

北海道大学工学部 衛生工学科

正会員：丹保憲仁・亀井翼・松井佳彦 の学生会員：小西俊久

1 はじめに

エキノコックスはキツネを媒介者とする寄生虫の一種でヒトがこの虫卵を飲み込むと体内とくに肝臓部に寄生し、肝臓疾患を引き起こす。北海道東部・北部を中心に患者の発生が見られる。北海道における現在までの認定患者226人のうち144人が死亡した。しかし、直接の死因がエキノコックス症であるかどうかは特定できない。難病といわれたが、ガンなどに比べれば治療しやすい。キツネ等の糞が河川に流出し、水を経介して経口的に感染するのを防除することを目的として、道東地区に水道が広く過疎地まで作られつつある。本論は浄水による虫卵の防除能力を検討するための序論的な研究である。

2 エキノコックス虫卵のモデル物質の選択

エキノコックス虫卵を直接扱うのは危険なので、本実験においては虫卵のモデル物質としてSephadex gel G-25 SuperFineを用いた。モデル物質の選択には次の2つのステップを踏んだ。まず第1に、エキノコックス虫卵と同じ糸虫科に属する猫糸虫の卵を第1次モデル物質として選択し、次にこの猫糸虫卵と物理的性質が最も近いと判断した物を第2次モデル物質として実験用のゲルを決めた。モデル物質として必要な物理的性質として、本研究では粒径、沈降速度、ゼータ電位の3要素が最も重要と判断した。候補モデル物質をエキノコックス虫卵と同じ30 μ m付近の寸法にdecantationでとり分け、猫糸虫卵と候補モデル物質について、粒径、沈降速度、ゼータ電位を比較測定した。その結果を図-1へ3に示す。図より、G-25 S.F.が最も適当と判断した。

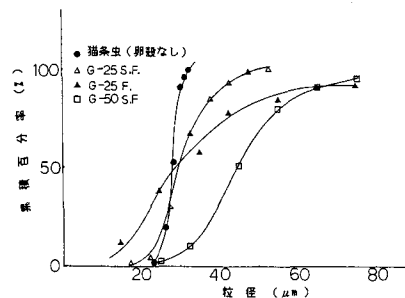


図-1 粒径分布

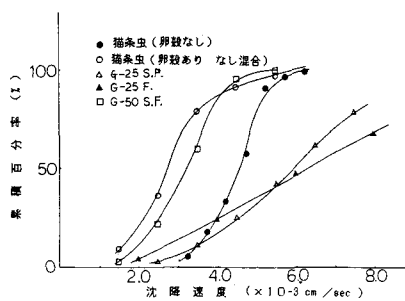


図-2 沈降速度分布

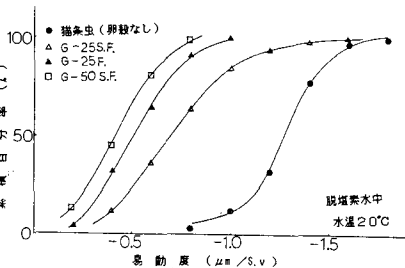


図-3 易動度分布

3 緩速汚過池における虫卵の阻止能

緩速汚過におけるエキノコックス虫卵の阻止能を次のような条件を違えて調べた。第1の条件は砂層状態の違いであり、生物汚膜が生成した場合とそうでない場合を考えた。第2は汚速の違いで、4 m/dayと10 m/dayの2水準について検討した。この相互の組み合わせで緩速汚過のパイロットプラントを運転し、モデル物質であるSephadex gelの砂層内部での抑留状態及び破過の状態を調べた。

図-4は其の結果を横軸に砂層の表面を0とした砂層深さをとり、縦軸にゲル粒子数をとって示したものである。縦軸のゲル粒子数は実験カラム内に流入した全ての粒子数を1万個に標準化し、かつ単位砂層厚さ当りの抑留個数として表してある。例えば、カラム内に4万個のゲル粒子が流入し、深さ2~4 cmの間の厚さ2 cmの砂層内

より4個のゲル粒子が発見されたならば、次の計算によりその砂層では0.5個/cmのゲル粒子が抑留されたと考える

計算例: $4 \text{ 個} \div \frac{1 \text{ 万個}}{4 \text{ 万個}} \div 2 \text{ cm} = 0.5 \text{ 個/cm}$

