

転炉スラグに付着した生物膜の浄化機能特性

九州大学大学院 学生会員 ○原田智彦
同 上 正会員 大石京子
同 上 フェロー 楠田哲也

1.はじめに

本研究の目的は、製鉄過程で発生する転炉スラグ（以下スラグ）を水域における生物付着担体として利用するために、その特性や効果的な設置方法について検討するものである。これまでに、スラグの溶出特性や生物膜の付着の可能性について検討した¹⁾。その結果、スラグは可溶性のアルカリ成分に富み、水中で長期間にわたって溶出するため、スラグ表面近傍のpHは10以上になること、それにも関わらず、スラグには水域に存在する砂礫より高密度に生物を集積することが認められた¹⁾。したがって、転炉スラグは脱アルカリ処理しなくとも生物膜担体として充分利用できるものと考えられる。

本研究では、スラグに集積した微生物の浄化機能のひとつとして、農薬分解特性について検討した。

2.実験方法

農薬の分解特性：粒径を1.2～1.7mmに調整したスラグをステンレス製の籠に入れ、感潮域の河床に設置した。対照としてスラグと同サイズに調整した砂を使用した。これらを約2週間後に回収し、蒸留水で数回洗浄した後、これら担体への微生物の集積状態を脱水素酵素活性で測定した。洗浄した担体をそれぞれ2グループに分けた。一方はそのスラグと砂をそれぞれ20g（乾燥質量）をバイアルに取り、1%のペプトン水を50mlを加えた後、オートクレーブで滅菌した。他方はバイアルにペプトン水を入れてオートクレーブで滅菌した後、担体を加えた。これらすべてに各種農薬をそれぞれ個別に3mg/lになるように加え、20℃で好氣的かつ暗条件下で振蕩培養した。5日後と10日後に残留農薬の濃度を測定した。残留農薬の濃度は北森らの方法²⁾に従い、n-ヘキサンで抽出した後、GC/MSで測定した。使用した農薬はTPN、CAT、ベンチオカーブ、TCTP、ブタクロール、クロメトキシニルの6種類である。すべての系列において、各4本づつ測定し、結果はその平均値とした。

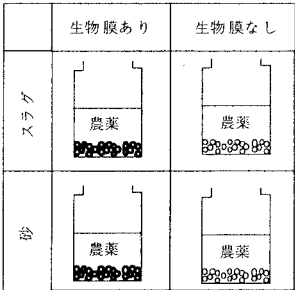


図1 農薬の分解特性を調べるための実験条件

3.実験結果および考察

河川に設置し約2週間後に回収したスラグと砂の脱水素酵素活性はそれぞれ37.4と17.2 μ gINF/gであり、これまでの結果¹⁾と同様の傾向を示した。これに各種の農薬を添加して10日後培養した結果、表2に示すようにその活性は低下しており、ここで使用した農薬はすべて付着微生物の基質ではなく増殖阻害剤として働いていると考えられる。脱水素酵素活性の低下は、砂より特にスラグにおいて顕著であった。その理由として、やはりpHの影響が考えられる。河川では常に流れがあるためスラグ表面から

表1 実験終了時のバイアル内のpH

pH	砂		転炉スラグ	
	滅菌処理	未処理	滅菌処理	未処理
	7.8	7.3	11.2	10.2

表2 実験終了時のバイアル内の脱水素酵素活性(μ gINF/g)

	砂		転炉スラグ	
	滅菌処理	未処理	滅菌処理	未処理
TPN	ND	8.2	ND	5.2
CAT	ND	7.5	ND	6.2
ベンチオカーブ	ND	9.6	ND	5.4
TCTP	ND	11.2	ND	7.3
ブタクロール	ND	9.1	ND	4.9
クロメトキシニル	ND	11.8	ND	5.5

溶出してくるアルカリ成分の影響は小さく、表面の凹凸が多いスラグは生物保持能が高いと考えられる。一方、バイアル内では時間の経過とともにアルカリ成分が集積してpHは10以上に上昇したため集積する生物はある程度高アルカリ条件の選択を受けたと考えられる。

