

委託試験成績（平成26年度）

担当機関名、部・室名	東京農工大学 大学院農学研究院 農業環境工学部門 (澁澤研究室)
実施期間	平成26年度
大課題名	I 大規模水田営農を支える省力・低コスト技術の確立
課 題 名	土壌・栽培情報価値の可視化による精密農業モデルの構築
目 的	土作りは営農管理の原点であり、従来の土壌管理と異なる連続的なデータ測定により、圃場の特徴や空間的バラツキの把握を可能とするシステムを構築する。経験と勘を裏付けるデータを可視化し、データに基づき生産者の判断と営農管理を支援し、品質や収量の均一安定化を狙う。 具体的には、土壌マップと収量マップを作成し、ほ場への窒素等の収支バランスの把握やほ場理解および施肥管理を支援するほ場ベースGISを提供する。
担当者名	澁澤 栄・小平 正和・李 恵
<p>1. 試験場所： 福島県 東白川郡矢祭町 東館字蔵屋敷 12-1 農業法人 でんばた （水田圃場）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>試験区圃場：圃場No.1（100m×30m、0.3ha）、圃場No.2（100m×30m、0.3ha）、圃場No.3（30m×65m、0.2ha）、圃場No.4（100m×30m、0.3ha）、圃場No.5（98m×42m、0.35ha（変形圃場））合計1.45ha</p> <p>栽培品種：こしひかり、移植栽培、6条植え</p> <p>栽培方法：慣行栽培、収穫のみ委託試験の作業機都合とした</p> <p>供試装置：リアルタイム土壌センサ シブヤ精機製 型式：SAS2500 （トラクタ ヤンマー製 型式：EG65 EcoTra、セミクローラータイプ） 収量コンバイン ヤンマー製 型式：AG6114試験機 6条刈り</p> <p>試験実施状況</p> <p>（1）収量予備調査サンプル収集と収量 平成26年9月21日、圃場No.5にて収量予備調査実施 （3ライン、各ライン6サンプル、計18ヶ所から株サンプルを収集） 収量コンバインのグレインタンクから11回モミサンプルを収集 収穫した圃場No.5のモミは単独で乾燥機へ張込みし、圃場No.1と3は混合張込み。 圃場No.2はカントリーエレベータへ張込んだので玄米重量等のデータ記録なし。</p> <p>（2）収量コンバイン（収量マップ） 平成26年9月22日、圃場No.1、2、3、5（No.4は既に収穫済）の穀粒流量測定</p> <p>（3）リアルタイム土壌センサ（土壌マップ） 平成26年9月23日、圃場No.1、4、5の土中スペクトル測定 平成26年9月24日、圃場No.2の土中スペクトル測定 圃場No.3は高水分の場所が多く未実施 検量線解析用土壌サンプル118点採取 観測土壌深さ：0.1m（設定値） 観測速度：0.28m/s</p>	

3. 試験結果

(1) 収穫前に収集した株サンプル18個の全質量、株全長、茎数、穂数を測定した(表1)。収量コンバインで収穫中に11回、グレインタンクからモミをサンプリングし、現地でモミ、玄米水分量を測定した(表2)。収量コンバインで収穫したモミは圃場No.5については単独で乾燥機へ張込みをおこない、圃場No.1と3は混合して乾燥機へ張込み、玄米とくず米の重量を記録した(表3)。圃場No.2の記録はない。

(2) 収量コンバインで4圃場の収穫作業をおこない、モミ水分と穀粒流量データを収集した。モミ水分はセンサ不具合のため今回は記録できなかった。単独張込みをおこなった圃場No.5の収量マップを作成した(図1)。

