

焼却灰の水処理への応用

水質管理課 芳野太郎

1. はじめに

近年、焼却灰の有効利用について調査検討がなされ、横浜市でも焼却灰の建設資材化、園芸資材化が進められているが、焼却灰の水処理への利用という面での検討はみられない。今回室内実験により焼却灰がバルキング抑制に対して顕著な効果を示したので報告する。また、焼却灰のバルキング以外の用途についても言及した。

2. 実験方法

実験は中部処理場の沈後水、エアレーションタンク混合液、および返送汚泥を用いて行った。使用した焼却灰は北部1～3号炉、南部1, 3号炉のもので、TSは99.5%以上あった。実験1, 2はType 021Nによる糸状性バルキング時のものである。

(実験1) エアレーションタンク出口混合液に数種の焼却灰を濃度を変えて添加、攪拌後、SV測定用1Lシリンダーを用いて沈降曲線を求め、沈降性を比較した。また、SV測定後、上澄水のPHおよび透視度を測定した。

(実験2) 3Lビーカーにエアレーションタンク入口混合液1.5Lを加え、北部3号炉の焼却灰を無添加および670mg/l添加したものを3時間エアレーション、攪拌処理を行い、実験1と同様に試験した。

(実験3) 市販のリアクター(容量5L)を用いて南部3号炉および北部2号炉の焼却灰添加による硝化および水処理への影響について調べた。返送汚泥1Lに沈後水2Lを加え、攪拌回転数150rpm, 送気量240ml/minで3～3.5時間処理し、NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, リン, 透視度, PH, CODを測定した。CODとリンはワットマンGF/Bでろ過した試料を用いた。

(実験4) 返送汚泥0.5L, 処理水0.25L, 沈後水0.25LにNO₃-N10mgを加え、これに南部3号炉の焼却灰を添加率0mg/l, 500mg/l, 1000mg/l, 2000mg/lで加え、攪拌混合後、1Lシリンダーに入れて静置、汚泥浮上の様子を観察し、焼却灰が脱窒による汚泥浮上を抑制する効果があるかどうかを調べた。

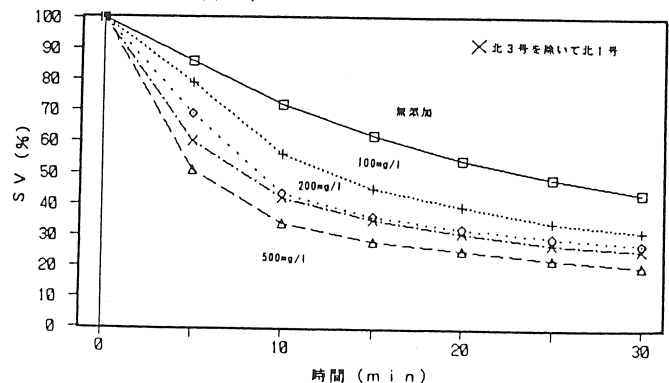
3. 実験結果

(実験1) 実験1の結果を実験1-1～1-3に分けて表-1～3, 図-1～3に示す。焼却灰添加によって汚泥の沈降性が良くなりSVIが低下した。SVIが440と最も高かった実験1-3では、SVIは北部3号炉を除き120～130と無添加の27%～30%に低下した。SVIは添加率が高いほど低下した。号炉による沈降効果の違いについては、実験1-3での北部3号炉が少し劣った点を除くと明確な差が出なかった。石灰系焼却灰である北部1, 2号炉の沈降効果が特に良いという結果も得られなかった。実験1での問題点は、焼却灰を添加すると透視度が低下すること。また石灰系焼却灰を添加すると、灰中のCaOによってPHが上昇する点であった。

表-1 実験1-1

添加率	無添加	北部1号炉			北部3号炉
		100mg/l	200mg/l	500mg/l	200mg/l
PH	6.6	7.4	8.7	9.9	6.6
透視度 (cm)	50 以上	50 以上	46	28	33
SVI ₃₀	330	240	210	150	190
MLSS (mg/l)	1300	-	-	-	-

図-1 実験1-1



(実験2) 結果を表-4、図-4に示す。実験1と同様にSVI低下効果があった。透視度の低下はエアレーションすることによって防げることがわかった。このことから、実施設に焼却灰を添加する場合は、エアレーションタンク入口に添加することが良いのではないかと考えられた。

