

## 土壌流亡に伴う濁水のフィルター材による処理と効果

田熊勝利\*・安田 裕\*\*

平成11年6月25日受付

\*鳥取大学農学部生存環境学講座, \*\*筑波大学農林工学系

### Treatment of Muddy Water Due to Soil Loss with Filter Materials and Effects of Them

Katsutoshi Takuma\*, Hiroshi Yasuda\*\*

\*Department of Environmental Engineering, Faculty of Agriculture, Tottori University, Tottori 680-8553, Japan

\*\*Institute of Agricultural and Forest Engineering University of Tsukuba, Tsukuba 305-8572, Japan

Nature is destroyed by disordered development of cities and farmland. The land deprived of vegetable causes soil loss and degradation. And, the muddy water generated from that land brings about secondary environmental destruction such as water pollution in the downstream basin. This paper examines the treatment effects of artificial filter materials and water purification materials on the improvement of the muddy water generated from land development activities. Suspended solids can be removed fairly well by the combination of artificial filters in various modes. However, the clogged conditions of gaps become a trouble to artificial filter materials. It has been proved that combinations of water purification materials and artificial filter materials have sufficient treatment effects on the purification of muddy water. Furthermore, it is considered that muddy water can be treated more effectively by the combination of these materials with existing facilities such as a settling basin.

(Received 25 June 1999)

*Key word: artificial filter material, muddy water, soil loss, suspended solid,  
water purification material*

#### 緒 言

今日21世紀を迎えるにあたり、世界的な人口の増加に伴う食料不足が指摘され、土地の乱開発に伴う砂漠化が、そしてこのことにより生態系の破壊が懸念される。また一方、土地の乱開発は自然の生態系を壊し、土壌流亡を引き起こすことも予想され、ますます砂漠化の進行を促すことになる。また土壌流亡は下流域に対し広範囲な自然生態環境に影響を及ぼすことが指摘されている。

このように自然生態系の破壊は不健全な都市・農地の開発によっても発生する。これらの開発により植生が奪われた土地は土壌流亡や崩壊を引き起こすことになる。そして、その土地から生じる土砂濁水は下流域へ水質汚染などの二次的な環境破壊を生じる。

本研究では土地の開発行為により発生する土砂濁水の改善に対し、人工フィルター材と水質浄化材の処理効果について検討を加えた。そして、発生する土砂濁水を薬品処理にて行わず、人工フィルター材を用いることで物

理的に、水質浄化材を用いることで化学的に浄化し、水質の改善された水を農業用水として安全に流下させることを目標に実験検討する。また、フィルター材としては市販されている化学繊維質のみならず、水質浄化材として使用されているゼオライト、活性炭等を用いて濁水処理効果について評価する。

### 実験内容

実験は人工フィルター材のみの組み合わせ（実験A）と人工フィルター材であるロックフィルターと水質浄化材の組み合わせ（実験B）の二通りを行った。

共通の実験内容としては、

a. 実験方法は、現場のフィルター浄化施設 [1] を 1/10 に縮小した模型を用いて、これに流入量と懸濁浮遊物質（以下 SS と称する）濃度を変化させながら人工の濁水を流下させ、各フィルター間での SS 濃度を測定しフィルターの浄化能をみることにした。

b. SS 値の測定については、農業用水基準項目内の SS 値の改善的を絞って実験した。この際濁水中の SS 量の測定に当たっては、流水中での SS 量と濁度値が相関関係を持つと考えられることから、この両者の関係から SS 量を求めた。濁度の測定には、セントラル科学（株）の ANALITE 濁度計を用いた。

c. 供給濁水として実験に用いた試料土は、現場流域より産する黒ボク土である。そしてこの内の 105 $\mu$ m ふるいを通過した粒径を濁質として流下させた。この 105 $\mu$ m ふるい通過試料土を用いた理由は、現実の問題として環境破壊を起こしている粒径がこのふるい目以下だと考えられるからである。試料土の物理性を第 1 表に示す。

第 1 表 試料土の物理性

黒ボク土	
土粒子の密度 ( $g/cm^3$ )	2.47
液性限界(%)	7.6
塑性指数	37.9
砂分(%)	7.6
シルト分(%)	79.4
粘土分(%)	13.0

第 2 表 フィルターの仕様

	目付 ( $g/cm^2$ )	透水係数 ( $cm/sec$ )
ヘチマロン	5000	—
ロックフィルター	800	2.0
タフネル	400	0.1
サンドフ	125	1.0

