

最終試験結果の要旨

学位申請者 氏名	李 雨桐			
審査委員	主査	琉球大学	教授	中野 拓治
	副査	琉球大学	教授	中村 真也
	副査	佐賀大学	教授	長 裕幸
	副査	鹿児島大学	教授	梶井 和朗
	副査	琉球大学	教授	酒井 一人 (
審査協力者				
実施年月日	平成31年1月25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31年1月25日の公開審査会において学位申請者（李 雨桐）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なった。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が得られた。</p> <p>以上のような結果から審査委員会は申請者が博士（農学）の学位を受けるのに必要な十分な学力ならびに見識を有すると認めた。</p>				

学位申請者
氏名

李 雨桐

[質問1]状態空間モデルにおいて、日水量を①トレンド成分、②季節変動など4つの成分の重ね合わせでモデル表現しているが、トレンド成分は何を示すのか、また、トレンド成分は一般的な表現なのか、一般的でなければ本文中に定義する必要があるのではないか。

[回答1]トレンド成分は非周期変動として抽出される成分であり、供用開始から上昇しており、供用人口の変動に対応した成分です。トレンド成分は長期的な変化動向を現す非周期変動としてモデル表現をしているものですので、このことを記載します。

[質問2]状態空間モデルの再現計算値が実測値のピークに追跡できていない理由はなにか。ピークを合わせる必要はないのか。

[回答2]状態空間モデルでは、年始年末やお盆などのイベントによる影響は考慮されていない。また、梅雨期や台風などの数日間にまたがるような大雨の場合には、前日の先行降雨が翌日の流入水量の増加として実測値には現れるために計算値と実測値のピークに差異が生じている。人為的なイベントや降雨に伴う変動成分予測精度に課題としては残っている。精度向上が必要であり、今後、データの収集により精度向上が可能だと思います。

[質問3]不明水の発生原因は何か。また、管路への流入がどのように行われているのか。

[回答3]地下水位は管路より高い場合が多く、管路には硬質塩化ビニル管が使用されていることから、その継ぎ手や中継ポンプのマンホールから地下水や雨水の浸入があると考えられます。

[質問4]供用人口は重要なデータだと思われるが、帰省者数との関わりで季節的変動の把握など、データの精度はどうなっているのか。

[回答4]供用人口は、市町村による一月毎のつなぎ込み家屋（一般家庭・公共施設、商店等）の統計データであり、農業集落排水施設設置市町村が家屋の戸数に基づき供用人口を算定したものです。この供用人口のうち、流入人口は小学校や老人ホーム等であり、年末年始やお盆の帰省者数は反映されていません。

[質問5] ばっ気槽はマニュアル・自動化など、どのように運転操作して、ORPを管理しているのか

[回答5] ばっ気槽の運転は、現場で流入水質や水量に応じて計装設備（運転制御シーケンス）の設定により自動制御されています。通常、1時間サイクルで運転管理されており、分単位で管理可能です。

[質問6] 日最大汚水量について、その非超過確率75%値が計画値（ $300\text{L}\cdot\text{人}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ）の約1.9倍（ $567.6\text{L}\cdot\text{人}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ）と大きな差異が生じている理由は何か。

[回答6] 計画設計諸元においては、日最大汚水量は日平均汚水量の $270\text{L}\cdot\text{人}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ に不明水量の $30\text{L}\cdot\text{人}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ を加えて設定されており、地域による水道使用量の違いや不明水量の差異によるものと考えられます。

[質問7] 月別日平均汚水量に関する重回帰分析式は、管路状況などの影響要因を考えると、汎用性があるといえるのか。

[回答7] 日汚水量は管路からの地下水の浸入による影響を受けるものの、整備対象地域や供用施設の処理区を土地利用・立地条件タイプに分類することで、現行の全国画一的に用いられている計画設計諸元値に代えて、当該施設の日平均水道水量と日平均降水量から日平均汚水量を算定できるものと考えています。

[質問8] 灌漑期と非灌漑期ともタイプIの無降水日水量は日水道水量より水量が大きくなっており、水田面積や処理区面積などの要因が関与していることが考えられる。タイプIの水道水量と降水量による重回帰式に汎用性はあるといえるのか。

[回答8] タイプIの重回帰式の自由度調整済重相関係数は、0.95と0.9以上の相関係数が得られていることから、供用施設の処理区を土地利用・立地条件でタイプIに分類することで、同じ土地利用・立地条件にある処理施設の月別日平均汚水量は推定できるものと考えています。

[質問9] 処理区の管路延長が長くなると、時間水量日変動幅が小さくなる理由は何か。

[回答9] 処理区の管路延長が長くなると、処理施設の近傍と遠方からの汚水の処理施設への到達時間によるタイムラグが大きく結果として、流入汚水量の日間時間変動量について平準化が図られたためと考えられます。

[質問10] 研究成果について、海外の農村地域における生活排水処理施設の計画設計に最大公約数的な基準として適用するなど、海外の事例に活用することは可能か。

[回答10] 海外と日本では生活習慣の違いによる流入汚水量には差異がありますが、流入動態や影響要因は同じだと考えられます。生物反応槽の微生物相の状況等による影響はあり得ますが、ばっ気槽のMLSS濃度、水温、流入水質濃度などBOD除去メカニズムに関与する要因や散気装置方式とばっ気槽管理手法は共通のものであり、海外での農村地域の生活排水処理施設における計画設計に本研究成果を適用することは十分に可能だと考えております。

[質問11] ばっ気強度とばっ気時間に対するばっ気終了時DOの応答として、ばっ気強度の閾値 ($0.02\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}^{-1}$) ではばっ気時間の増加に伴ってばっ気終了時DOが低下しているが、これは、ばっ気によってばっ気槽内の微生物の活性が高まった結果として、内生呼吸量が増えたための現象ではないか。このようなことを考慮することで、ばっ気総量とばっ気槽のDO管理について考察することができるのではないか。

[回答11] ばっ気終了時DO濃度には、ばっ気槽の散気方式や水温、MLSS濃度などが関与しており、処理施設によって散気方式が異なっていることも影響して、ばっ気総量との関係は傾向を把握することはできませんでした。同じ処理施設における観測データでは、水温やMLSS濃度条件を合わせることでばっ気総量とDOの応答を把握できるかもしれないので、今後の検討課題としたい。

[質問12] 大雨などで処理施設への流入汚水量が急増した場合には、どのように対応しているのか。

[回答12] 例えば、和歌山県上富田町のA2施設では供用率は60%程度であることから、通常は1系列の運転管理であるため、流入汚水量が急増した場合には2系列運転にすることで対応が可能です。計画設計容量を超えるような流入汚水量になると処理なしで放流する事態になります。

[質問13] 流入水量や流入水質に対する降雨や地下水による影響について、定量的に評価できない中で、どのように処理施設の管理を考えているのか。

[回答13] 例えば、雨水などの不明水の侵入に伴って、流入水のBOD濃度などが低下します。この濃度低下に伴い、単位水量当たりの処理負荷量が小さくなることが想定されるため、ばっ気槽内のMLSS濃度とばっ気量を小さくするような運転操作に変更して管理します。