

(様式第13号)

## 学 位 論 文 要 旨

氏名 : 清水一史

題目: 農用トラクタの排出ガス評価手法に関する研究  
(Studies on Emission Gas Evaluation Techniques for Agricultural Tractors)

---

現在ディーゼル特殊自動車の排出ガス規制に用いられている試験方法は、建設機械も含めた特殊自動車全般に対する方法である。そのため、これらの試験方法を用いて、トラクタ作業の排出ガス実態を把握することはできない。また、排気後処理装置の排出ガス浄化率は機関排ガス温度に依存して変化するため、トラクタ作業時の稼働状態を再現、負荷し、稼働実態を反映した排出ガスの測定、評価手法を検討する必要がある。更に、トラクタの運転条件により、燃費や排出ガス量が変化する可能性があるため、排出ガス評価手法の構築にあたり、トラクタの運転条件等を考慮した汎用的かつ実地的な手法を検討する必要がある。しかしながら、国内外の既往研究は、これらの課題に対し、有効な解を与えるものではない。

そこで本研究では、農業機械の作業のうち代表的なトラクタ作業の1つであるロータリ耕うん作業を対象として、耕うん時の機関トルクを動力計により再現、負荷し、稼働実態を反映した排出ガスの測定、評価を室内試験で行うための手法について検討を行った。

まず、機関トルクと機関回転速度との回帰式を用いることで、機関トルク推定値と実測値の間に差がなく、機関回転速度から機関トルクを推定できることや、動力計により負荷する対象をトラクタ PTO 軸として作成した耕うん時の機関トルクの再現回帰式を用いることで耕うん時の機関トルクを動力計により再現できることを明らかにした。また、生物系特定産業技術研究支援センター内の普通畑で測定した耕うん時の排出ガス濃度と、耕うん時の機関トルクを動力計で再現運転した時の排出ガス濃度を確認した結果、動力計による機関トルクの再現性は良好であり、再現運転時の排出ガス濃度は、耕うん時の排出ガス濃度と同程度であった。動力計により耕うん時の機関トルクを再現することで、耕うん時の排出ガスを良好に測定できる可能性を確認できた。

続いて、様々なほ場で得た耕うん時の機関トルクを動力計により負荷した際の再現性を確認した。その結果、耕うん時の機関トルクをそのまま再現させる再現負荷法では、機関トルクを安定的に再現することは難しくトルクの再現性にバラツキを生じた。そのため、機関トルクを動力計で安定的に再現可能でき、負荷に応じた排出ガスを測定可能な負荷方法を検討した。その負荷方法として、

再現負荷法の機関トルク変動成分のうち、その大きさと時間を考慮し、耕うん時の一連の機関トルクを小さいものから大きいもの、あるいは大きいものから小さいものと階段状に並べ替えて負荷するステップ負荷法を示した。ステップ負荷法では、機関トルクを非常に良好に再現できた。

また、耕うん時の機関トルクをステップ負荷法、再現負荷法及び機関トルクの平均値を与える定負荷法により再現して、その時の排出ガスを測定、比較し、動力計による機関トルクの再現性の良否、機関トルク成分の大きさや時間の考慮の有無が排出ガスに及ぼす影響を確認した。その結果、ステップ負荷法では機関トルクを非常に良好に再現できるため、再現する負荷に応じた排出ガスを安定的に測定できることが分かった。更に、ステップ負荷法を用いることで、複数の機関トルクを平均し、標準値あるいは代表値を作成できる見通しを得た。

最後に、通常の耕うん作業を行うことのできる運転範囲で、排出ガスを評価するためには、耕うん時の負荷位置の機関出力上限を定格出力位置、負荷位置の機関出力下限を最大トルク時出力位置とすること、排出ガス特性が様々な機関や耕うん時における幅広い運転範囲の排出ガスを評価するため、排出ガスの測定位置を、1) 定格出力位置、2) 最大トルク位置、3) 1)と同出力の最低速度位置、4) 2)と同出力の最高機関回転速度位置、5) 3)の機関トルクを10%程度低下させた1)と同出力の位置、6) 2)の機関トルクを10%程度低下させた2)と同出力の位置、7) 2)の機関トルクを20%程度低下させた2)と同出力の位置の計7箇所以上とすることが必要であることを示した上で、耕うん時の機関トルクをステップ負荷法により負荷する排出ガス評価法を作成した。その結果、作成した排出ガス評価法により排出ガスの測定を行うことで、運転条件毎の各排出ガス排出量が明らかとなるなど、運転範囲の広いトラクタの耕うん時の排出ガスを燃料消費量と合わせて表すことが可能であることが確認できた。

今後、様々なトラクタやほ場で機関トルクを測定、蓄積することにより、ロータリ耕うん作業を代表する負荷、また荒起こし作業や仕上げ作業などの作業別の負荷やトラクタ機関出力帯別の負荷など、様々な負荷実態を踏まえた負荷が作成可能となる。

更に、コンバインやスピードスプレーヤなど他機種 of 負荷実態を把握すれば、トラクタの耕うん作業に限定した排出ガス評価法だけではなく、農業機械全般における作業時の排出ガスを、作業時間割合等を考慮した上で、把握することも可能となると考えられた。