### 実験A

a. 実験の設定：実験に用いたフィルター材は市販名ヘチマロン、ロックフィルター、タフネルとサンドフの 4 種類である。これらの仕様を第 2 表に示す。フィルターによる濁質の除去効果をより厳密に評価するために、上流部より人工濁水を流入させる室内実験を行った。濁水の流入に当たっては、供給タンク内に攪拌装置を備え、濁水の濃度を常に一定に保てるようにした。

b. SS 濃度と濁水流入量：濁水流入量は、1 分間当たり 4.7、11.7 と 23.4 $\ell$  の 3 種類を設定し、それぞれ、200、300、500、1000ppm の 4 種類の供給濁水 SS 濃度で実験を行った。濃度の設定において現場流域で観測された SS 値を参考に決定した。また流入量については、現場流域で 20、50、100mm の日降雨があった際の現場流出量を計算し、それを参考に実験模型に当てはまるように縮尺計算し求めた。

### 実験B

a. 実験に用いた水質浄化材：イズカライト、アンドライトと活性炭の 3 種類。人工フィルター材はロックフィルターの 1 種類である。イズカライトは市販名であり、出雲地方で産出する天然ゼオライトである。アンドライトは市販名であり、黒ボク土に高熱を加えて固形化した新しい浄化材である。これは悪臭物質の除去、およびリン、窒素等の水質汚濁物質の除去などに優れているといわれている。活性炭は家庭用の水道水浄化器等に使用されているポピュラーな浄化材である。これらを実験Aの配置と同様に水質浄化材をロックフィルターで包んで使用した。そして、攪拌装置を備えた上流部の濁水供給タンクから SS 値を調整した濁水を流下させて実験を行った。用いた試料土は実験Aと同じである。現場流域より産する黒ボク土であり、この内の 105 $\mu$ m ふるいを通過したものを濁質として使用した。水質浄化材の仕様を第 3 表に示す。

第 3 表 水質浄化材の仕様

	粒 径 (mm)	透水係数 ( $cm/sec$ )
イズカライト	3.0~5.0	0.07
アンドライト	4.76~0.84	0.05
活性炭	—	0.09

b. 流下させた濁水の SS 値：100、300、500ppm の 3 種類、流量は 4.7 と 11.7 $\ell/min$  の 2 種類とした。

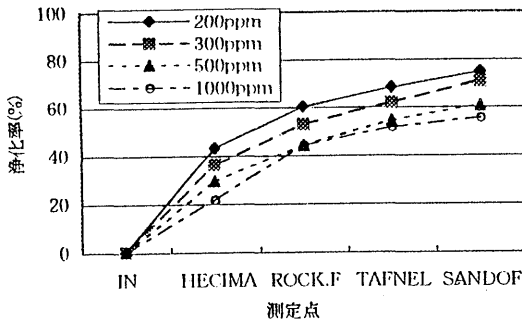
### 結果と考察

#### (1) フィルターの浄化能

a. 供給濁水 SS 濃度と浄化能の関係：第1図に SS 濃度と浄化率の関係を示す。浄化率の算定式を下式にて示す。

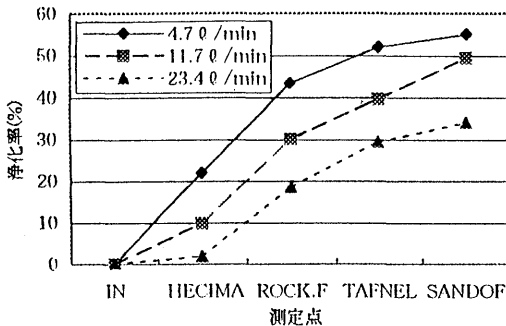
$$\text{浄化率} = \frac{\text{供給濁水濃度} - \text{測定濁水濃度}}{\text{供給濁水濃度}} \times 100 (\%)$$

第1図に示した実験は1分につき4.7ℓの濁水を流入させたものである。これらの関係は供給濁水濃度の増加と共に、浄化率が低下することを示している。供給濁水濃度1000と200ppmを比較すると、浄化率は最初のヘチマロンでそれぞれ21.6と42.9%を示し約2倍の差があり、4段階目のサンドフになると、浄化率がそれぞれ55.3と74.4%となり、最初の浄化率の差がそのままである。このことはフィルターがある一定濃度までしか浄化できないことを表しており、SS濃度の高い濁水ほど浄化されにくいことを示しているといえる。

