

排水中の窒素・リン抑制対策

環境管理センター

竹 内 文 章

1. はじめに

児島湾の水質は、湖沼としてはワーストランキングで常に上位にある。児島湖流域における汚濁物質の発生負荷量は、窒素、リンおよび化学的酸素要求量（COD）の何れも生活系の排水が、全体の約55%を占めている。本学津島地区からの排水は、公共用水域である座主川から笹ヶ瀬川を介して児島湖へ流入しているが、決して満足できる結果ではない。これらの汚濁物質は児島湖の富栄養化の原因となるために、新たに全窒素と全リンについても上乘せ基準が適応された。

ここでは、まず上乘せ基準の内容と現状の水質等について述べる。次に大きな排出源である生活排水について、合併浄化槽で、窒素・リンを効率よく除去する方法について検討する。さらに公共下水道への導入の有無に係わらず、各自が必ず注意しなければならない食品関係の排水の負荷とその低減方法について紹介する。

2. 上乘せ基準と現状

「上乘せ排水基準」は、一律排水基準では水質汚濁防止が不十分な地域がある場合、都道府県が条例で更に厳しい基準を定め、一律基準にかえて適用するものである。

表1には、窒素、リンおよびCODに関する主な基準値と水質の現状について示す。平成8年4月1日から岡山大学津島地区では、全窒素および全リンについても上乘せ排水基準が新たに施行された。今までは、全窒素は一律基準で、全リンは県の指導基準の5 mg/lで管理していたが、全窒素は25mg/l、全リン

表1 窒素、リンおよびCODに関する主な基準値と現状

単位：mg/l

	全 窒 素	全 リ ン	C O D
水質汚濁防止法に基づく排水基準	120(60)	16(8)	160(120)
上乘せ基準値（岡山大学津島地区）()内の数値は日間平均値	50(25)	6(3)	50(30)
岡山大学津島地区最終放流水（北・東・西団地）の平均濃度（平成7年度）	15	1.9	10
児島湖流域下水道浄化センターでの処理排出水平均濃度（平成7年度）	3.34	0.03	5.9
児島湖（岡山県）の水質環境基準	1	0.1	5
児島湖（岡山県）の現状水質（平成7年度）	2.4	0.20	12
児島湖（岡山県）の水質目標値（平成7年度）	1.7	0.18	8.8
富栄養化の窒素許容濃度（研究者によって異なるが一般的な値を示す）		0.2	
富栄養化のリン許容濃度（研究者によって異なるが一般的な値を示す）		0.02	

は3 mg/l が許容値となった。この図から岡山大学津島地区最終放流水の平均水質は、いずれも許容値をクリアしているが、全リンは、この値を越えることがしばしばある。全リンについては、これまでも何回か県の指導基準の5 mg/l を越えて注意を受けている。

この基準は本学にとっては、かなり厳しい基準ではあるが、更に厳しい上乗せ排水基準が適応されて遵守している地域も少なくない。図中に示した環境基準や富栄養化が進んでいる児島湖の水質に対して、本学の排出水の現状を考慮すると、汚濁負荷を低減する方法について積極的に検討を進めていくことが必要である。また下水道浄化センターでの排出水の結果から、かなりの高度処理技術が導入されていることが伺える。

3. 対策方法

本学の最終放流水の窒素、リン濃度が高い要因は、水質調査の結果、実験洗浄排水ではなく、合併浄化槽での処理水によるものである。先に示した許容値を越えることが多いために処理技術の検討が急務の課題であり、高度処理設備の設置が必要である。しかし下水道の整備計画もあるために大きな設備投資は困難である。現状では次に述べるように既存の設備での運転方法などの検討を進めているが、排出者の注意と管理者による最適な処理をお願いするしかない状況である。