図-4~5より以下のことが判る。

①砂層表面の0~1cmで99%以上の粒子が抑留される。

②新砂の場合と生物汚膜が生成した場合との全砂層での抑止能力は後者が1ヶタ程大きく、それぞれ 10^4 と 10^5 程度の漏出が考えられる。

③除去率は低速(4 m/day)の場合の方が高い。

④通常の砂層構成と汚過速度を持つ緩速汚過池では $10^4 \sim 10^5$ 程度の量の漏出があると考えればよいであろう。

4. 凝集沈殿による除去

凝集沈殿における除去を左右するのは次の2つの条件である。その第1は凝集剤添加率であり、その第2は沈殿池の表面負荷率である。

図-6は縦軸に除去率、横軸に表面負荷率をとって、ジャーテストの結果を描いたものである。

凝集条件は急速攪拌10分、緩速攪拌20分で行い、500個/Lのゲル粒子以外には粘土質などの濁度は加えていない。これはエキノコックス症が問題となる地域での水道原水は一般に極めて清澄で、凝集条件に影響を与える程の濁度成分は通常含まれていないと考えられるからである。

図-6より次のことを知りうる。

①凝集沈殿による除去ではアルミニウム凝集剤を10 ppm Al近く注入することにより、凝集剤を加えない場合の除去率の2倍程度(通常の急速汚過システムの沈殿池が採用している表面負荷率 $1.0 \text{ cm}^3/\text{min}$ の場合)の改善が見られた。

②凝集剤添加により除去率を改善するよりは、必要最小限の注入率で、表面負荷率を通常の沈殿池の数分の1以下に低下させる方が能率がよい。

③したがって、傾斜管や板の積極的な採用が望まれる。

5. 結論及び今後の課題

以上のことを総括すると、緩速汚過池はエキノコックス虫卵に対しては十分な阻止能を保持していると考えてよい。急速汚過システムでの除去は沈殿池での除去と汚過池での阻止を総合して考えればかなりの安全性を保持していると考えてよいが、更に継続的研究を必要とする。また、必要とあれば、急速汚過システムのうしろに緩速汚過池を付設するなどの対策も考えられ、一般的浄水処理施設を経た水道水はエキノコックス虫卵に対して安全であるといえる。

今後は汚泥処理、かき取り砂等の安全を保持するための熱処理等の問題も合せて考えねばならない。

また、この問題は浄水過程の外の系、つまり水道原水中のエキノコックス虫卵の濃度が解らなければ確率的な議論を充分にすることができず、今後は生態学的研究も考えねばならないであろう。

参考文献: 山下次郎:「エキノコックス」北大図書刊行会

2) J. Eckert, M.A. Gemel, E.J.L. Soulsby:「包虫症の監視、予防、防遏のためのFAO/UNEP/WHOの指針」北海道立衛生研究所、北海道衛生部

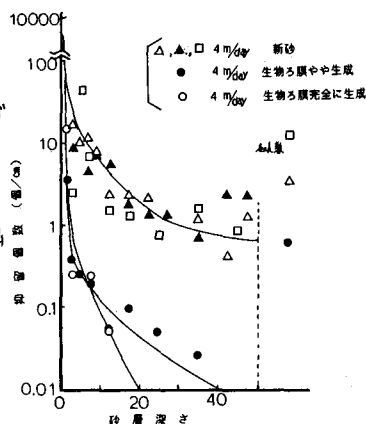


図-4 低速4 m/day 砂層内部残留状態

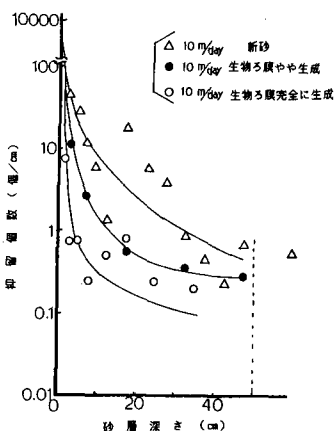


図-5 低速10 m/day 砂層内部残留状態

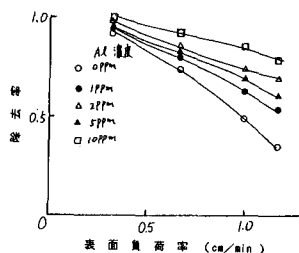


図-6 除去率の変化