図2に各種農薬を添加して5日目の分解率を示す。表3に使用した農薬の物理化学的な分解特性²⁾を示す。始めの5日間でTPNは滅菌処理した砂を除きほぼ100%の分解、TCTPは80%以上、ブタクロールは滅菌処理した砂を除き40%程度、クロメトキシニルは90%程度の分解率を示した。ベンチオカーブとCATはほとんど分解されなかった。TPN、TCTP、ブタクロール、クロメトキシニルの分解率は滅菌処理の方がやや少ないもののほぼ同じ程度であり、また表2より滅菌処理した試料に脱水素酵素活性が認められなかったことから、減少分が生分解による可能性は極めて小さい。これらの結果は砂、スラグとも同じであり、たとえば附着微生物による分解があったとしても両者に附着する微生物のこれらの農薬分解特性に差はないと考えられる。減少分が担体への吸着か化学的分解かは本実験からは分からない。文献から²⁾化学的に分解され難いと考えられる農薬を選択したが、アセトンに溶解して保存している標準農薬の濃度が時間の経過とともに低下していたことから、物理学的吸着と合わせ、化学的分解が起こったことも十分考えられる。

スラグの滅菌処理にオートクレーブを使用したため、アルカリ成分の溶出が促進され、未処理の場合より高いpHを示した(表1)。TPNはpHが高いと分解されやすい性質があるので(表3)、滅菌処理した転炉スラグも分解が進んでいる。TPNを除き、各農薬の非生物学的な分解へのpHの影響は小さいと考えられる。

4. まとめ

水域において転炉スラグに集積した微生物の浄化機能のひとつとして、農薬分解特性について検討した。使用した農薬は、TPN、CAT、ベンチオカーブ、TCTP、ブタクロール、クロメトキシニルの6種類である。CATとベンチオカーブは生物学的にも非生物学的にも分解されなかった。TPN、TCTP、クロメトキシニルは5日目ではほぼ100%分解されたが、ほとんど非生物学的な分解であった。ブタクロールは5日目で50%程度の分解率であった。

参考文献

1) 堂蘭洋昭、大石京子、楠田哲也：転炉スラグの生物膜附着型担体としての利用に関する基礎的研究、土木学会学術年次講演会講演集第7部、pp98-99,1998。
2) 北森成治、石黒靖尚、大野健治、鳥羽峰樹、田中義人、近藤絃之：農薬の水環境における分解に及ぼす物理化学的・生物学的因子の影響、用水と廃水、Vol.34,pp13-20,1992。

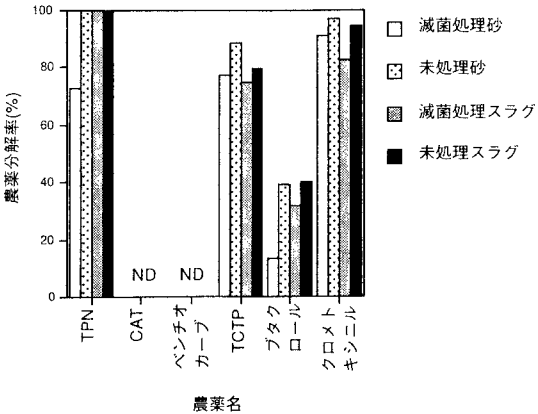


図2 各種農薬を添加してから5日目の分解率

表3 物理化学的条件および塩素処理に伴う30日後の農薬残留率。北森らの文献²⁾から抜粋。
空白：90～100(%)、△：70～90、●：50～70、○：10～50、◎：0～10

農薬名	pH			温度			光		塩素量(mg/l)					
	pH5	pH7	pH9	4℃	20℃	30℃	暗室	太陽光	蛍光灯	2	5	10	20	50
TPN			●									△	○	◎
ベンチ オカー ブ										○	◎	◎	◎	◎
クロメ トキシ ニル								○	△					●
シマジン						△								
TCTP						△					△	△	△	—
ブタク ロール														