

となる。この値は常温で行うばっ気処理⁵⁾では、原尿BODが1万mg/lの時であるが、0.5kg/m³・d(ばっ気槽1m³あたり)に満たないことから考えると非常に大きいことが分かる。また、高温ばっ気処理³⁾では原尿BODが2万mg/lのときで2.3kg/m³・d(ばっ気槽1m³あたり)という事例がある。これとの比較においても本方式における除去BOD負荷量は優っており、カラマツチップろ床のBOD除去の高い効率性を示している。

表2 除去された牛尿BOD負荷量

原尿投入量 (l)	原尿 BOD (mg/l)	投入 BOD 負荷量(g)	1日後BOD (mg/l)	2日後BOD (mg/l)	除去 BOD 負荷量(g/d)
0.5	20,000	10	930	—	9.5
0.6	18,000	11	1,900	—	9.7
0.9	20,000	18	6,000	—	12.6
0.9	20,000	18	—	1,300	9.4

循環周期：0.5h 空気量：1l/min

(3) 循環周期の影響

表3に循環周期を変化させて試験した結果を示す。この結果から、0.5～1.0hの時間が最も効率的にBOD除去が行われている。長い周期では牛尿がろ床に接触する時間が短くなるので除去効率は低下すると予想される。周期0.25hや連続循環ではかえって効率が悪くなるのは、牛尿の循環量が多いためカラマツチップの間隙が常に液で満たされている割合が高まり、カラマツチップ表面の微生物に酸素が供給されづらくなるためではないかと思われる。したがって最適循環周期はろ床の形状などによって変動する可能性がある。

表3 牛尿BOD除去に及ぼす循環周期の影響

循環周期 (h)	1	0.5	0.25	連続循環
1日後 BOD (mg/l)	2,000	1,900	4,400	5,200
除去 BOD 負荷 (g/d)	9.6	9.7	8.2	7.7

原尿 BOD：18,000mg/l 投入量：0.6l 空気量：1l/min¹

3.2.2 カツオエキス溶液 BOD 除去の検討

表4に循環周期を変化させて試験した結果を示す。循環周期の影響は牛尿と同様に現れており、1hの時間が最も効率的にBOD除去が行われ、長周期になるほどBODの低下が遅くなっている。循環周期1hの時のBOD低減量を表1の牛尿と比較すると、1日後ではカツオエキス溶液のほうが大きい。2日後では同程度となっている。ろ床温度の経時変化の様子は図示していないが、牛尿とほぼ同様であった。最高温度に達するまでの時間が牛尿では約1日間であったものがカツオエキス溶液では10～15hと短いことが相異点である。カツオエキスは比較的分子量の低い成分が多いので短時間で微生物

分解が進むためと思われる。表4の周期1hのデータから除去BOD負荷量を求めると、1日目について8.9kg/m³・d、2日間平均で4.7kg/m³・dとなる。

カツオエキス溶液についても非常に高い除去BOD負荷量が得られることが分かったので、余剰汚泥、食品原料煮熟液など高濃度有機性廃液にも本法は有効に利用できるものと思われる。さらに、魚類残滓のように流動性が低いものについても、加水分解処理などによって液状化することによりカツオエキス溶液同様に適用可能と考える。

表4 カツオエキス溶液 BOD 除去に及ぼす循環周期の影響

循環周期 (h)	5	3	2	1
1日後 BOD (mg/l)	7,300	4,700	3,500	2,300
2日後 BOD (mg/l)	3,100	2,200	2,000	1,300

原尿 BOD：20,000mg/l 投入量：1.0l 空気量：1l/min

3.3 臭気物質の除去特性

表5に牛尿についてBOD、揮発性脂肪酸4種、アンモニア性窒素、臭気強度(TON)の処理に伴う経時変化を示す。この結果はカラマツチップの充填量を16lとした試験装置によって得られたものである。

揮発性脂肪酸はふん尿独特の臭いの原因とされており、牧草地散布時の悪臭を低減するためには除去しなければならない物質である。これらは処理時間の経過とともに著しく減少している。一方、アンモニア性窒素については揮発性脂肪酸に比べ、初期濃度も高く経時変化が少ないため4日後でも3000mg/l以上残存している。しかし、官能検査による臭気強度は2日後で1/20に減少している。この時の処理液にはふん尿独特の臭いはほとんどなく、アンモニアの刺激臭のみが感じられた。

