

嫌気性消化の酸生成相におよぼす基質C/N比の影響について

東北大学 正員 野池達也
同 学生員 ○遠藤銀朗
同 学生員 進藤光司

1. はじめに。二相消化法は、投入有機物の加水分解と揮発酸発酵を行う酸生成相と、その相における生成物をメタンと炭酸ガスに変換し最終的な有機物のガス化を行うメタン生成相とに消化過程を分離し、各々の相に関する微生物群の代謝および増殖等の異なる特性に応じて各相での最適操作を行い、統一的な消化速度の増大を図るものである。しかし、二相消化に関する基礎的研究は未だ十分には行われていない。本研究は酸生成相を分離し、基質C/N比による混合液の性状と、揮発酸発酵、菌体増殖への影響について検討したものである。

2. 実験材料、装置および方法。種汚泥：仙台市南浦生下水処理場の嫌気性消化槽より採取した下水消化汚泥を、下記の合成基質(C/N=7)で滞留時間(HRT)25日の fill and draw方式で4ヶ月間馴養したものを用いた。

投入基質：グルコースを単一炭素源、重炭酸アンモニウムを単一窒素源とし、無機栄養塩類を添加した最小培地を用いた。C/N比7の基質の化学的組成を表-1に示した。この他にC/N比を変化させるため、グルコース濃度を一定にして重炭酸アンモニウム濃度を8510 mg/l (C/N=3), 5235 mg/l (C/N=5), 2935 mg/l (C/N=9)および2403 mg/l (C/N=11)に変化させた基質を用いた。これらの基質のCODは平均11990 mg/l, pHは平均8.26であった。

実験装置：基質の連続投入と、ガス循環による混合液の攪拌および混合液の嫌气的かつ連続的引き抜き可能な混合液容量1.0lの完全混合連続反応槽を用いた。実験装置の概略を図-1に示す。

実験方法：平均滞留時間(SRT)を1.04日(C/N=3), 1.11日(C/N=5), 0.95日(C/N=7), 1.02日(C/N=9)および1.03日(C/N=11)とし、各分析データの定常状態が得られるまで23~31日間にわたって連続実験を行った。実験装置は35℃に保たれた恒温器中に収納し加温した。

3. 実験結果および考察。平均菌体滞留時間(SRT)を約1.0日程度に制限した一連の実験において、CH₄ガス発生量から考えられるメタン菌の活性はかなり小さなもので、実質的に実験消化槽はいずれも酸生成相にあるとみなすことができる。CO₂ガス発生量は酸生成菌の活性を表わすものと考えられるが、基質C/N比の低いところで大きいことが知られる。H₂ガス発生量はC/N比の高いところで大であり、生物学的還元系において水素が十分に利用されていないことを示すものと思われる。(表-2参照)。

図-2に基質C/N比による基質のNH₄-N濃度と混合液のNH₄-N濃度の変化を示した。これによれば炭素源を一定にして窒素源を変化した場合の混合液に残存するNH₄-Nの濃度は、C/N比の増加に伴って減少することが知られ、その減少はC/N比が3~7では大きい。7~11の範囲では小さいことが知られる。またNH₄-Nの利用量に関してはC/N比3において最大であり、5~9においてはほぼ同一で11において最小である。これらのNH₄-Nの挙動は、以下に示すような混合液の諸性状に影響を与えていると考えられる。(データはいずれも定常状態における平均値)

表-1. 連続実験に用いた基質成分

成分	濃度 (mg/l)
グルコース	11700
NH ₄ HCO ₃	3770
K ₂ HPO ₄	125
MgCl ₂ ・6H ₂ O	100
MnSO ₄ ・4H ₂ O	15
CuSO ₄ ・5H ₂ O	5
CoCl ₂ ・6H ₂ O	0.125
FeSO ₄ ・7H ₂ O	25

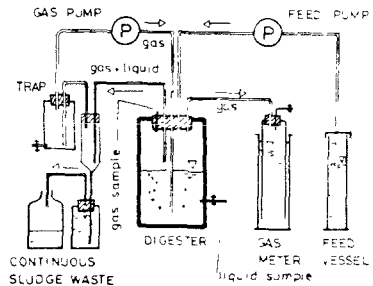


図-1. 連続実験に用いた装置の概略

表-2. 基質C/N比——発生ガス(ml/日)

C/N	3	5	7	9	11
CO ₂	3593	3769	917	2404	518
CH ₄	202	269	86	115	0
H ₂	0	82	29	595	210

図-3に基質C/N比に対するアルカリ度(pH)の変化を示した。この挙動は残存NH₄-N濃度に類似し、図-4に示すよ

うに、 $\text{NH}_4\text{-N}$ とアルカリ度には正の相関があり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度によってアルカリ度が決定されると考えられる。また本実験での pH3 にあけるアルカリ度は、主に揮発酸塩による pH 緩衝能を示すものと考えられ、したがって基質 C/N 比が小さい条件下では残存 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度も高く、下記に示す総揮発酸濃度に関連して、解離揮発酸濃度が增大することが推察される。図-5 に基質 C/N 比に対する pH の変化を示した。この pH の変動もまた基質 C/N 比の条件による残存 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度に連関している様子が示され、大體な変化がみられた。