(実験3) 実験3-1は粒径の大きい粒子が少ないと思われた南部3号炉の焼却灰を用いて、無添加と、1000mg/l、2000mg/l添加で行った。結果を表5、図-5に示す。硝化についてみると、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の経時変化はほとんど同じであり、焼却灰添加によって硝化が阻害されることはなかった。Pは焼却灰を添加したものが高めとなったが、PH、透視度、CODについては三者同様な値が得られ、焼却灰添加による処理水質の低下はみられなかった。また、エアレーション処理後の活性汚泥検鏡では生物活動に差はみられず、焼却灰が生物処理に対して悪影響を与えないことがわかった。実験2、実験3-1での検鏡によって、汚泥中に焼却灰が取り込まれている状態が観察されたことから、焼却灰を添加することによる沈降性向上の主要因は、汚泥の比重の増加にあると考えられた。

実験3-2では北部2号炉の石灰系焼却灰を用いて実験3-1と同様に試験した。添加率は無添加、500mg/l、1000mg/lとした。結果を表6、図6に示す。実験3-1の結果と異なり、無添加に比べて処理に差が出た。1000mg/l添加では焼却灰中のアルカリによって処理終了時でもPHは9.7で、汚泥は決定的なダメージを受け、解体し、生物処理不能となった。処理後の検鏡では、原性動物の活動は停止していた。これに対し500mg/l添加ではPHは、処理開始時8.9から処理終了時7.4まで低下し、ダメージは少なかったが処理水質は、無添加COD9.7mg/lに比べて14mg/lと悪化した。また硝化は抑制された。エアレーション処理することによってPHは低下したが処理水質は悪かった。このことから、石灰系焼却灰はSVIを急激に低下させるような添加量を要するバルキング抑制には適さないことがわかった。

(実験4) 無添加および500mg/l添加では、ほぼ1時間30分後に浮上、1000mg/l添加ではその30分後に浮上した。2000mg/l添加では一部の汚泥は約2時間

表-2 実験1-2

添加率	無添加	北部3号炉		南部3号炉	
		400mg/l	3000mg/l	400mg/l	3000mg/l
PH	6.7	6.8	6.8	6.8	6.9
SVI ₃₀	400	240	110	270	110
MLSS (mg/l)	1340	-	-	-	-

図-2 実験1-2

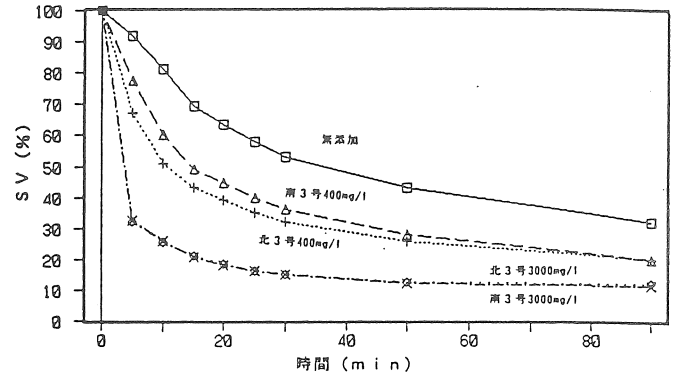


表-3 実験1-3

添加率	無添加	北部2号炉	北部3号炉	南部1号炉	南部3号炉
		1500mg/l	1500mg/l	1500mg/l	1500mg/l
PH	6.5	10.7	6.6	6.8	6.6
SVI ₃₀	440	120	190	130	130
SVI ₆₀	350	77	100	88	86
MLSS (mg/l)	1860	-	-	-	-

図-3 実験1-3

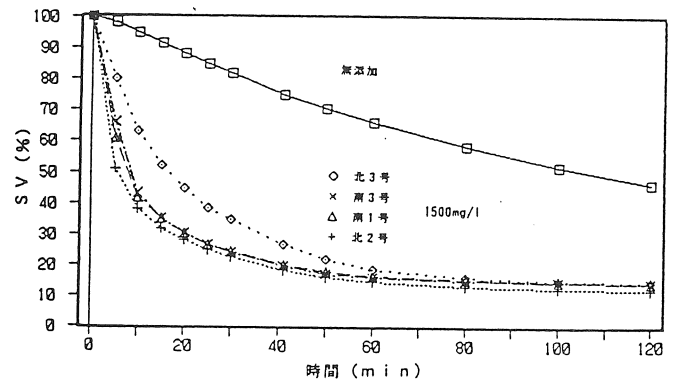
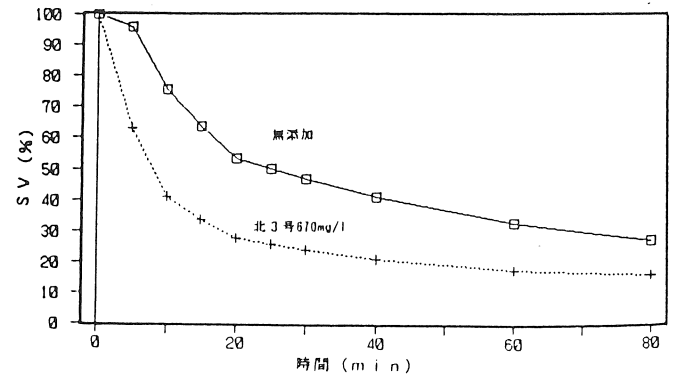


