

II - 105

生物活性炭における生物膜の付着量の違いが物理吸着作用に及ぼす影響

㈱小島製作所 正員 ○斎藤幸孝
福島工業高専 正員 原田正光

1. はじめに

生物活性炭処理は、活性炭の物理吸着作用と付着生物膜による生物分解作用により汚濁物質を除去するものである。生物活性炭の生物膜の付着は、基質濃度や水温、処理条件により異なるが長期間の運転では活性炭の表面が生物膜で覆われることになる。この生物膜は、活性炭外部の液層と活性炭内部の吸着サイトの間に位置することから、活性炭内部の有機物拡散に大きく影響を及ぼす。これは、生物活性炭の処理効率の向上や技術開発を行ううえで大変重要である。しかし、生物膜を含めた活性炭の物理吸着作用に関しては不明な点が多い。筆者は、生物活性炭の処理効率の向上を図る目的で、活性炭と付着微生物の相互作用に関する研究を室内連続実験器を用いて行ってきた。今回は、生物活性炭の付着生物膜量の違いが、活性炭の物理吸着作用に及ぼす影響について若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

水質浄化の実験装置は、直径10cm、長さ70cmの透明塩化ビニール管に、ろ層厚が50cmになるようにヤシガラ粒状活性炭を充填した。ろ層には10cm間隔に採水口を設けた。また、損失水頭を調べるため、5cm間隔でマンメーターを設置した。これに水道原水に用いる河川水を対象として、合併処理浄化槽処理水をCOD_{Mn}濃度で5mg/ℓになるように水道水で希釈したものを原水として通水した。流量は36ml/minに調整した。そして、実験開始後定期的に原水と処理水、及びろ層内のCOD_{Mn}濃度、E₂₆₀、アンモニア性窒素濃度について調べた。また、付着生物膜量の違いによる影響を調べるため、水質浄化実験装置の、ろ層表面の活性炭を採取して、生物膜が付着した活性炭（以下、BACとする）と、これを18W、5分の超音波処理により付着生物膜を剥離した活性炭（以下、TACとする）、及び新炭（以下、NACとする）のヨウ素吸着能を調べた。そして、付着生物膜量の違いが活性炭の物理吸着作用に及ぼす影響についての検討を行った。ヨウ素吸着能は固定炭素1g当たりのヨウ素吸着量で評価した。尚、ヨウ素濃度はJIS K-1474に、固定炭素量はJIS M-8812に準拠して行った。付着生物膜量については、走査電子顕微鏡（以下、SEMとする）により調べた。

3. 結果及び考察

3-1. 水質浄化能

アンモニア性窒素濃度は、実験開始後10日目から処理水の値が徐々に低下し、32日目以後は処理水とろ層10cmまでのところが90%以上の除去率であった。これにより、実験開始後32日目以後はろ層10cmまでのところで、アンモニア性窒素が生物分解作用により除去しきれていたことがわかった。E₂₆₀は、実験期間中の処理水の除去率が90%程度であり、その除去の殆どがろ層10cmまでのところで行われていた。しかし、その除去量は、時間の経過とともに低下していたことから、ろ層内での除去は徐々に下層でも行われるようになることがわかった。ろ層表面の活性炭のSEM観察では、実験開始後6日目までは活性炭表面に細菌が多く付着しており、15日目以後は細菌よりも生物膜が多く付着していた。これらのことから、活性炭の微生物の付着量が増加するにつれてアンモニア性窒素の除去能は高くなるが、E₂₆₀は除去しきれなくなる傾向があることがわかった。従って、水質浄化能においては、生物活性炭の付着生物膜量の違いは、汚濁物質の除去性能に違いが生じることがわかった。

3-2. 付着生物膜量の違いが物理吸着能に及ぼす影響

生物膜の付着量については、SEMによるBAC表面をFig. 1に、TAC表面をFig. 2にそれぞれ示した。これによるとBAC表面は多量の生物膜が付着しているが、TAC表面では生物膜が殆ど付着していないことがわかった。これらの活性炭とNACのヨウ素吸着量の経時変化をFig. 3に示した。これによると、NACの吸着量は、吸着開始後20分までは急激に増加しているが、その後は徐々に少なくな

