

散水ろ床における酸素吸収について

東北大学工学部

○長谷川信夫

“ “

本田 善則

“ “

田島 順三

1. 結 言

散水ろ床では、ろ床内を対流する空気中の酸素が汚水に uptake し、さらに生物膜中に生息する好気性微生物により有機物の酸化に利用されると一般に言われている。それ故、ろ床で酸化が十分行なわれるためには酸素の供給の可否が浄化効果に対しての一因子となる。ろ床内を対流する空気は、ろ床内外の湿度差、風、および湿度などによって生じたものである。普通の状態のろ床では、ろ床内外の温度差が 4°C あれば空気の対流速度は $30\text{ cm}^3/\text{min}$ であると報告されており、ろ床内を対流する空気中の酸素は酸化に利用される酸素に比べて非常に多く、一般に20倍程度と言われている。しかし、ろ床の下部は生物膜の脱落などのために対流が十分起ころず一部嫌氣的になっているとも言われている。本実験では、ろ床の状態が良好な場合は勿論のこと、十分な対流がない場合に、ろ床流入水と流出水との溶存酸素量を比べることにより、酸化が十分行なわれるか否かについて検討した。

2. 実験装置および実験方法

実験装置は図-1に示すものを用いた。すなわち、水槽からサイフォンで引き出した汚水を倒立させたロートを用いてろ床に均一に散水させた。ろ床は径 20 cm 、高さ 200 cm の塩化ビニールを用い、ろ材として $3\sim 8\text{ cm}$ の大きさの花崗岩の砕石を使用した。

流入水として、白石市し尿消化槽の脱離液を水道水で適当に希釈したものをを用いた。実験に際して、ろ床の上下を開口にして対流が十分起る状態と、ろ床を気密にしてろ床内外の空気の移動を防止し、ろ床内の空気中の酸素のみによる酸素吸収について調べられるように考慮をほらった。両者の場合について、BOD負荷、散水負荷などにより流出水の溶存酸素の増加量はどのように変動するかについて調べて、酸化との関係について考察を加えた。

3. 実験結果および考察

a). 自然通風を行なわせた場合

散水負荷を $20\text{ m}^3/\text{m}^2\text{日}$ と一定にし、BOD負荷を変動させた場合、ろ床流入水と流出水の溶存酸素を比べたところ図-2に示すような結果がえられた。BOD負荷の小さい時には流入水の溶存酸素量は高いがBOD負荷の増加につれて減少し、 $3\text{ kg}/\text{m}^2\text{日}$ 位では溶存酸素量は零になることがわかる。一方、流出水の溶存酸素量は流入水の溶存酸素量とは無関係にほとんど飽和

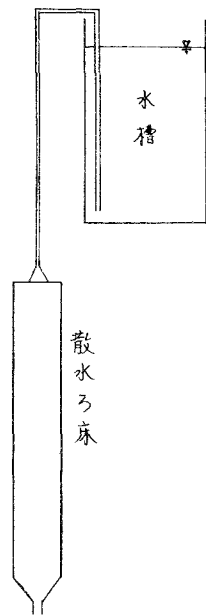


図-1 実験装置

していることが図-2より明らかである。流出水の溶存酸素は自然通風が行なわれている限りにおいて、散水開始後の時間の経過とほとんど無関係にいずれの場合でも、飽和しているかあるいはそれに近い状態を維持している。次に図-3にろ床の深さと共に溶存酸素が増加して行く過程について酸素飽和度で示した場合を示す。ろ床の表面からわずか30 cm下の部分で50%の酸素飽和度を示していることが図-3よりわかり、ろ床における酸素吸収は非常に良好であることが推論される。

実際のろ床では溶存酸素量を増加させるために、次のような工夫をしている。

i). 散水機よりろ床に散水する場合、水を薄層に拡げて空気との接触面積を大きくして、ろ床に入る直前の溶存酸素を増加させている。

ii) 場合により、単純曝気によって流入水の溶存酸素を増加させることがある。それ故、実際のろ床では(し尿消化槽の脱離液を清水で稀釈した場合)ろ床に散水された時の流入水の酸素飽和度は50%以上あるのが普通である。ろ床における淨化効果はろ床の表面より60 cm位下までの間に大部分が行なわれるので、当然、酸素も十分供給される必要があるが、Sawyer が活性汚泥法において混合液中の溶存酸素量が1~2 ppm以上あれば淨化効果は混合液中の溶存酸素量によらずほとんど一定であるとのべていることから散水ろ床においても上述の状態の場合には、酸化を行なうに十分な酸素が供給されていると考えられる。よって、ろ床が自然通風による対流を行なえば、ろ床における酸素吸収は非常に良好で、酸化を十分に行なわせる状態にあると推論された。