(3) リアルタイム土壌センサで4圃場の土中スペクトルデータの収集をおこなった。各圃場で収集した(スペクトルデータ数, 観測ライン数, 土壌サンプル数)は、No.1(566, 6, 10)、No.2(613, 7, 10)、No.4(671, 7, 10)、No.5(1609, 20, 88)であった。土壌サンプルは合計118サンプル収集し、含水比と有機物含有量、pH、ECの分析は農工大で実施した。有効態リン酸と交換性カリ、交換性石灰、苦土・カリ比、石灰・苦土比、石灰飽和度、塩基飽和度、可溶性銅、可溶性亜鉛、易還元性マンガン、熱水可溶性ホウ素、熱水抽出性窒素、全窒素、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸吸収係数、塩基置換容量、仮比重、全炭素および炭素率は農産化学研究所(十勝農業協同組合連合会)へ分析依頼した。可給態ケイ酸と遊離酸化鉄は住化分析センターに分析依頼した。検量線解析に使用したサンプルは平成25年度に収集したサンプルを含めた306サンプルを用いた。1月末時点で得られた化学分析値は農工大分析項目である。検量線解析は含水比と有機物含有量およびECについて実施した。検量線のValidation精度はアウトライヤーの削除をおこない、3項目ともに $R^2 \geq 0.9$ を得た(表4)。単独張込みをおこなった圃場No.5における含水比と有機物含有量およびECのマップを作成した(図2)。

4. 主要成果の具体的データ

表1 18ヶ所から採取した株サンプルの調査結果

株サンプル (ライン番号)	根域採取寸法 (cm)			株全重 (g)	株全長 (cm)	茎数 (本)	穂数 (枚)	重さ (g)				水分 (%)	
	X	Y	Z					根	茎	モミ (乾燥前)	モミ (乾燥後)	モミ	玄米
1-①	19.7	18.0	15.0	350.6	100.5	16	16	5.1	30.7	31.1	24.3	13.9	13.3
1-②	27.2	14.5	13.7	368.6	99.1	21	21	5.3	35.6	41.4	36.9	14.0	13.6
1-③	35.0	14.5	14.0	354.5	99.5	19	19	4.8	28.5	28.6	23.7	13.7	13.6
1-④	27.5	12.6	14.6	322.4	97.6	16	16	4.9	24.8	28.3	23.4	13.6	13.5
1-⑤	28.2	14.3	15.0	353.0	104.5	16	16	4.9	25.6	31.5	26.6	14.4	13.8
1-⑥	27.4	15.0	12.5	346.4	100.9	16	16	4.7	23.5	29.8	25.2	13.6	13.3
2-①	23.0	14.5	12.5	319.6	102.5	18	18	3.9	26.0	29.0	23.6	13.5	13.2
2-②	26.0	19.0	15.0	343.3	97.8	22	22	8.2	31.4	36.1	31.4	13.2	13.1
2-③	26.5	17.6	13.0	301.5	102.2	8	8	2.7	14.5	16.0	11.3	13.3	13.0
2-④	30.0	16.8	11.2	335.5	98.6	22	22	6.1	30.1	36.9	32.1	13.4	13.0
2-⑤	26.5	19.8	15.5	361.1	95.1	20	20	6.3	26.4	33.5	28.7	13.3	13.0
2-⑥	30.2	19.7	12.1	353.9	105.9	13	13	5.0	27.3	33.6	28.8	13.1	12.9
3-①	27.2	12.2	10.5	345.9	106.5	20	20	2.8	23.7	25.4	20.7	13.2	13.0
3-②	26.2	14.6	10.4	342.2	100.0	15	15	3.3	22.7	28.0	23.1	13.3	13.0
3-③	28.5	13.3	16.3	335.8	94.6	12	12	4.1	20.2	19.0	14.1	13.0	12.7
3-④	27.8	13.5	14.7	368.2	102.1	23	23	6.1	39.9	33.5	28.3	13.0	12.6
3-⑤	26.5	15.3	16.4	321.7	92.7	9	9	2.0	15.1	17.8	12.9	12.9	12.5
3-⑥	22.8	20.2	8.2	368.7	96.9	22	22	9.0	36.7	28.6	23.4	12.7	12.5

