

国立群馬工業高等専門学校専攻科 ○大月 伸浩、大森 美香子、青井 透

1 はじめに

近年下水処理施設などの普及により、生活排水処理率は向上しつつあるが、関東地方では上流県の下処理施設は特にN、Pの除去を行っていないため、霞ヶ浦、渡良瀬貯水池などに代表される富栄養化は進行しつつある。この富栄養化防止の対策としては様々な方法が行われているが、このなかで水生植物を利用した窒素やリンなどの栄養塩の除去は、太陽エネルギーと自然水域を利用するため「エコロジーかつエコノミー」な技術である。筆者らはこの技術にウォーターレタスを取り上げ研究を行ってきた。本植物は、水中に $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_x\text{-N}$ が同時に存在する場合 $\text{NH}_4\text{-N}$ を優先的に除去することや、合併処理浄化槽処理水に本植物を用いた連続実験において、除去速度は、N: 10mg/l/day 、P: 2mg/l/day 程度と非常に高い値を示したことを既に報告している¹⁾。本植物は単独株で成長し、ホテイアオイのように枝が絡まないため水域からの回収が容易であるという利点を有しているため、閉鎖性水域の浄化に利用できる可能性が高い。そのためには繁殖した余剰植物を水系から陸上に回収する技術、あわせて回収した植物体の有効利用法の確立が必要である。本研究では実際に本植物を閉鎖性水域に用いて生育させ、回収技術、堆肥化の検討を行ったので報告する。

2 実験内容および方法

2.1 大規模生育実験 本校には長さ約130m、幅最大約60m、総水面積 7850m^2 の農業用ため池（以下、西湖と称する）があり、この池で大規模生育実験を行った。西湖は、本校周辺の市街化が進んだにもかかわらず、市街化調整区域のために下水道がまったく整備されていないため、生活雑排水の流入が著しく水質が悪化しており、池底は降雨時に流入水路の底から巻き上げられ流入した汚濁物がヘドロ状に堆積し嫌氣的分解をしている²⁾（写真-1）。この西湖において水面の一部をフロートフェンス（発砲プラスチック製、表面積 2200m^2 ）で仕切り、別の場所で育成したウォーターレタス（投影面積約 200m^2 ）を移送して成長状況を観察した。実験は1997年7/9～9/3の間に行った。



写真-1 汚濁した校内の農業用ため池

2.2 コンポスト化実験 本校合併浄化槽連続実験プラントで過剰に成長したウォーターレタスを天日乾燥し、写真-2に示す家庭用コンポスト製造機（日立家庭用生ごみ処理機BGD-10型、容量50L、以下装置1と称す）に適宜投入し堆肥化させ、約3ヵ月経過した時点で図-1に示す実験装置（容量10L、以下装置2と称す）へ移して、さらに高温コンポスト化実験を行った。装置1は、4分攪拌：26分換気の30分サイクルで24時

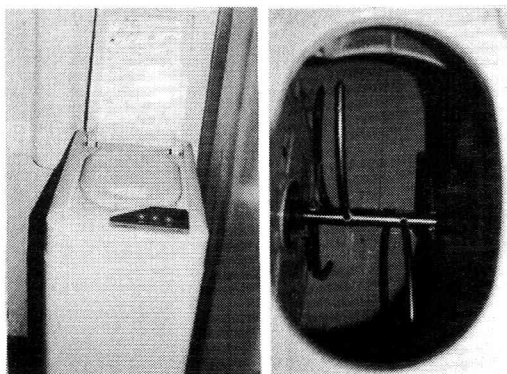


写真-2 家庭用コンポスト機外観及び内部(装置1)

間運転されている。装置2は、反応槽の外壁にビニールホースを巻きつけ一定温度の温水を循環させ反応槽内を加熱した³⁾。なお通気は下部から行い、槽内が均一になるように1日に1回攪拌をおこなった。攪拌の際、堆肥の含水率及び強熱減量、pHの測定を行った。また、実験開始約100時間経過時から乾燥しすぎのため水分をスプレー噴霧で適宜補給した。次にウォーターレタス植物体、装置1により生成された堆肥、装置2の堆肥の組成について検討を行った。対照として下水汚泥堆肥(奥利根有機肥料、(財)群馬県下水道公社奥利根水質浄化センター(群馬県沼田市))との成分比較についても行った。