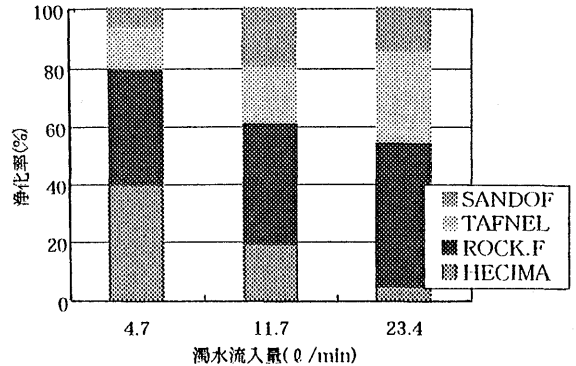


第1図 供給濁水SS濃度と浄化率

b. 濁水流入量と浄化能の関係：第2図に濁水流入量と浄化率の関係を示す。第2図に示した実験は1000ppmの濁水を流入させたものである。流入量が多くなればなるほどフィルターのSS浄化率は低下していきことが分かった。すなわち、流入量が4.7から11.7ℓと約2.5倍になると、浄化率は54.9から49.3%と5.6%の低下にすぎないが、4.7から23.4ℓと約5倍になると、浄化率は54.9から34.0%へと20.9%低下した。このことは濁水流入量の増加に比べ浄化率の低下が著しいことを示している。



第2図 濁水流入量と浄化率 (1000ppm)



第3図 フィルターの浄化率

c. 各フィルターごとの浄化能：第3図にフィルターごとの浄化率を示す。第3図より濁水流入量が多く、SS濃度が高くなればなるほど細目フィルター（タフネル、サンドフ）による浄化率が上昇することが分かった。このことは細目フィルターが微細土粒子をSSとして含んだ濁水の過処理材としての機能を保持していることを示しているといえる。一般的にはロックフィルターが浄化率40.0~50.0%となり効果的であることを示している。

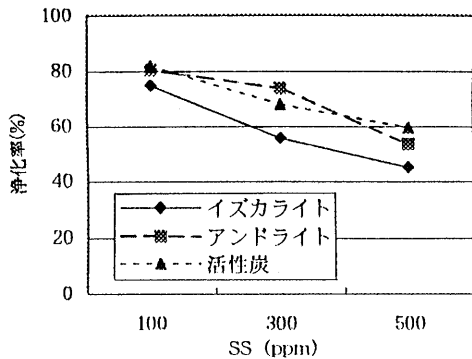
以上よりSS濃度を高くし、濁水流入量を増大させてやることでフィルターの浄化能は明らかに低下していきことが分かった。これより考えられるのは、フィルター浄化の仕組みが、粒子をフィルターの空隙に取り込み浄化するといったろ過機能によるものでなく、むしろ濁水の流速をゆるめることで浄化を行うものと考えられる。

(2) 水質浄化材の機能

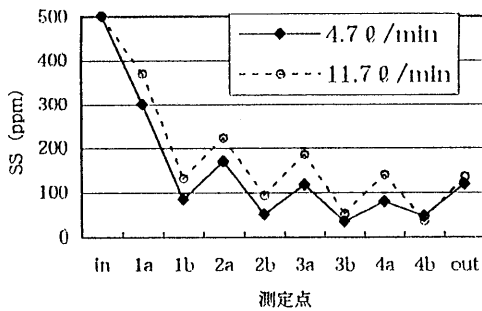
a. 濁水流入量と水質浄化材：第4図に各水質浄化材と濁水流入量11.7ℓ/minの時の関係を示す。水質浄化材は濁水流入量の濃度によってかなりの違いを示している。例えば、濁水流入量が少ないと、アンドライトが一番良い結果を示し、活性炭が一番悪い結果を示していた。これが流入量が多くなると、活性炭が浄化効率が高くなってくる。このことは流量が少ないとアンドライトを、多いと活性炭が処理効果を発揮することを示している。

b. SS値の変化：第5図は、浄化材として活性炭を使用し、500ppmの濁水を流下させたものである。流量4.7と11.7ℓ/minを比較すると、第1フィルター以前の濁水濃度差により、その後の濁水濃度の傾向が支配されており、SS値の変化が同様な傾向を示す。

これは濁水流入濃度を変化させた場合や他の浄化材を使用した場合でも、SS値に差はあるものの、傾向としてはほぼ同様であった。しかし、活性炭の場合、フィルター通過後、活性炭によりSS値が高くなる傾向がみられた。これは活性炭の特性によるものと思われる。

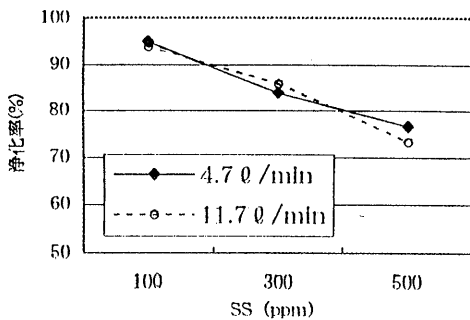


第4図 濁水流入量と単一水質浄化材 (流入量11.7 l/min)



