

資料

河川水の沈降汚泥の乾燥時における臭気に関する要因実験

篠崎光夫
(環境情報部)

Technical Paper

Tests on the Odor for Drying of River Sedimented Sludge — An Application of Fractional Factorial Design —

Mituo SHINOZAKI
(Environmental Information Division)

キーワード：悪臭，臭気法，河川沈降汚泥，多因子要因実験

1. はじめに

都市近郊の住宅が密集しているところでは、住民からの悪臭に関する苦情は多い。本県で平成5年度に届け出のあった苦情件数は、505件に及び、発生源としてはサービス業と製造業が50%を超えて多いが、畜産農業、下水・用水に関するものも約13%を占めている。¹⁾

悪臭防止法による悪臭物質の規制は、当初5物質であったが、段階的にその数が増加し、現在では20物質になっている。平成6年4月には排水水における基準の導入、さらに、平成7年4月には嗅覚測定法による規制が導入されている。

臭気を感じかたは、他の汚染物質とは異なり人の感覚的な要素も含まれるために、人によってその度合いが異なることがある。また、それぞれの規制物質の濃度が低くても、複合された場合などは、異臭として感じるものである。このようなことから、悪臭の判定には古くから、悪臭の強度法が使われてきた。今回、浄水場での河川の沈降汚泥を天火乾燥をするにあたって、すでに別の実験で利用した²⁾直交表利用の要因実験によって、沈降汚泥の悪臭強度がどのような変化するかを基礎的に検討したので、その手法と結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 実験計画の立案とその理由

沈降汚泥の乾燥に当たって、その条件を基礎的に検討するために、表1のような因子と水準を考えた。

表1 因子と水準

水準	1	2	備考
因子(記号)			
温度(T)	25℃	50℃	
水分(W)	原物	脱水物	原物の水分含量:60% 脱水物の水分含量:45%
栓の有無(S)	無	有	無:開放系 有:密閉系
時間(D)	4時間	24時間	第1回目(実験・1)
	24時間	48時間	第2回目(実験・2)

まず、温度(T)は25℃と50℃とした。乾燥処理中の外気温と汚泥中の微生物活性などを考慮して、25℃は秋、冬、春期を想定し、50℃は夏期を想定した。水分(W)は実験材料の汚泥を原物(水分:60%)と原物を吸引脱水した脱水物(水分:45%)とした。乾燥していく過程での臭気への影響を考慮した。

表2 L16直交表へのわりつけ

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
列名	a	b	a b	c	a c	a c	a b c	b	a b	b d	a b d	c d	a c d	b c d	d a b c
要因	A	B	A B	C	A C	B C	(e)	D	A D	B D	(e)	C D	(e)	(e)	(e)
わりつけ	T	W	T W	S	T S	W S	(e)	D	T D	W D	(e)	S D	(e)	(e)	(e)

注:(e)はerrorとする。

表3 実験に使用した処理の内容

番号	因子と水準				具体的実験処理内容			
	温度(T)	水分(W)	栓(S)	時間(D)	温度	水分	栓	時間(水準)
1	1	1	1	1	25℃	原物	無	1
2	1	1	1	2	25℃	原物	無	2
3	1	1	2	1	25℃	原物	有	1
4	1	1	2	2	25℃	原物	有	2
5	1	2	1	1	25℃	脱水物	無	1
6	1	2	1	2	25℃	脱水物	無	2
7	1	2	2	1	25℃	脱水物	有	1
8	1	2	2	2	25℃	脱水物	有	2
9	2	1	1	1	50℃	原物	無	1
10	2	1	1	2	50℃	原物	無	2
11	2	1	2	1	50℃	原物	有	1
12	2	1	2	2	50℃	原物	有	2
13	2	2	1	1	50℃	脱水物	無	1
14	2	2	1	2	50℃	脱水物	無	2
15	2	2	2	1	50℃	脱水物	有	1
16	2	2	2	2	50℃	脱水物	有	2

乾燥方法として密閉系(脱臭処理装置利用)と開放系(天火乾燥)を考えた。実験では容器に栓(S)の有無で代用した。乾燥時間(D)については、乾燥開始時ほど臭気の強度は強いことを考慮して、4、24、48時間の処理とした。

本実験はこれらの4因子にそれぞれ2水準を設けて、表2のL16直交表にわりつけ、それぞれの因子の主効果と2因子交互作用の検討を試みた。実験に使用した具体的な各処理の内容は表3の通りである。

