/
2. バイオマス・ニッポン総合戦略推進事業：バイオマス情報ヘッドクォーター、http://biomasstown.biomass-hq.jp/
3. 千葉県（2005）：バイオマス総合利活用マスタープラン、http://www.pref.chiba.lg.jp/shigen/keikaku/kankyouseikatsu/biomass-plan.html
4. 松波　邦治（2007循環型社会を見据えた窒素循環のあり方に関する研究、筑波大学大学院環境科学研究科平成19年度修士学位論文
5. 藪　宏典ら（2009）：乾式メタン発酵による有機性廃棄物からのメタン回収、生物工学会誌87（10）、pp481-483
6. 西尾　尚道ら（2009）：脱水余剰汚泥の乾式メタン発酵による減量化及びエネルギー回収、再生と利用32巻、pp47-51
7. 植野　甲史郎（2009）：我国における窒素循環動態と水環境汚染・地球温暖化の関係、筑波大学大学院環境科学研究科平成21年度修士学位論文