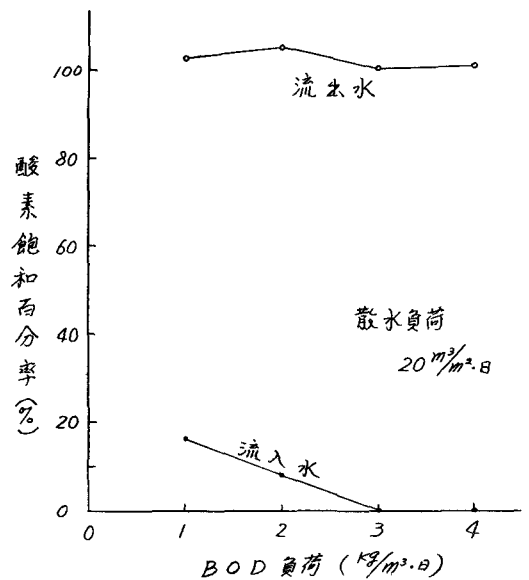


図-2 BOD負荷と酸素飽和度との関係

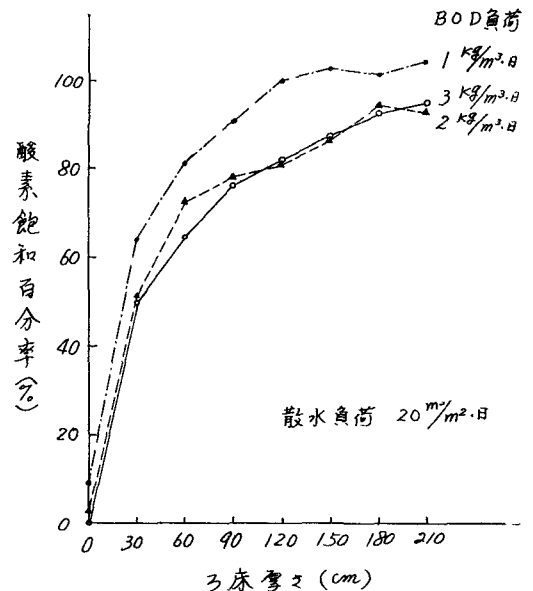


図-3 ろ床厚さと酸素飽和度との関係

6) ろ床を気密にした場合

ろ床の対流が休止した場合、ろ床の下部が生物膜の脱落などのために、酸素の供給が十分でない時を想定して、ろ床を気密にし、ろ床内の空気中の酸素のみによる酸素吸収について実験した。図-4に散水負荷を $20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ と一定にした場合、流出水中の酸素飽和度の時間的な変化を示している。すなわち、BOD負荷が小さいと流入水の酸素飽和度が $10 \sim 20\%$ あるが流出水のそれは時間の経過につれて幾分減少するが、その減少量はわずかで、15時間後でも流出水の酸素飽和度は $60 \sim 70\%$ は確保されることがわかり、酸化を十分行ないうるものと推察される。

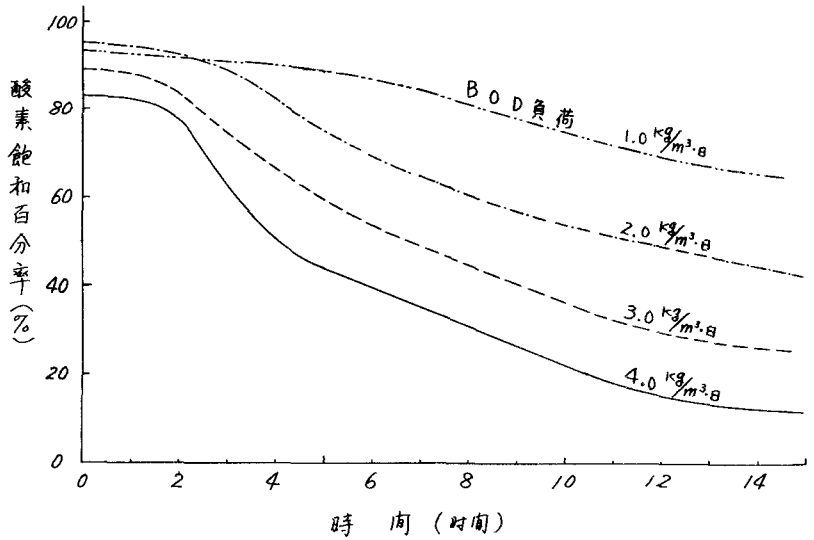


図-4 酸素飽和度の時間的な変化 (散水負荷 $20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$)