表2 収量コンバインのグレインタンクから回収したサンプルの水分量

サンプル 番号	水分 (%)	
	モミ	玄米
1	24.4	19.6
2	27.6	19.9
3	23.3	19.6
4	22.7	19.4
5	22.0	19.5
6	21.1	19.2
7	22.0	19.4
8	22.2	19.4
9	22.1	19.2
10	21.7	19.4
11	21.8	19.3
平均	22.8	19.4

表3 圃場の収量

圃場番号 (No.)	玄米重量 (kg)	くず米重量 (kg)	玄米収量 (kg/10a)	くず米率 (%)	玄米 品位検査	放射線 全袋検査
1, 3	2,165	186	433.0	8.6	1等	ND
5	1,472	174	420.6	11.8	1等	ND



図1 収量コンバインによる圃場No. 5の穀粒流量マップ

表4 PLS解析結果

項目	F	N _{Val}	化学分析値			Full-cross Validation			
			レンジ	レンジ _{Cal}	S.D. _{Cal}	RMSE _{Val}	R ² _{Val}	RPD _{Val}	Acry
EC	6	306	0.01 - 0.09	0.01 - 0.09	0.02	0.01	0.85	2.59	B
	5	285		0.01 - 0.07	0.02	0.01	0.90	3.16	A
SOM	6	306	4.74 - 8.13	4.74 - 8.13	0.57	0.37	0.58	1.54	D
	7	207		5.18 - 7.83	0.52	0.16	0.90	3.18	A
MC	6	306	22.02 - 51.53	22.02 - 51.53	7.86	2.16	0.89	3.63	B
	4	288		22.02 - 50.83	7.78	2.45	0.90	3.18	A

*F : 要因数

*N_{Val} : サンプル数

*Acry : 評価

*RPD : S. D. _{Cal} / RMSE_{Val}

Acry	評価 (定量的予測値として)	R ² _{Val}	RPD _{Val}
A	信頼できる	Excellent	> 0.90 & > 3.0
B	使用可能	Good	0.82-0.90 & 2.5-3.0
C	おおよその予測可能	Approximate quantitative prediction	0.66-0.81 & 2.0-2.4
D	高いか低いかの区別可	Distinguish between high and low	0.50-0.65 & 1.5-1.9
E	不可	Not usable	< 0.50 & < 1.5