3 実験結果および考察

3.1 大規模生育実験 大規模生育実験の成長記録を図

-2に示す。水質の一例は全窒素(T-N)1.3mg/l、NOx-N0.3mg/l、NH₄-N0.9mg/lであり、本年度は実験開始から約50日で栽培面積2200m²を覆いつくした(昨年は1500m²の栽培水域を約2週間で覆いつくした)。ウォーターレタスは成長過程でまず横方向に成長してから縦方向に成長していくため比増殖速度の計算値を上回る速度で水面を被覆していくことが確認できた。しかし実験期間中気温もあまり上がらず、また降雨も多かったため、予想以上に水面被覆速度は遅かった(昨年比)。

3.2 コンポスト化実験 回収したウォーターレタス植物体を装置1を用いコンポスト化を行い、その後装置2に移して回分実験を行った。その結果を図-3に示す。pHは時間とともに低下しているが、これは装置2投入後槽内温度が上がったためNH₄-Nが揮散したためであると思われる。装置2投入100時間後に循環水温を60℃に上昇させ水分補給を開始したが、このことによりAshの増加傾向が見られることが分かる。原料ウォーターレタス、装置1により生成された堆肥(製品堆肥1)、装置2により生成された堆肥(製品堆肥2)、および下水汚泥から生成された堆肥、ホテイアオイを原料として生成された堆肥(水生植物(ホテイアオイ)による水質浄化マニュアル(昭63.3月.茨城県)から引用した)の有効成分組成を図-4に示す。窒素(N)、およびリン酸(P₂O₅)についてはどの試料にもあまり変動は見られないが、カリウム(K₂O)についてウォーターレタスおよびウォーターレタスを原料とした製品堆肥1、2において非常に高い値と

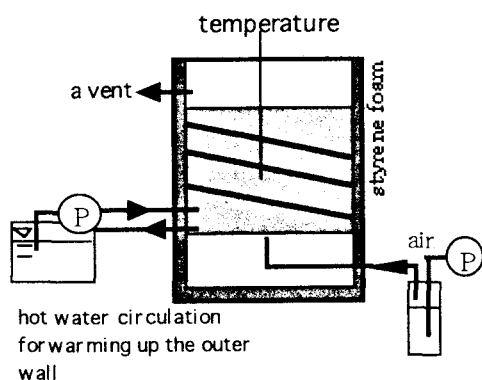


図-1 高温コンポスト実験装置(装置2)

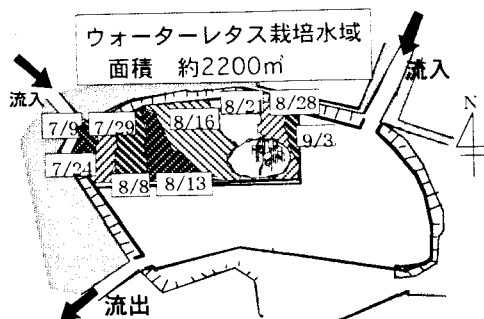


図-2 大規模生育実験 (数字は月/日を表す)