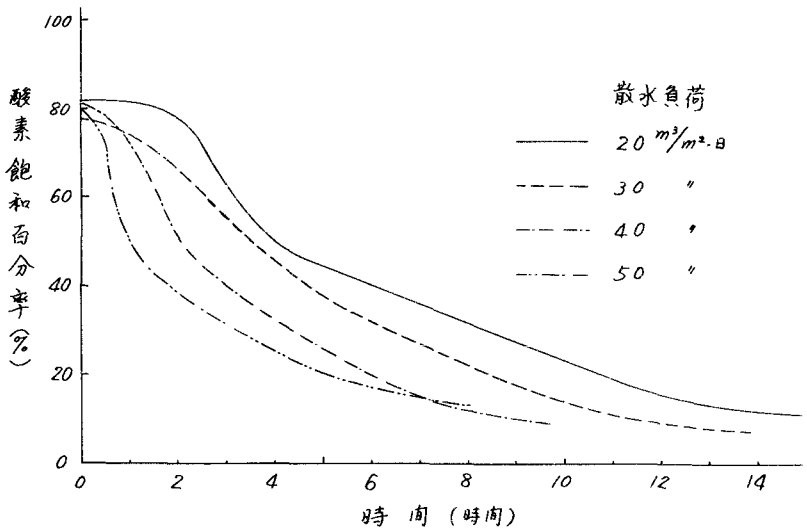


図-5 酸素飽和度の時間的な変化 (BOD負荷 $4 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$)

次に、実際のろ床ではほとんど用いないが、BOD負荷を $4 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ と一定にした場合、流出水中の酸素飽和度の時間的な減少が散水負荷により、どのように変動するかについて調べた結果を図-5に示す。図-5より、散水負荷が増加する程酸素飽和度の時間的な減少速度が大きくなり、短時間で酸素飽和度は 10% に減少することが示されている。この場合でも、散水を良好に行えば流入水の溶存酸素を増加できるので、当然、流出水の溶存酸素も $1 \sim 2 \text{ ppm}$ 以上は確保でき、酸化に必要な酸素を汚水中から生物膜へ移動させることができると予想される。

れる。ろ床を気密にした場合でも、ろ床内の空気中の酸素によって数時間はろ床流水の溶存酸素量はかなり確保できるので、酸化もほぼ良好であろうと推察される。

c) 実際の処理場での酸素吸収

し尿消化槽の脱離液を清水で稀释し、散水ろ床で処理する場合の酸素吸収について調べたところ、表-1に示すような結果がえられた。

サンプリングに当って、ろ床流入水としてろ床上に散水される直前の流入水を採水するようにした。又、各処理場における負荷は幾分差があるが、BOD負荷

では0.5~1.5 kg/m²・日、散水負荷では15~25 m³/m²・日程度であると推察された。

散水方式は大部分が回転ロータリー式であった。なお、表中、備考の欄所に良、不良なと記入しているのは散水状態すなわち散水した時薄層となって拡がる程度を示したものである。表-1より、数例を除いて流入水の溶存酸素は1~2 ppm以上は確保されており、溶存酸素の不足によって酸化が阻害されることはないと思われる。

流出水の溶存酸素は飽和には達していないが、流入水のそれより幾分増大している例が多い。実際の処理場では、実験ろ床におけるような良好な酸素吸収は見られないが、流入水および流出水ともに、酸化を阻害しない程度の溶存酸素を含んでいるものと思われる。

表-1 各処理場における酸素吸収

処理場名	流入水		流出水		備考
	溶存酸素	飽和度	溶存酸素	飽和度	
A	1.38	16.9	1.66	20.6	不良
B	0.55	6.3	0.55	6.6	不良(固液)
C	5.05	56.6	6.35	71.2	良
D	1.66	17.7	3.87	40.6	良
E	6.90	61.1	7.49	66.3	良(前曝気)
F	7.73	61.1	8.28	63.9	良
G	9.66	80.4	12.20	97.7	良
H	2.54	22.6	5.81	52.4	良
I	10.65	82.0	11.04	86.2	良
J	1.89	15.9	8.38	70.4	良
K ₁	0.41	5.9	2.45	30.9	不良
K ₂	5.63	50.8	4.68	42.3	良
K ₃	4.62	42.8	4.02	37.2	良
K ₄	5.63	49.8	3.73	33.0	良

3. 総括および結論

散水ろ床の酸素吸収特性について、実験ろ床を用いて調べ、さらに実際の散水ろ床について調査を行った。本実験が次のようなことが結論として考えられた。

- i). ろ床内に良好な通気がある場合、酸素吸収は非常に良好であろうと推察された。
- ii). ろ床を気密にした場合の酸素吸収は時間と共に減少するが、負荷が小さいと10時間以上でも、かなりの酸素吸収があると思われる。
- iii). 実際の処理場では、流入水および流出水ともにかなりの溶存酸素が含まれていると推察された。しかしながら、酸素吸収はあまり良好とは言えないようである。