第5図 活性炭におけるSS値の変化

c. 濁水濃度と浄化率: 第6図は浄化材として活性炭を使用した場合である。SS 値を高くするほど浄化率は低下していくが、濁水流入量の違いによる浄化率の変化はほとんどみられなかった。このことはイズカラ



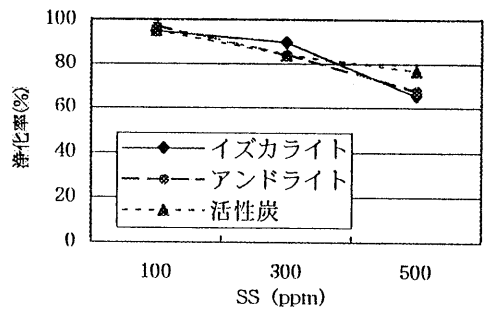
第6図 濁水濃度と浄化率 (活性炭)

イトとアンドライトでも同様であった。SS 値が 100 と 500ppm の場合を比較すると、流量 4.7 l/min では約 18%、11.7 l/min では約 20%の浄化率の低下がみられた。

各水質浄化材について比べてみると、第7図に示すように濁水流入量 4.7 l/min の場合であるが、水質浄化材はいずれも人工フィルター材による浄化率を上回ってお

り、浄化材と人工フィルター材を組み合わせた場合が優れた処理能力を持っていることが分かる。特に活性炭を使用した場合は、どの SS 値でも安定した浄化率を示している。これは濁水流入量が多い 11.7 l/min の場合でも同様である。

以上よりどの水質浄化材を使用した場合も流入濁水の SS 値が高くなるほど、水質浄化材が低下していくことが分かった。しかし、濁水流入量の変化に対しては、水質浄化率にあまり差がみられなかった。従って、人工フィルター材のみを使用した実験では、流速の低下に伴う土粒子の沈降による浄化であるという結果が得られたが、水質浄化材では、土粒子を空隙に取り込んで浄化するという本来のろ過機能による浄化を行ったと考える。



第7図 水質浄化材と浄化率 (流入量4.7 l/min)

### 総括

自然は不健全な都市・農地の開発により破壊される。植生が奪われた土地は土壤流亡や崩壊を引き起こす。そして、その土地から生じる土砂濁水は下流域へ水質汚染などの二次的な環境破壊を生じる恐れがある。本研究では土地の開発行為により発生する土砂濁水の改善に対し、発生する土砂濁水を薬品処理を行わず、人工フィルター材を用いることで物理的に、水質浄化材を用いることで化学的に浄化し、また、人工フィルター材と水質浄化材の様々な組み合わせによる処理効果について検討を加えた。

そして、水質の改善された水を農業用水として安全に流下させることを目標に実験検討を行い、また、フィルター材としては市販されている化学繊維質のみならず、水質浄化材として使用されているゼオライト、活性炭等を用いて濁水処理効果について評価した。

実験結果から粗砂程度の透水性を持った人工フィルター材でもこれを様々な組み合わせることでかなりの懸濁浮遊物質が除去できると考える。しかしフィルター材を用いた浄化処理を行う場合避けられない問題となるのがフィルター材の空隙の閉塞状態である。これは透水性と

フィルター吸着性が背反的な事象であるために、人工フィルター材を用いた浄化処理には自ずと限界が生じ、よって懸濁浮遊物質濃度の高く、濁水流入量の大きな洪水時等の濁水処理には自ずと限界があると思われる。

水質浄化材とフィルター材を組み合わせた人工フィルターは、人工フィルター材のみに比べても濁水浄化に対して十分な処理能力を持っているといえる。しかし、これはあくまで室内実験による結果であるので、現場にそのまま当てはめることはできないが、既存の沈砂池等の施設と組み合わせることで、効果的に土砂濁水を処理することができるであろうと推測する。

謝 辞

本研究をまとめるに当たり、古川敬祐（鳥取大学農学部研究生）、高橋義則（日化エンジニアリング）の両氏の協力を得ました。

#### 引用文献

- 1) Yasuda, H., Takuma, K., Kondo, M., Berndtsson, R. and Jinno, K.: Effect of the filter to prevent SS inflow to the aquatic environment. Proc. International Conference on Ecological System Enhancement Technology for Aquatic Environment, 2:891-896(1995)