3-1 断続ばっ気による窒素・リンの抑制

既存の学内全ての合併処理設備では、窒素、リンの処理設備が備えられてないために、従来の連続ばっ気による処理運転条件では、処理水中の全窒素は10~60mg/l 程度、全リンは1~7 mg/l 程度でばらつきも大きい。そこで学生部および一般教育棟（旧教養部）の合併処理設備において、断続（間欠）ばっ気運転による効果を当センターと管理者で調べた。その結果、断続ばっ気運転をすることによって消費電力は低減でき、全窒素は1~3 mg/l 程度、全リンで0.2mg/l 程度まで落とすことが可能なことを確かめた。しかし大学等の処理設備では流入変動が激しいことと流入水のBOD濃度の影響も大きいために安定した処理が困難なことがわかった。特に全リンについては、しばしば上乗せ基準値を越えることもあった。

3-2 凝集剤添加活性汚泥法の検討

処理水に凝集剤を加える凝集沈殿法は、新たに沈殿槽を設けるなどの処理設備の改修が必要である。既存の合併浄化槽の設備を改造することなく、有機物とリンを同時に除去する方法としては、凝集剤をばっ気槽へ添加する凝集剤添加活性汚泥法がある。当センターでは先に述べた断続ばっ気運転と凝集剤としてポリ硫酸第二鉄（日鉄工業（株）製ポリテツ）を添加することを併用する方法について学生部の合併処理施設で検討を進めている。この凝集剤添加によって有機物、リンなどの除去および脱臭、脱色性に効果があり、汚泥の脱水率も低下したという実例がある。

3-3 生物学的検討

活性汚泥中の微生物の生態について、特に窒素およびリン除去の検討をしなければならない。

生物学的脱窒は、アンモニア性窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）をアンモニア酸化細菌の働きで亜硝酸窒素（ $\text{NH}_2\text{-N}$ ）または硝酸窒素（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）にする硝化工程とさらにそれらを脱窒素細菌の働きで窒素ガス（ N_2 ）まで還元する脱窒素工程に分けられる。前者は後者に比べ非常に反応速度が遅く、pH、温度、阻害物質の影響を受けやすく菌の増殖速度も遅いために、アンモニア酸化細菌をいかに増殖させ活性化するかが課題と

なる。当センターでは化学的独立栄養細菌であるアンモニア酸化細菌 *Nitrosomonas* の分離および培養を行い、植え継ぎの際などにばっ気槽に投入するという作業を10年近く続けている。分離を始めた段階では、アンモニア酸化細菌の菌数が極端に少ない施設もあった。この投入量は毎回微量であるが、排水の窒素除去に寄与しているであろう。

生物学的脱リンについては、リンを取り込みやすい細菌 *Acinetobacter* などの増殖が必要である。増殖は3-1で示した断続ばっ気を行うことによって、リン蓄積能力の高い細菌を増殖させることができる。

さらに *Nitrosomonas*, *Acinetobacter* などの有用な微生物を含んだ微生物製剤の投入やそれらの微生物の流出を防ぐための固定化技術は、処理の高度化や余剰汚泥の減量化のために、学内の施設に限らず生物処理全般において重要な課題である。

3-4 食品関係の排水対策

日常の家庭生活から排出される排水量は、年々増加傾向にあるが、1人1日当たり200~300ℓ程度である。その内で家庭の台所からの負荷を少しでも減少させることが第一です。当然学内の食堂などの施設では、その模範を示さなければならない。窒素およびリンは食品に多く含まれる。表2は、食品・調味料および調理からの汚濁負荷量を示したものである。これらの有機物を含め窒素、リンの排出抑制方法についての認識を高めて頂くとともに、つぎの事柄などにご留意頂き、削減に協力して頂くようお願いしたい。なお表3で示した事柄などは、公共下水道の有無に係わらず各家庭で是非守らなければならないことである。本学教職員宿舎の入居者に対しても、これらに関する文書を配って頂いて協力を求めている。