×：土壌サンプル収集地点、・：スペクトルデータ収集地点、+：圃場端
圃場サイズ：長辺98m×短辺42m（変形圃場）

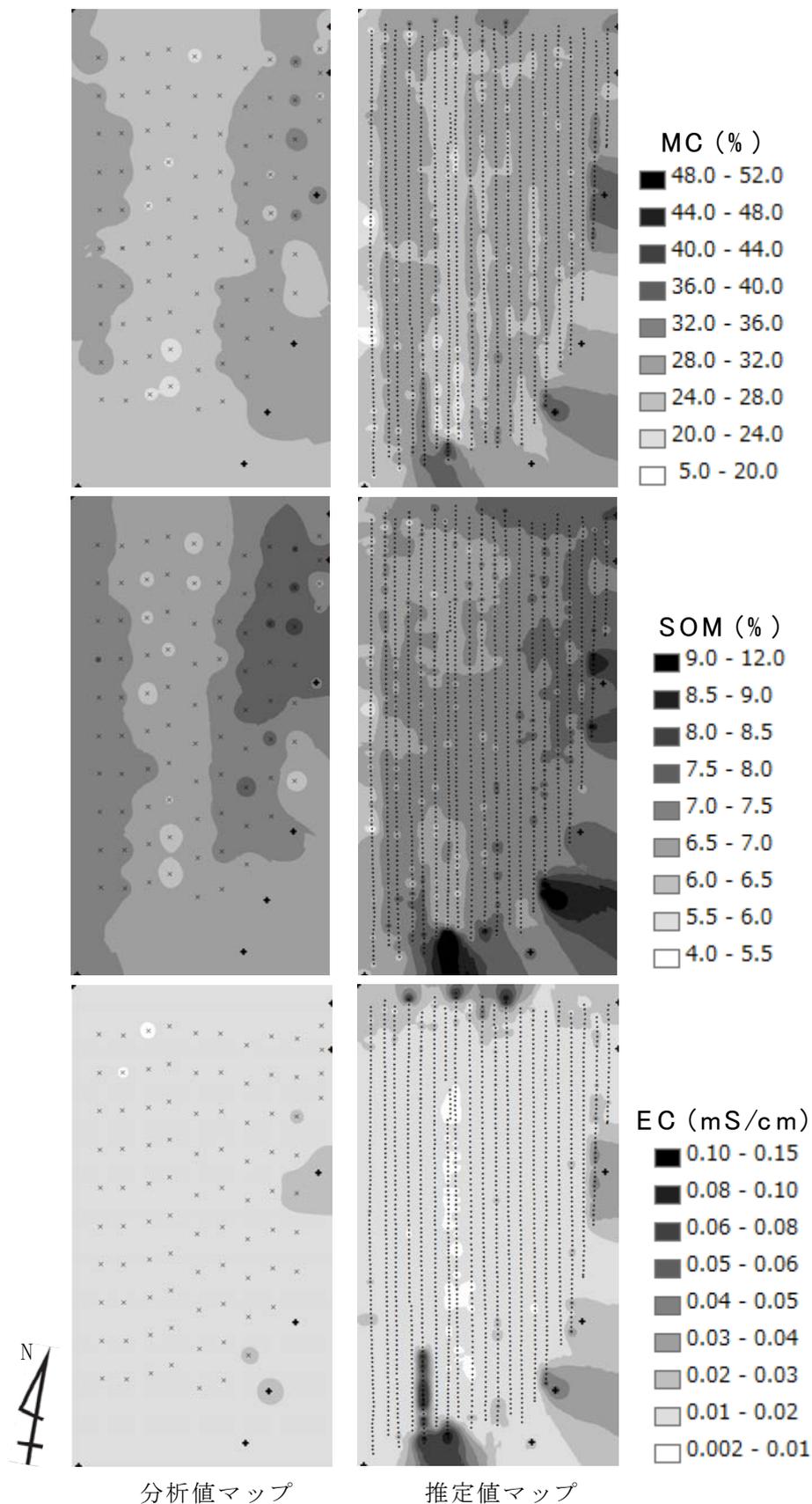


図2 分析値とリアルタイム土壌センサによる圃場No. 5の土壌マップ

- 5. 経営評価
検討予定
- 6. 利用機関評価
検討予定
- 7. 成果の普及
検討予定
- 8. 考察

9. 問題点と次年度の計画

平成26年8月中旬以前は生育進み9月10日前後が収穫時期と生産者が判断し、作業機手配日程調整をおこなった。8月中旬以降の天候不良により収穫時期が9月下旬になり、作業機手配等の日程変更が不可能であったことから青米が若干認められる状況で、生産者の合意を得て試験日程後半の収穫作業となった。

リアルタイム土壌センサの測定位置はGPSデータとのズレが少ないが、収量コンバインのGPSデータと穀粒流量測定には遅れ(むだ)時間があるため、収量マッピング時に位置補正が必要であった。本結果では補正していない。また、リアルタイム土壌センサは海上保安庁管轄のDGPS基地局信号(犬吠埼または浦安など)が供試圃場では受信できなかったことから測位精度はGPSレベルである。土壌診断基準範囲の土壌サンプル収集を圃場から効率的に収集することが困難であった。本試験で得られた検量線精度は解析に用いられた化学分析値範囲の検量線である。本検量線が異なる土性に対応可能か検証する必要がある。

圃場内における土壌マッピングと収量マッピングの活用方法については生産者とメーカーおよび栽培等の有識者の意見を踏まえ、土壌センシングと収量コンバイン刈入れ方法および測定・評価項目について次年度は検討をおこないたい。

10. 参考写真



リアルタイム土壌センサ



収量コンバイン



土壌サンプリング



18株サンプル