

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	高橋 昌弘
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 梶井 和朗 印
	副査 鹿児島大学 教授 岩崎 浩一
	副査 琉球大学 教授 酒井 一人
	副査 佐賀大学 教授 長 裕幸
	副査 佐賀大学 教授 近藤 文義
審査協力者	
実施年月日	平成28年 1月22日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) <input checked="" type="radio"/> 口答 <input type="radio"/> 筆答	
<p>主査及び副査は、平成28年1月22日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（学術）の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。なお、本研究は農学と工学にまたがる学際的領域の内容であるので、博士（学術）の学位が適当と判断した。</p>	

学位申請者  
氏 名

高橋 昌弘

[質問1] 地下ダム（止水壁）を構築した時の塩水排除には時間がかかると言っているが、淡水はどこから出て行っているのか？

[回答1] ステップ2の実験装置では淡水は右から左に流れています。また不透水の止水壁の上部には2cmの空間、通水部分があり、そこから淡水は排出されています。

[質問2] ECセンサーも数値解析結果でも同様であるが、濃度の時間変化をみると排除時に2つの勾配をもっている。これはどういう現象と考えているのか。またECセンサーは実験装置のどこに設置して計測しているのか？

[回答2] 最初の勾配が小さい部分は循環流による希釈、後者の勾配が大きい部分は直接的な排除と考えています。ECセンサーNo.1は実験装置の左端から5cm、下端から5cm、およびNo.2は左端から15cm、下端から5cmに設置しています。No.2は塩水排除の初期状態において塩水楔と淡水の境界付近にあるので、先ほどの濃度の時間変化グラフでは急な勾配しかみられません。No.1のセンサーでは最初に循環流で希釈された後、直接的に排除が行われるため、二つの勾配が検出されています。

[質問3] 現場への適用として、与論島モデルの縦・横分散長はどのように設定しているのか？実験では分散長を可視化によって捉えようとしているが、現場では粘土等の吸着の影響があり算定しにくい。この点はどのようにすべきと考えているか？

[回答3] 与論島モデルでは室内実験を実施しておらず、既往文献の到達距離と縦分散長との関係等から設定しています。実際の現場で縦・横分散長を捉えるには、複数の観測孔を用いてトレーサーによる実験を行い、観測孔で得られた濃度変化を再現する縦・横分散長を逆解析から推定することが望ましいと考えます。

[質問4] 実験では今回用いたガラスビーズのように均質な条件で実施することができるが、実際の現場では粘土分等が入っており、ガラスビーズの結果を適用することは難しいのではないかと？

[回答4] 今後、ガラスビーズの粒径を変える、あるいは砂や粘土分を少し混ぜる等、異なる試料を用いた実験を行い、分散長を算定することも必要と考えます。

[質問5] ステップ2のECセンサーの値は塩分濃度と考えてよいのか？

[回答5] ECセンサーにおいても画像解析と同様、塩分濃度を変化させてキャリブレーションを実施し、濃度を算出しているため塩分濃度を表していると考えます。

[質問6] ステップ1の被圧地下水，ステップ2の不圧地下水の実験ともに同じ粒径のガラスビーズを使っているが同じ分散長になっていない。整合しているのか？

[回答6] 今回の研究ではステップ1では既往文献の粒径と縦分散長の関係を用い横分散長は縦・横分散長比の一般値1:10から決定しました。ステップ2ではステップ1の結果，排除時には縦・横分散長が重要だとわかったので，これを求める実験を確立し，その値を求めました。なお，粒径は同じですが，異なる実験装置を用いガラスビーズの詰め方も異なるので同じ縦・横分散長でなくてもよいと考えます。

[質問7] ステップ1では縦分散長を決めて横分散長を1/2, 1/10, 1/20としているが，縦分散長はどのように決めたか？また縦・横分散長比による評価でよいのか？

[回答7] ステップ1の縦分散長は既往資料を参考に決めています。縦・横分散長比が同じでも縦分散長が大小で結果（排除時間）は変化します。ただしそれぞれの時間変化をみると，縦・横分散長比の概念も入って変化していると考えています。

[質問8] 縦・横分散長比が1や10，さらに大きなケースもあるが，実用上どれを採用すべきだと考えているか？

[回答8] 今回の実験では縦・横分散長比が27と一般値10よりも大きな値が得られました。これは排除過程で考えると，時間がかかることを表しています。例えば1を採用すると排除が極めて早く終了しますが，これは危険側の評価になります。縦・横分散長は地盤の不均質性もあり正確に決定することが難しいため，実用上は有る範囲で設定すべきと考えています。その際には一般値10より大きい値も設定し，塩水排除が遅れる安全側の評価を得ることが必要と考えます。

[質問9] 止水壁を基盤まで到達したケースで評価をしているが，基盤まで到達させると金額的に高くなることから，基盤まで到達させないケースで，どこまで下を開けられるかというケースも検討した方がよい。また揚水も入れたほうがよい。

[回答9] 基盤が深いため止水壁が基盤まで達していないフローティング式地下ダムもあることから，今後検討する上で考慮したいと思います。

[質問10] 海水が侵入してくるとき，塩分以外に問題となる化学物質はないのか？

[回答10] 上流側からの肥料に起因する硝酸性窒素等の問題がありますが，海側から侵入してくる化学物質は現時点ではないと考えます。

[質問11] 循環流はどの時点で生じているか，またいつまで継続するのか？

[回答11] 止水壁を設置直後より循環流は生じています。またこの循環流は排除が終了するまで生じています。