

氏 名	ラディテ プラエコ アグス セチアワン RADITE PRAEKO AGUS SETIAWAN
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	論 農 博 第 2137 号
学位授与の日付	平 成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	ELECTRO -OSMOTIC LUBRICATION TO REDUCE TILLAGE DRAFT (耕うん作業の牽引抵抗低減のための電気浸透潤滑)
論文調査委員	(主 査) 教 授 並 河 清 教 授 丸 山 利 輔 教 授 山 崎 稔

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は土壌の電気浸透によって、土壌と接触している耕うん機械の金属表面に水を浸透させ、この水の潤滑作用によって摩擦抵抗を減少させ、耕うん機械のけん引抵抗を低減させることを目的としている。近年トラクタの自重当たりのエンジン出力が増加しているが、トラクタが発生できるけん引力はその駆動輪接地重に支配されるため、けん引方式の耕うん機械の利用に際しては、トラクタエンジンの持つ能力を生かし切れていない。本研究は、トラクタの PTO を利用して、高い電圧の直流電流を発生させ、この電流を耕うん機械を介して土壌中に流してけん引抵抗を低減させ、トラクタエンジンの持つ能力を発揮させ、より小さいトラクタで耕うん作業を行おうとするものである。論文は4章からなり、主な内容は次のとおりである。

第1章は序論で、第2章は電気浸透に深く関係する不飽和土壌の電気伝導に関するものである。北海道大学の重粘土から岡山大学附属農場の砂土まで13種の土性の異なる試料を用い、含水比、電極に作用する圧縮圧力を 3kPa から 31kPa まで変えて、直径 75mm、長さ約 90mm の円柱状土壌の電気伝導度を求めたが、電気伝導度は電極に作用する圧縮圧力と線形の関係があることを明らかにしている。このほか土性によって含水比が電気伝導度に及ぼす影響の関数関係が異なり、また密度の電気伝導度に及ぼす影響が含水比によって異なるなど、不飽和土壌の電気的性質について多くの知見を得ている。加えて電気浸透によって流出する水量が時間に比例し、また同じ電気的条件のもとでも土性によって異なることを明らかにした。

第3章は土槽におけるスライダのけん引抵抗が電気浸透によって変化する様相を明らかにした。実験に先立ち、潤滑作用のある部分とない部分からなる合成モデルを導出し、これをもとにスライダと土壌の摩擦抵抗を解析し、摩擦抵抗に関係するパラメータを明らかにした。土槽には砂壤土とシルト質土壌を用い、土槽底部を陽極に、スライダを陰極にして、直流電流を電圧を変えて最大 120V まで通電した。スライダの大きさは 150×80mm で、その接触圧力を 4kPa から 10kPa に変えて、実用規模に近い毎秒 62cm の速さまで、滑り抵抗に及ぼす電気浸透の影響を調査した。その結果滑り抵抗は通電していないときを基準に

とると、シルト質土壌では最大33.7%，砂壤土で16.5%低減している。なお、この浸透水による土壌と金属表面間の潤滑作用は水の浸透性の良好でない土壌に対して効果的であることを明らかにした。

第4章では2および3章の基礎実験をもとに、京都大学の高槻農場と附属高原牧場で実用化のための実機による実験を行い、その結果をまとめた。作業機として弾丸暗渠穿孔機を用い、ディスクコールドと弾丸（修正球）を陽極とし、破碎つめと支持刀を陰極として、蓄電池によって250Vの直流を通電した。この際の電気浸透のけん引抵抗低減に及ぼす効果を調査した。高槻農場では、0.6m/sの作業速度でけん引抵抗が13%低減することが出来た。土壌に加えた電気エネルギーに対して低減されたけん引エネルギーの比は3.68で、エネルギー的にも効果がある結果を得ている。しかし、土壌条件によっては、必ずしも良い結果が得られるとはかぎらない。

発展途上国ではしばしば裸足で農作業が行われるが、通電中の土壌内部の3次元等電圧線図を求め、人間工学的立場から人に対する影響を調査し、地表面での電圧は小さく、農作業にとって安全であることを明らかにした。また、作業機への土壌付着について、電流を流した場合と流さない場合について比較し、土壌付着が少なくなることを明らかにした。これらの結果から、特定の土壌に対しては電気浸透によって生じた水が潤滑剤として作用し、けん引方式の耕うん機械のけん引抵抗低減に役立つと結論付けた。

この研究の本来の目的とは異なるが、電気伝導度が土壌の肥沃度やpHなどと関連しているため、本研究の電気浸透耕うん機器の近年欧米で取り上げられるようになった Site Specific Crop Management の土壌センサとしての利用を提案している。

論文審査の結果の要旨

近年トラクタの自重当たりのエンジン出力が増加しているが、トラクタが発生できるけん引力はその駆動輪接地重に支配されるため、けん引方式の耕うん機械の利用に際しては、トラクタエンジンの持つ能力を生かし切れていない。本研究は、トラクタのPTOを利用して発生させた高い電圧の直流電流を、耕うん機械を介して土壌中に流し、けん引抵抗を低減させてトラクタエンジンの持つ能力を発揮させ、より小さいトラクタで耕うんしようとするものである。土壌の電氣的性質の調査、土槽実験による実証、並びに実機を用いた実験により、その効果を明らかにしたもので、評価すべき主要な点は次のとおりである。

1. 土性の異なる試料を用い、含水比、電極に作用する圧縮圧力を変えて、直径75mm、長さ約90mmの円柱状土壌の電気伝導度を求め、パラメータ相互間と電気伝導度の関係について、多くの新しい知見を得た。またこれらのパラメータの電気浸透によって流出する水量への影響を明らかにした。
2. 土槽実験によりスライダの摩擦抵抗が電気浸透によって変化する様相を明らかにした。まず、潤滑作用のある部分とない部分からなる合成モデルを導出して、スライダと土壌間の摩擦抵抗を解析し、摩擦抵抗に関係するパラメータを明らかにした。次いで、土性、接触圧力、荷電電圧およびけん引速度を変えて滑り抵抗を求め、シルト質土壌では最大33.7%，砂壤土で16.5%低減できた。また浸透水による土壌と金属表面間の潤滑作用は水の浸透性の良好でない土壌に対して効果的であることも明らかにした。
3. 基礎実験をもとに、京都大学の高槻農場と附属高原牧場で実用化のために、弾丸暗渠穿孔機を用い、ディスクコールドと弾丸（修正球）を陽極とし、破碎つめと支持刀を陰極として、電気浸透のけん引抵抗

低減に及ばず効果を求めた。高槻農場ではけん引抵抗を13%低減でき、土壌に加えた電気エネルギーに対して低減されたエネルギーの比も3.68で、エネルギー的にも効果がある結果を得た。しかし、土壌条件によっては、必ずしも良い結果が得られるとはかぎらない。

4. 通電中の土壌内部の3次元等電圧線図を求め、人間工学的立場から人に対する影響を調査し、農作業にとって安全であることを明らかにした。加えて、本研究の電気浸透耕うん機器が **Site Specific Crop Management** の土壌センサとして利用できることを提案している。

以上のように、本論文は電気浸透によって流出した水を潤滑剤として利用し、けん引方式の耕うん機械のけん引抵抗を低減させようとして、その効果を実証し、かつ土壌の電氣的性質の解明、安全性の証明及び設計資料の提供を行ったもので、農用作業機械学、農業機械設計および農作業のエネルギー低減に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成9年2月14日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。