

# 有機性排水のメタン発酵における ORP の挙動

信州大学地域共同研究センター 正 松本 明人  
信州大学工学部 長谷川 大  
信州大学工学部 宮崎 泰英

## 1. 結論

ORP は pH と並んで酸化還元反応を支配する重要な因子である。そして微生物の分布にも大きな影響を及ぼしている。嫌気性処理においても、ORP の高低により酸発酵の形式がプロピオン酸型発酵と酪酸型発酵に変化するという報告もある。そこで本研究では様々な基質を用い、メタン発酵における ORP の挙動を pH や揮発性脂肪酸とともに回分実験にて調べた。そして ORP がメタン発酵に及ぼす影響および運転管理指標としての可能性について検討した。

## 2. 実験方法

実験装置は容積 1L もしくは 2L の嫌気性ケモスタット型反応槽である。反応槽内温度は 35 である。基質をサンプリングポートから、反応槽体積の 1/8 相当量注入し、回分実験をおこなった。基質には炭水化物系の基質としてグルコース(12000mg/L)、可溶性デンプン(12000mg/L)を、タンパク質系の基質としてポリペプトン(12000mg/L)、そしてタンパク質および炭水化物の混合基質としてスキムミルク(10000mg/L)を用いた。スキムミルク以外は栄養塩組成および濃度は同一である。ポリペプトン基質の実験はポリペプトン基質で培養した種汚泥(HRT は 8 日)でおこない、その他の実験はスキムミルクで培養した種汚泥(HRT は 8 日)でおこなった。

## 3. 分析項目

槽内水の pH (ガラス電極法)、ORP (白金電極法)、揮発性脂肪酸濃度 (FID 式ガスクロマトグラフ法)、ガス生成量 (水上置換法)、ガス組成 (TCD 式ガスクロマトグラフ法) を、カッコ内の方法で測定した。

## 4. 実験結果および考察

図 1 に pH の経時変化を示す。ポリペプトンの場合は、基質投入 9 時間後に最低値 pH7.5 を示し、12 時間以降は pH7.6 前後で安定した。スキムミルクの場合は測定時間が短いこともあり、pH は基質投入後、低下するのみで、pH

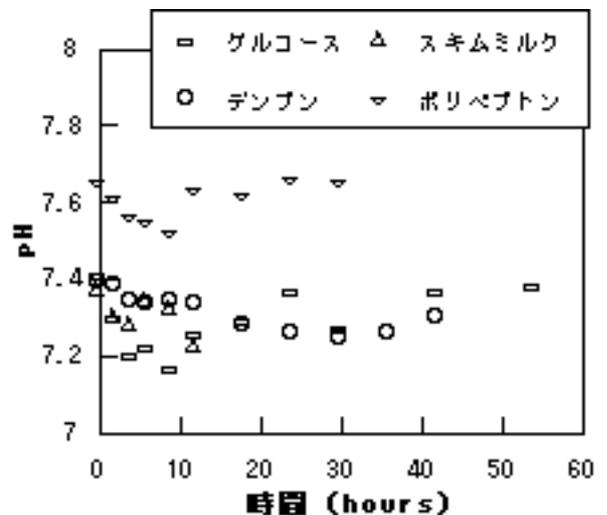


図 1 pH の経時変化

7.2 まで低下した。グルコースの場合は基質投入 9 時間後に pH7.2 を示し、24 時間以降は pH7.4 で安定した。デンプンの場合は基質投入 30 時間後に pH7.2 まで低下したが、その後 pH7.3 まで上昇した。図 2 に ORP の経時変化を示す。ポリペプトンの場合は、基質投入 4 時間後までに ORP は -370mV まで低下したが、その後は上昇し、約 30 時間後には基質投入直前の値である -330mV まで回復した。スキムミルクの場合、6 時間後に -330mV を示し、以降はその値で安定した。グルコースの場合は、基質投入後 4 時間で -300mV まで急激に上昇したが、その 5 時間後には -320mV まで低下し、その後は穏やかに上昇し、54 時間後には -270mV まで増加した。デンプンの場合は基質投入後 6 時間で -270mV までいったん上昇後、減少に転じ 12 時間後に -290mV にな

った．タンパク質系の基質であるポリペプトンが最も低い ORP をとり，デンプンが最も高い ORP をとった．**図 3** に pH と ORP の関係を示す．一般的には pH が高いほど ORP は低い値をとるといわれているが，ポリペプトン基質の場合は逆の傾きの関係であり，スキムミルクやグルコースの場合は pH と ORP の間にはあまりはっきりした傾向は見られなかった．一方，デンプン基質の場合は pH が高いほど ORP は低い値をとるとい傾向であった．なおタンパク質系の基質であるポリペプトンがもっとも低い ORP をとり，デンプンがもっとも高い ORP をとった理由として，pH の影響も考えられる．**図 4** に ORP と酢酸濃度の関係を，**図 5** に ORP とプロピオン酸濃度の関係を示す．酢酸，プロピオン酸とも ORP が低くなるほど濃度が高くなる傾向が見られた．ただし酢酸はグルコース基質のとき，プロピオン酸はグルコース基質およびデンプン基質の場合に，ばらつきが大きかった．これは両基質とも残存揮発性脂肪酸濃度が 50mg/L 以下の低濃度だったデータが多かったためと思われる．一方，**図 3** は示さないが，pH と揮発性脂肪酸濃度の関係を調べたところ，酢酸に関しては，pH が高いほど残存濃度が低くなる傾向がグルコースやポリペプトン基質の場合に見られたが，全体的に明白な関係は見られなかった．