表2 食品・調味料および調理からの汚濁負荷量

食品・調味料および調理などによる発生物	BOD濃度 [mg/ℓ]	窒素濃度 [mg/ℓ]	リン濃度 [mg/ℓ]	捨てる量	BOD [mg]	窒素 [mg]	リン [mg]
砂糖*	450000	-	-	10g	4500	-	-
味噌*	370000	21000	2700	10g	3700	210	27
醤油*	220000	25000	3900	10g	2200	250	39
ソース*	240000	1200	190	10g	2400	12	1.9
ドレッシング*	660000	1500	100	10g	6600	15	1.0
マヨネーズ*	1290000	4400	870	10g	12900	44	8.7
ケチャップ*	1570000	1900	580	10g	16000	19	5.8
お茶	290	15	4	180ml	50	2.7	0.7
コーヒー	5900	350	62	180ml	1100	63	11
缶コーヒー	116000	2400	590	180ml	21000	430	106
牛乳	83000	4900	1340	180ml	14900	880	240
ジュース	110000	420	110	180ml	20000	76	20
スポーツドリンク	46000	50	20	180ml	8300	9	3.6
ウイスキー	160000	130	0	180ml	29000	23	0
ワイン	150000	270	130	180ml	27000	49	23
日本酒	188000	710	103	180ml	34000	128	19
ビール	89000	340	132	180ml	16000	61	24
米のとぎ汁(4合)	2400	29	8	4500ml	10800	130	35
(1回目のとぎ汁)	11100	111	32	700ml	7800	78	22
ラーメンの汁	26000	1180	290	180ml	4700	210	52
味噌汁	37000	-	-	180ml	6700	-	-
コーンクリームスープ	126000	1300	210	180ml	22700	230	38
使用済み天ぷら油	1400000	1400	30	10ml	14000	14	0.3
台所用液体洗剤	200000	3200	10	10ml	20000	32	0.1
排水許容濃度	20	25	3	-	-	-	-

*印の濃度単位は [mg/kg]

●BOD(生物化学的酸素要求量)とは、水中の汚濁物質である有機物を、好気性微生物が分解するのに必要な酸素の量。通常水温20度で5日間に消費する量を mg/ℓ で表し、数値が高いほど汚濁の程度が著しいことを示す。合併処理施設からの放流水の管理目標値は、10mg/ℓ以下である。

●1人1日当たりの水質汚濁負荷(BOD)の発生割合は、43000mg/人/日。その内訳はし尿が13000mg、生活雑排水が30000mgである。生活雑排水のなかで台所から17000mg発生しているという報告がある。

表3 家庭でできる生活排水の汚濁負荷量低減対策例

- (1) 調理くずや食べ残し・飲み残しなどを出さないように工夫しましょう。
- (2) 残飯類や固形物が流しから流れ出ないようにクリーンネットなどをつけましょう。
- (3) 使用済みの天ぷら油などは、排水口には絶対に流さないようにしましょう。
- (4) 汚れのひどい食器類は、ゴムヘラや紙などでふき取ってから洗浄しましょう。
- (5) 洗濯は石けんを適正量使うようにしましょう。合成洗剤の使用はできるだけ避け、もし使用する場合は、必ず無リンのものを使用して下さい。
- (6) 風呂の残り湯は、洗濯、清掃など有効に使いましょう。

4. おわりに

排水中の窒素・リン抑制対策は、大学等の研究機関でも積極的に取り組んでいかなければならない非常に重要で難しい課題である。

公共下水道の有無に限らず生活雑排水による負荷が非常に大きいことを念頭におき、今後も排水の負荷低減対策、廃油石鹼作り、コンポスト化などの運動が盛んになることが必要である。

さらに排水に限らず廃棄物全般について、適正に処理するだけにとどまらず、生産、流通、消費の各段階で廃棄物の発生を抑制し、その再利用・資源化の徹底を図ることを事業所、市民、行政が一体となって管理することが緊急の課題となる。地域および地球環境規模での大きな問題を踏まえて、現在の生活を見直す必要があると思われる。

5. 参考文献

岡山県地域振興部：児島湖環境白書 平成7年版(1995)

須藤，西村：「生活排水対策の意義と重要性」空気調和・衛生工学，68，7，515-525(1994)