表-4 実験2

添加率	無添加	北3号炉
		670mg/l
PH	6.9	7.0
透視度 (cm)	46	41
SVI ₃₀	340	180
SVI ₆₀	240	130
MLSS (mg/l)	1360	-

図-4 実験2



後に浮上したが、大部分はその後6時間たっても浮上しなかった。汚泥の浮上には、添加量が多くないと効果がなかった。なお、無添加のSSは2500mg/lであった。

4. おわりに

(1) 焼却灰はバルキングに対して即効性があり、SVI低下効果が大きかった。焼却灰の添加量が多いほど沈降性は良くなった。焼却灰の号炉による沈降効果の差は少なかった。焼却灰の沈降効果は活性汚泥中に焼却灰が速やかに取り込まれ、汚泥の比重が増すことが主要因であると考えられた。

(2) 活性汚泥の浮上に対して、実験4の条件では添加量が多くないと効果はなかった。

(3) 実験3より、石灰系焼却灰以外の焼却灰添加による水処理および活性汚泥微生物への悪影響はないと判断された。バルキング抑制に良く用いられている硫酸バンドは、添加量が多いと微生物の活動を阻害し、汚泥の解体を引き起こしたりするが、焼却灰はそのような心配はないと考えられる。

(4) 石灰系焼却灰は、バルキング抑制に効果的な量の添加によって、水処理に悪影響を与えるため、バルキング抑制には適さないことがわかった。しかし、石灰系焼却灰はアルカリとしての作用が強力であるので、硝化によるPHの低下を防ぎ、アルカリ度の補給をする薬剤としての利用は考えられる。

(5) 焼却灰の主成分はSiO₂, Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃で、その他少量の重金属成分等を含んでおり、その溶出が懸念されるが、溶出試験では若干の金属が微量検出されることがある他は検出下限値未満であるので問題はないのではないかとと思われる。

(6) 唯一の多段炉である南部1号炉の焼却灰は大粒子含有量が多く、エアレーションタンク中で沈殿する恐れがあり、添加に適さないと思われた。

(7) 実施設でのバルキングの応急処置としては、焼却灰の添加率を500mg/l以上と多めにし、汚泥が1回転する時間帯に添加することが考えられる。このような操作によって、一定期間の効果が期待される。

(8) カルシウムイオンが活性汚泥の凝集に効果的であるといわれており、焼却灰はカルシウムおよび微生物の微量必要元素を含有するので、焼却灰添加によってPH調整を含めて水処理の安定化が計られるかもしれない。

(9) 上記以外の焼却灰の用途としては、汚泥調整槽での沈降性悪化および汚泥浮上対策への使用が考えられ、特に石灰系焼却灰の腐敗防止効果、H₂S発生抑制効果が期待される。

表-5 実験3-1

添加率	無添加	南部3号炉	
		1000mg/l	2000mg/l
PH	6.9	6.9	6.9
透視度 (cm)	50 ㊦	50 ㊦	50 ㊦
COD (mg/l)	7.5	7.6	7.2
P (mg/l)	0.83	1.0	1.2
SVI ₃₀	110	89	79
MLSS (mg/l)	1880	-	-

図-5 実験3-1

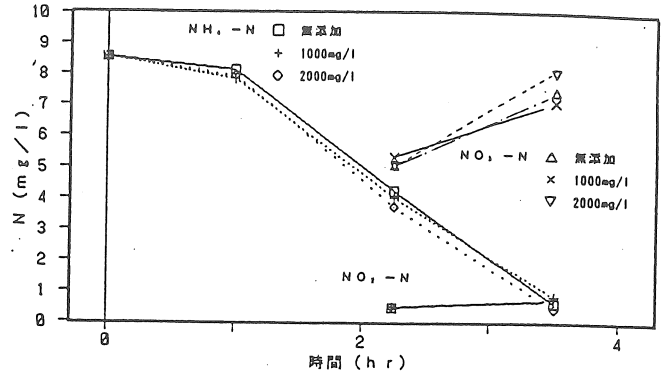


表-6 実験3-2

添加率	無添加	北部2号炉	
		500mg/l	1000mg/l
PH (0時間)	6.7	8.9	10.3
PH (1時間)	6.7	8.7	10.2
PH (2時間)	6.6	8.1	9.9
PH (3時間)	6.6	7.4	9.7
透視度 (cm)	30	15	4.8
COD (mg/l)	9.7	14	80
P (mg/l)	1.0	1.5	2.5
SVI ₃₀	120	99	60
MLSS (mg/l)	1630	-	-

図-6 実験3-2