## 5. 結論

ポリペプトン，スキムミルク，デンプン，グルコースを基質に用い，回分実験にて，pH，ORP，揮発性脂肪酸濃度の経時変化を調べたところ，ポリペプトンやスキムミルク基質の場合，ORP と酢酸および ORP とプロピオン酸濃度の間に相関が見られ，ORP は運転管理指標になる可能性が示された．また pH と ORP の関係は基質の種類によって，大きく異なることがわかった．

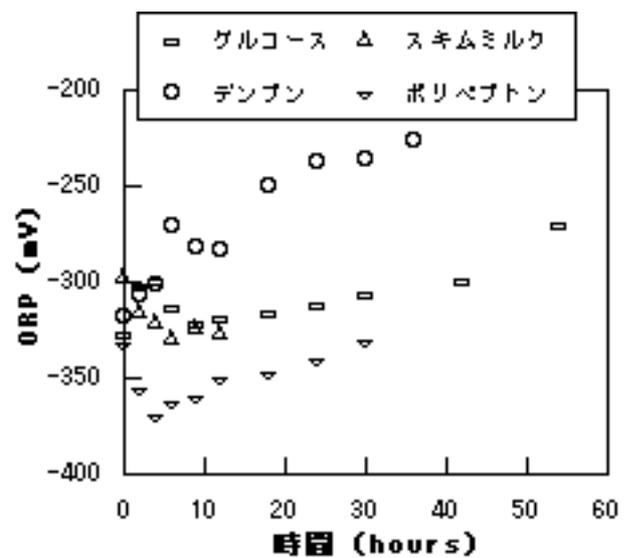


図 2 ORP の経時変化

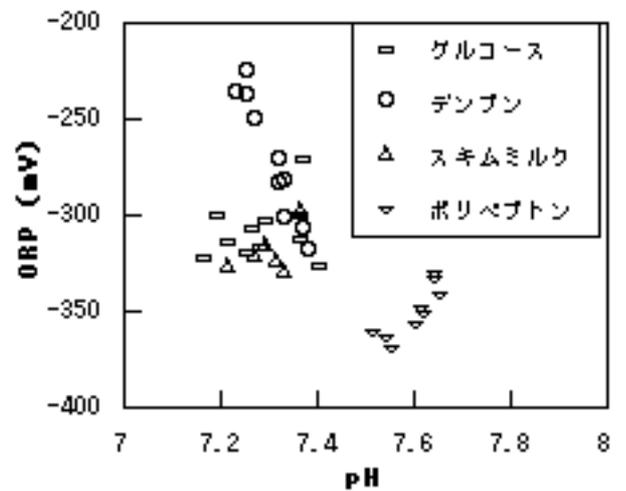


図 3 pH と ORP の関係

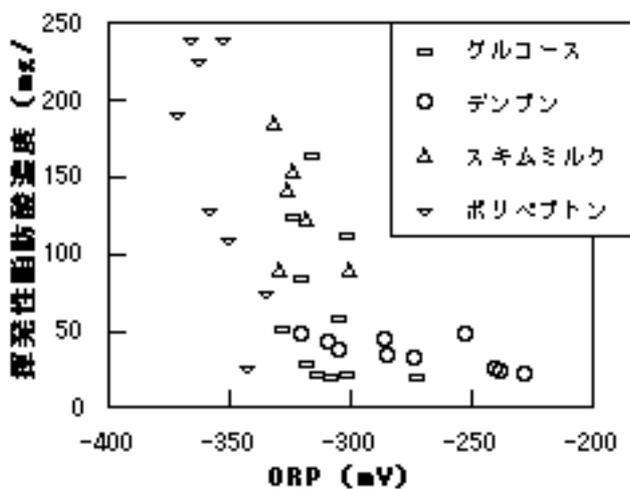


図 4 ORP と酢酸濃度の関係

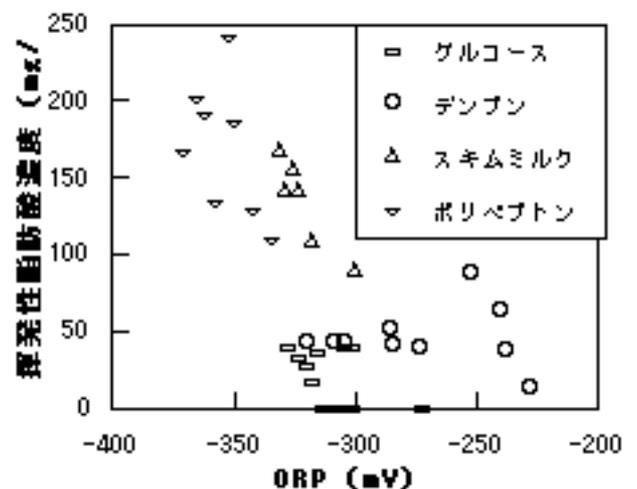


図 5 ORP とプロピオン酸濃度の関係