同様の結果はメタン発酵処理⁶⁾においても得られており、アンモニア性窒素はむしろ増加し、揮発性脂肪酸は低下している。どちらも悪臭の原因となるが、臭気強度は大きく緩和されている。揮発性脂肪酸は少量でも臭気に与える影響が大きい(閾値が低い)ため、メタン発酵過程での揮発性脂肪酸

表5 臭気物質の除去特性

	原尿	1日後	2日後	3日後	4日後
B O D	21,000	6,800	2,000	560	220
プロピオン酸	590	59	2.9	7.0	5.0
ノルマル酪酸	28	34	3.0	1.9	2.2
イソ吉草酸	440	190	19	2.0	1.1
ノルマル吉草酸	22	0.7	< 0.5	2.2	0.9
アンモニア性窒素	5,400	4,500	4,300	4,100	4,000
臭気強度	40,000	10,000	2,000	1,000	400

単位：mg/l (臭気強度を除く)

の低下により、臭気が低下すると考えられている。メタン発酵後の臭気強度が1万程度であっても散布による悪臭苦情が激減している事例があり、また、従来から悪臭低減効果が認められているばっ気処理⁷⁾においても処理後の臭気強度は数千程度であることから、表5の2日後程度の処理結果であれば散布時の悪臭低減効果が十分期待できると思われる。

4. まとめ

高濃度有機性廃液を断熱保温された木質チップろ床に循環散布し、ろ床下部から通気することにより、有機物や臭気原因物質を効率良くろ床内の好気性微生物によって分解処理する方法について試験検討し、以下の知見を得た。

- 1) BOD約2万mg/lの牛尿、カツオエキス溶液を供試液とした室内試験において、ろ床の温度が約40℃まで上昇し、排気中の二酸化炭素濃度が1%を超えることから、ろ床内では好気性微生物による有機物分解が活発に進むことが確認された。また、処理中の発泡現象は見られなかった。
- 2) 試験装置を断熱保温し、発酵熱によりろ床温度を室温より高くすることによって牛尿のBODは速やかに低減することが分かった。
- 3) 供試液のBODを2万mg/lから1千～2千mg/lまで処理する時の除去BOD負荷は5～6kg/m³・dとなり、従来のばっ気処理法に比べ高効率であることが分かった。

- 4) カツオエキス溶液についても非常に高い除去BOD負荷量が得られることから、牛尿のみでなく余剰汚泥、食品原料煮熟液、さらに魚類残滓も液状化することにより効率よく処理できると思われる。
- 5) 牛尿に含まれる悪臭物質である揮発性脂肪酸は本法により容易に除去され臭気強度が1/20に減少することが分かった。

引用文献

- 1) 森 忠洋・劉 宝鋼・趙 敬淑：高温・好気法による高濃度有機排水処理，化学工業，No.11, pp.52-58, (1993)
- 2) 劉 宝鋼・蔡 惠良・森 忠洋：好気法による豚ふん尿の完全処理，環境工学研究論文集，Vol.31, pp.209-214, (1994)
- 3) 押田敏雄：家畜ふん尿の高水分発熱発酵処理に関する研究，用水廃水ハンドブック，Vol.3, pp.862-875, (1979)
- 4) 森 忠洋：汚泥も水も出ない生物処理は可能か？，用水と廃水，Vol.37 No.10, (1995)
- 5) 三津橋浩行ほか：乳牛糞尿のばっ気処理技術(第1報)，北海道立工業試験場報告，No.296, pp.103-112, (1997)
- 6) 北海道バイオガス研究会監修：酪農ジャーナル臨時増刊号 バイオガスシステムによる家畜ふん尿の有効利用，酪農学園大学エクステンションセンター，48pp., (2002)
- 7) 北海道立根釧農業試験場研究部酪農施設科編：平成10年度酪農施設機械試験成績書，北海道立根釧農業試験場研究部酪農施設科，147pp., (1999)