り50分以後は吸着飽和になっていることがわかる。これは、吸着開始後20分までは、活性炭内部と外部で濃度勾配が大きく、かつ拡散抵抗が少なかったことによりヨウ素の細孔内拡散が容易であったが、その後は、吸着量の増加にともない活性炭内の濃度勾配が小さくなり、かつ吸着したヨウ素の影響を受け、細孔内の表面拡散速度が低下したことが考えられた。また、TACとBACは、吸着開始後30分まではNACよりも吸着量が極端に少なく、40分後で一時的に吸着量が増加する傾向が見られる程度であった。また、TACはBACよりも吸着量が多かった。TACとBACがNACよりも吸着量が少なかったことについては、TACとBACは吸着開始後30分までは、水質浄化実験により既に細孔表面に有機物が吸着していたことから、これにより細孔内の表面拡散速度が低下して、活性炭内のヨウ素濃度勾配が小さくなり、吸着量が少なくなったものと考えられた。また、40分後の一時的な吸着量の増加については、この時点での細孔内表面は、有機物よりもヨウ素の分子層が細孔内表面に多く形成されていたことにより、ヨウ素の細孔内表面拡散が容易に行われていたことが考えられた。TACとBACの吸着量の違いについては、生物膜内の有機物拡散は微生物の有機物分解能に依存するが、ヨウ素は微生物による膜内での分解が困難であることから、生物膜内のヨウ素拡散速度は、生物膜の外部と内部の濃度勾配に依存することが考えられる。また、活性炭は内部に大きな表面積を持っていることから、生物膜よりも濃度勾配が大きいことが考えられる。これにより生物活性炭においては、付着生物膜よりも活性炭のほうが拡散速度が速いことが考えられる。従って、活性炭の付着生物膜量が少なかったTACは、BACよりも活性炭の濃度勾配が強く働き、ヨウ素吸着量が多くなったものと考えられた。また、この吸着量の違いは時間の経過とともに大きくなっていた。

これらのことから、今回の実験では、生物活性炭における付着生物膜量の違いは、生物活性炭内の拡散速度に影響を及ぼし、吸着速度や吸着量に違いが生じることと、その違いは、濃度勾配が小さいほど大きくなることがわかった。

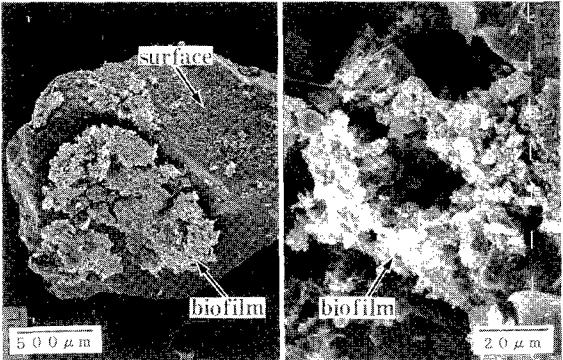


Fig.1 SEM photograph of surface structure of BAC

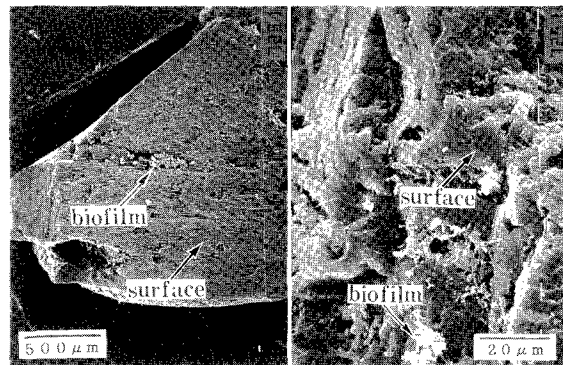


Fig.2 SEM photograph of surface structure of TAC

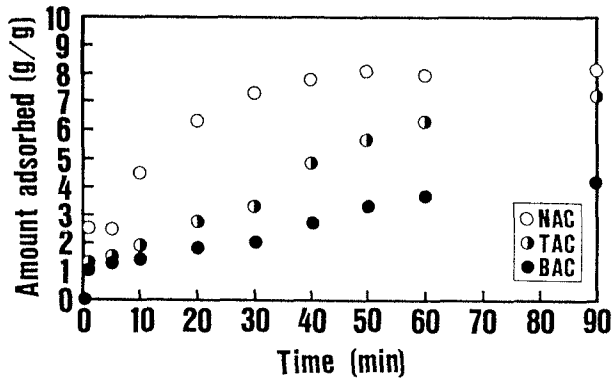


Fig.3 Adsorption of Iodine