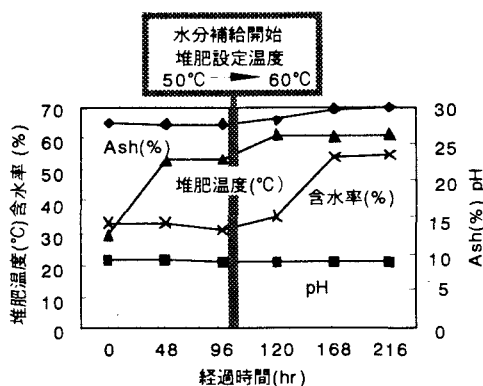


図-3 回分実験による経時変化

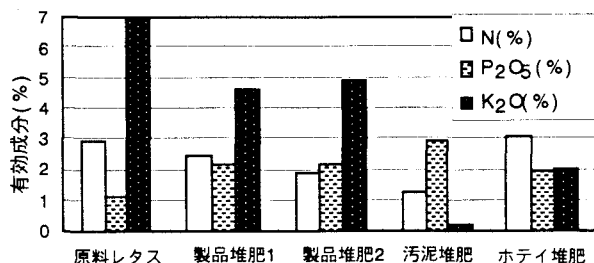


図-4 有効成分組成

なった。このように多くの K_2O を含むウォーターレタスを用いた堆肥と下水汚泥を用いた堆肥を組み合わせることにより、より高品質な堆肥が生成できる可能性があると思われる。

3.3 ウォーターレタスの水面からの回収システム 西湖で生育したウォーターレタスは単独株(最大湿重量は7~800g)で浮遊しているので、ラジコンボートでも回収することが可能である(ソーラーパワーの回収ボートを製作中)である。また水面から地上への引き揚げには150mm巾のアルミニウムチャンネルを利用した簡単なチェーンコンベア(全長6m、自作した)で可能である。図-5に余剰ウォーターレタスの回収システムを示した。

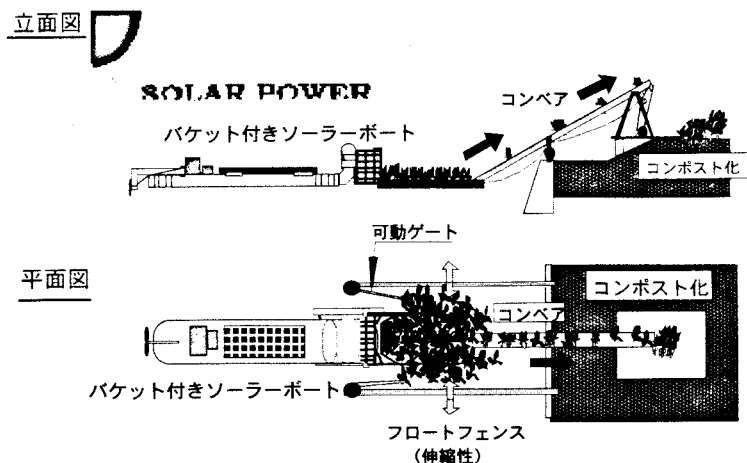


図-5 余剰ウォーターレタスの回収システムフロー

4 まとめ ウォーターレタスの大規模生育実験及びコンポスト化実験より以下のことが分かった。

- (1) 生活雑排水で汚濁したため池での大規模生育実験では、本年度は昨年に比べ降雨が多く気温も低く、流入水質が低かったため、2200m²の栽培面積を覆うまでに約50日かかった。
- (2) ウォーターレタス及びウォーターレタスを用いた堆肥には特異的に大量のカリウム (K_2O)が含まれていることが分かった。
- (3) ウォーターレタスを天日乾燥させれば、ウォーターレタス100%の堆肥が製造できることが分かった。下水汚泥のコンポストと混合すれば、肥料バランスのとれた高品質コンポストが製造可能である。
- (4) ウォーターレタスの水面から陸上への回収は、比較的簡単なシステムで実現可能である。

謝辞：ウォーターレタスの大規模生育実験では、土木工学科5年学生渡辺勇君、及び同科2年生の協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 日田寛、青井透(1996)ウォーターレタスによる環境水浄化の検討、第33回環境工学研究フォーラム講演集、pp39-41
- 2) 山田真義、小野文彦、小池仁、大森美香子、青井透(1997)汚濁した農業用ため池の水質・底泥の直接浄化「環境用水の汚濁とその浄化」第4回シンポジウム講演論文集、pp171-174
- 3) 大月伸浩、青井透(1997)水質浄化に用いたウォーターレタスの堆肥化の検討、第31回日本水環境学会年会講演集、p428