

### 最終試験結果の要旨

学位申請者 氏名	Veizaga Bellido Jose Cristhian		
審査委員	主査	琉球大学	教授 酒井 一人
	副査	琉球大学	教授 中村 真也
	副査	鹿児島大学	教授 榎井 和朗
	副査	佐賀大学	教授 長 裕幸
	副査	琉球大学	准教授 金城 和俊
審査協力者	印		
実施年月日	平成 27年 7月 24日		

試験方法 (該当のものを○で囲むこと。)

口答 ・ 筆答

主査及び副査は、平成27年7月24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。

以上の結果から、審査委員会は申請者が博士(農学)の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。

学位申請者  
氏 名

Veizaga Bellido Jose Cristhian

【質問 1】 結論として土壌水分が重要ということであったが、土壌水分の測定は行わなかったのか。

【回答 1】 課題 1 では、土壌水分の測定は行っていない。そのため、土壌水分を用いた議論はしておらず、降雨イベントとの関係を示している。モデル計算では降雨データを入力するので土壌水分データは必要ない。課題 2 では EC5 土壌水分計を用い土壌水分を測定している。

【質問 2】 課題 2 の土壌水分の縦軸が論文（草稿）と変わっているがなぜか。

【回答 2】 温室効果ガス排出と土壌水分の関係を議論する時、しばしば飽和度 (Water Filled Pore Space: WFPS) を用いる。これは、脱窒と硝化の議論の際も指標として使われることが有り、本研究での議論において重要だと考え変更した。論文においても統一する。

【質問 3】 課題 1 でなぜ Case3 での排出率は大きくなっているのか。

【回答 3】 排出量は畝の上で大きく、畝間で小さかった（ほぼゼロ）。Case3 はその値を平均したものである。実際には施肥は畝上近辺にのみされたものであり、畝間に向けて徐々に減少しているとする Case3 は現実的でなく、大きな値となっている。

【質問 4】 課題 1 の各 Case の違いはなにか。

【回答 4】 先に説明したように、畝上と畝間の排出量の差は大きい。それは肥料を投入している範囲が畝上近くであるからだ。しかし、その範囲がどれほどなのかは明確で無い。そこで、チャンバー直径の 10cm 幅とその 2 倍の 20cm 幅で測定した排出があると想定したのが Case1 と Case2 である。

【質問 5】 課題 2 の 2 回目の実験で  $N_2O$  フラックスが土壌水分と同じ変化をしないのはなぜか。

【回答 5】 2 回目の実験の最終サイクルでは、湛水状態を長く保った。それは、脱窒による  $N_2O$  排出を本実験で見るためには、ある程度湛水状態を保つ必要があると考えたからである。その期間において、 $N_2O$  排出が認められ、これは脱窒による  $N_2O$  排出であると判断した。これが、他のサイクルのように淡水後すぐに排水した場合とのちがいである。

【質問 6】 課題 2 において他の文献データとの比較はしていないか？

【回答 6】 秋山が緩効性肥料を用いた  $N_2O$  排出抑制についてレビューをしている。発表

でも示したようにそれとの比較は行った。秋山のレビューによる削減効果の平均は約30%となっていた。本研究の結果は、限定的な室内実験法および期間であるが48%であった。

【質問 7】 課題1に関して、沖縄の他の土についてはシミュレートできるのか。

【回答 7】 モデルシミュレーションでは、土壌は粒径分布や水分特性など基本的なデータを入力する。基本的データが入手できる場合には計算可能である。

【質問 8】 課題1に関して、観測結果で日変化があることは、温度変動と連動するということでは分かったが、期間中に上昇し下降するトレンドはなぜか。

【回答 8】 栽培実験では市販の硫化アンモニウム肥料を用いている。そのため、降雨による溶解にある程度時間が必要となる。溶解量が増えるに従って、アンモニア態窒素が増え、それが硝化し $N_2O$ が発生する。時間とともに硝化が進むと、アンモニア態窒素が減少し、硝化速度の低下とともに $N_2O$ 排出量も減少する。これが、トレンドの理由であると考えられる。

【質問 9】 課題1において、モデルシミュレーションで硝化の影響について言えるのか。

【回答 9】 DNDCに関して $N_2O$ の計算結果のほかに脱窒速度と硝化速度についても出力した。その結果を比較すると、明らかに硝化による $N_2O$ 排出が多い計算結果となっていた。値には違いがあったが、DNDCの計算結果のほうが実測とのトレンドがあっていたので、硝化が主な排出過程であるとの判断をした。

【質問 10】 課題1において、DNDCが過大評価、APSIMが過小評価しているという説明であったがそれはどこから言えるのか。

【回答 10】 先ほどCaseの説明をしたように、測定値がどの範囲におよんでいるかは明確で無い。排出幅を10cmとしたCase1は最低値である。畝上に施肥することを考えると、肥料のおよび範囲は最大でもCase2の20cm幅までであると推定される。そう考えれば、DNDCはCase2より大きく過大評価、APSIMはCase1より小さく過小評価と判断した。

【質問 11】 課題1において、計算の土壌水分の縦プロファイルはどのようになっているのか。2次元で考えなくて良いのか。

【回答 11】 縦プロファイルは、設定した土層に対応した土壌水分が計算される。今回の測定結果から、 $N_2O$ は空間分布が大きく、平均施肥量で計算することは適切で無いといえる。しかし、2次元での土壌水分の計算は、それだけで計算不可が大きくなり、今回用いたモデルの開発目的とかけ離れる。そのため、2次元で考えるのではなく、施肥量の違いとして別々に1次元で計算することが適切であると考えられる。