2.2 実験方法

沈降汚泥を容器重量を秤量した200ml容のコニカル

ピーカーに原物は100g、脱水物は50gを入れ、栓はパラフィルムを利用した。表3により16処理を準備し、8処理づつを25℃、50℃の二つの恒温器内で時間処理を行い、4、24、48時間後に恒温器から取り出し、5人のパネラーにより、臭気強度の判定を表4によって行った。

表4 6段階臭い強度法の区分

臭いの強度	臭いの強さの感じ
0	無臭
1	何の臭いかわからないが、ややかすかに何かを感じる (検知閾値)
2	何の臭いかわかる。らくに感じる弱い臭い (認知閾値)
3	明らかに感じる臭い
4	強い臭い
5	耐えられないほど強い臭い

3. 実験結果

5人のパネラーによる臭気強度の判定結果の平均値を実験1、実験2の結果として表5に示した。

実験データのYatesの計算の値について分散分析を行い、その結果を表6に、具体的なデータを表・7および図1に示した。実験1、実験2のいずれの実験でも、主効果として温度(T)、栓(S)が1%水準で有意であったが、それぞれの因子は2因子交互作用でも有意であることから、本実験では温度(T)x栓(S)について検討をすることが結論を導き出すためには好ましいと考えられた。

主な結果を具体的に述べると以下のように解釈できる。主効果では、(1)温度(T)については、実験1、実験2ともに50℃の方が25℃よりも臭気が強く、臭気度は50℃で2.8~2.9、25℃で1.4~1.5であった。すなわち、50℃では「明らかに感じる臭い」を示しているのに対して、25℃では「検知閾値と認知閾値の間」を示していた。(2)栓(S)では栓有(密閉系)では、時間が経過しても3.0~3.1

で、「明らかに感じる臭い」を示し、栓無(開放系)では、1.1~1.4で、臭気は早い時間から「検知閾値」程度であった。(3)水分(W)の多少と時間(D)の経過による臭気への変化は認められなかった。

表5 実験結果

番号	具体的実験処理内容				臭気強度	
	温度	水分	栓	時間(水準)	実験1	実験2
1	25℃	原物	無	1	1.0	0.6
2	25℃	原物	無	2	0.6	0.6
3	25℃	原物	有	1	2.0	1.9
4	25℃	原物	有	2	1.9	1.6
5	25℃	脱水物	無	1	1.2	1.1
6	25℃	脱水物	無	2	1.1	1.2
7	25℃	脱水物	有	1	2.0	2.0
8	25℃	脱水物	有	2	2.0	1.8
9	50℃	原物	無	1	2.2	1.8
10	50℃	原物	無	2	1.8	2.0
11	50℃	原物	有	1	4.2	4.3
12	50℃	原物	有	2	4.3	4.7
13	50℃	脱水物	無	1	2.1	0.6
14	50℃	脱水物	無	2	0.6	0.5
15	50℃	脱水物	有	1	3.4	4.7
16	50℃	脱水物	有	2	4.7	4.0

表7 主効果と2因子交互作用

実験 効果		実験1		実験2			
		第1水準	第2水準	第1水準	第2水準		
主効果	温度(T)	1.5	2.9	1.4	2.8		
	水分(W)	2.3	2.1	2.2	2.0		
	栓(S)	1.4	3.0	1.1	3.1		
	時間(D)	2.3	2.1	2.1	2.1		
		(l.s.d=0.6)		(l.s.d=0.4)			
2因子交互作用	温度(T) x 栓(S)			温度(T) x 栓(S)			
		栓	無	有	栓	無	有
	温度				温度		
	25℃	1.0	2.0	25℃	0.9	1.8	
	50℃	1.2	4.7	50℃	1.2	4.4	
	(l.s.d=0.8)			(l.s.d=0.6)			
	温度(T) x 水分(W)						
		栓	無	有	栓	無	有
	温度				温度		
	25℃	1.2	1.5	25℃	1.2	1.5	
50℃	3.2	2.5	50℃	3.2	2.5		
(l.s.d=0.6)							