こ ような基質 C/N 比に対する菌体の増殖活性に關し、図-6 に示されるように MLVSS の増殖は一定の基質 C/N 比範囲 (5~9) で活性化されると考えられる。しかし図-7 に示した混合液の DNA 濃度の変動は MLVSS とは異なり、基質 C/N 比の増大に従ってほぼ単純に減り出す様子を示した。DNA と MLVSS との比から推察して、基質 C/N 比 5~9 においては DNA 含有率の低い菌体が増殖し、お、貯蔵物質の活性部分を多く含んでいるものと思われる。

図-8 に混合液 DNA 濃度に対する総揮発酸 (TVA) 濃度の変化を示した。これによれば、DNA 濃度が 16~21 mg/L の範囲で TVA 濃度は DNA 濃度の増加に伴って直線的に増加しているが、それ以上の DNA 濃度ではほぼ飽和する様子が知られる。よって図-9 に DNA を y 軸にした TVA の比生成速度 (TVA mg/L/DNA mg/L/RTD) を示した。図-8 と図-9 から推察される揮発酸発酵の活性にとりては、基質 C/N 比 5 程度が最適であるように思われる。

次に、発酵させた主な揮発酸成分の濃度を示した。基質 C/N 比 7 では酢酸発酵が中心であり、他の場合は酢酸発酵が中心でその活性は C/N 比の小さい場合に高いことが知られる。こよう、に基質 C/N 比を变化させることによ、発酵型も变化させることができることから、メタン菌による、最も利用されやすい揮発酸の発酵を最大にすることが基質 C/N 比の制御によってなされると思われる。

二、まとめ。本研究より酸生成菌の最適基質 C/N 比は、従来嫌気性消化全体について述べられているのではないし、けよりも小さいことが知られ、嫌気性菌体の C/N 組成比に近く、生下水汚泥や余剰活性汚泥の C/N 組成比の範囲にほぼ一致することが知られた。以上の結果より、pH を一定に制御しない条件下での実験より得られたものであり、今後 pH の変化がこれらの結果にどの程度の影響を与えているのかについて検討する所存である。

(参考文献) 1) Pispel, B.: Advances in W. P. R. 2, (Pharmakon) pp 451~522 (1964), 2) Speece, R. E. et al: Advances in W. P. R. 2, (Regamon) pp 395~320 (1964)

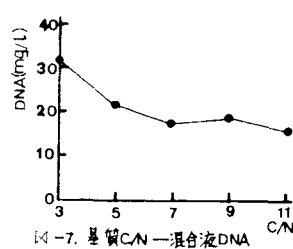
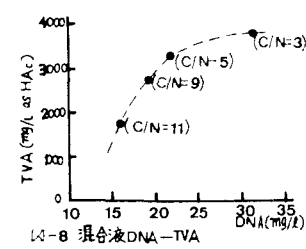
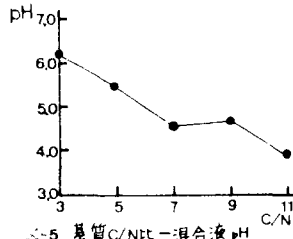
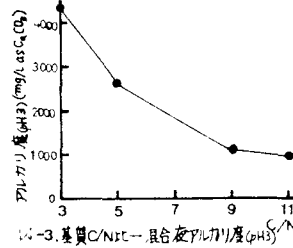
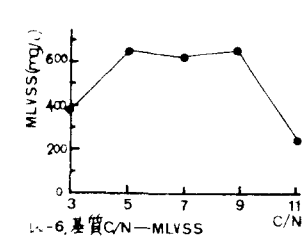
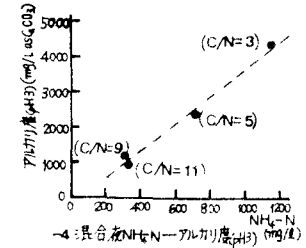
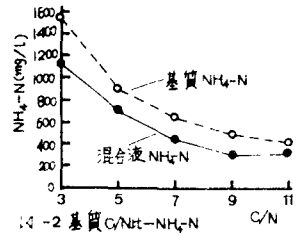


表-3. 基質 C/N 比 — 発酵させた主な揮発酸濃度 (mg/L)

C/N	3	5	7	9	11
HAc	2877	2626	2205	1829	702
HF	112	97	53	53	33
n-HB _u	682	619	2639	564	702
n-HCa	10	91	404	126	10