2因子交互作用では、(1)温度(T)x栓(S)で有意であり、実験1、実験2とも温度50℃で栓有の処理は、「耐えられないほどの強い臭い」を示し、温度25℃で栓有の処理は「認知閾値」、温度25℃、温度50℃で栓無の処理はいずれも「検知閾値」であった。(2)実験・2での温度(T)x水分(W)では、温度50℃で原物の処理は、「明らかに感ずる臭い」で、他の3つの処理よりも臭気が強かつ

表6 分散分析結果

要因		自由度	実験1		実験2	
			平方和	分散	平方和	分散
全体		15	22.4990	—	33.1025	—
主効果	温度(T)	1	8.2656	45.3**	8.7025	79.8**
	水分(W)	1	0.0506	<1	0.1600	<2
	栓(S)	1	10.4006	57.0**	17.2225	158.0**
	時間(D)	1	0.0756	<1	0.0225	<1
2因子相互作用	TxW	1	0.3906	2.1	1.2100	11.1*
	TxS	1	1.5006	57.0**	5.0625	46.4**
	TxD	1	0.0006	<1	0.0025	<1
	WxS	1	0.0306	<1	0.0025	<1
	WxD	1	0.0156	<1	0.0900	<1
	SxD	1	0.8556	4.7**	0.0625	<1
誤差(e)		5	0.9130	Ve=0.1826	0.5450	Ve=0.1090
平均値			2.19		2.09	

$F(1:5 \pm 0.01) = 16.3(**)$ $F(1:5 \pm 0.05) = 6.6(*)$ $F(1:5 \pm 0.10) = 4.1(\#)$

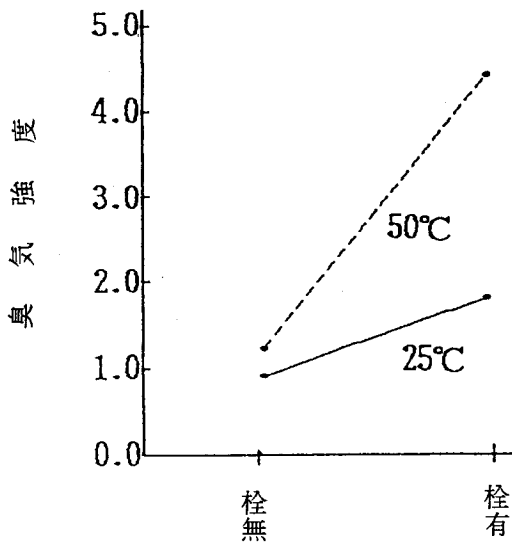


図1 実験2の2因子交互作用の一例(温度 x栓)**

		開始時	終了時	
温度(25°C)	栓無	原物	60	52
		脱水物	45	32
	栓有	原物	60	60
		脱水物	45	45
温度(50°C)	栓無	原物	60	22
		脱水物	45	22
	栓有	原物	60	59
		脱水物	45	43

図2 実験開始時と終了時(48時間後)の水分含量(%)

た。また、図2に示すように、実験終了時(24時間後)の各処理の水分含有率は栓有では実験開始時とあまり変わらず、栓無では温度25°Cで原物が約52%、脱水物が約32%であり、温度50°Cで原物、脱水物ともに約22%であった。

4. まとめ

浄水場での河川水の沈降汚泥を乾燥し、園芸用培養土などに利用する場合、乾燥処理をして水分含量を減少させて、取り扱いを容易にする必要があり、経済的な方法として、天火乾燥が考えられる。しかし、近隣への悪臭の影響が懸念されることから、乾燥時に他の要因によって悪臭強度にどの程度の違いがあるかを、要因実験によって基礎的に検討した。その結果を考慮して次のように整理した。

「沈降汚泥を天火乾燥する場合、処理方法が高温で経過するときには、短時間であっても強い臭気が発生することが予想され、この場合は密閉系で脱臭装置を設置した乾燥処理を行う必要がある。本県で平均気温が25°Cを超えるのは、7月、8月であり、この時期には、悪臭の影響を考えれば、天火乾燥を行うのは好ましくない。天火乾燥は、その量及び乾燥時の堆積方法などにより、乾燥時間に変動があるが、悪臭の影響を大きくしない範囲で実施する場合、夏期を避けて行えば現実的に可能な処理方法の一つとして有用と考えられた。」

参考文献

- 1) 神奈川県：平成6年度 かながわ環境白書(1995)
- 2) 篠崎光夫，蟻川浩一：神奈川県農業総合研究所研究報告，109，93-116(1970)