

土砂堆積水田における 農業機械の走行性判定のための調査事例

フィールド科学教育研究センター 伊藤道秋
生産環境科学科 中野和弘

はじめに

氾濫によって流された土壌が水田表層に堆積された場合の水田における機械作業、すなわちトラクターや田植え機、コンバインなどの走行において、その可能性の有無を検討する必要がある。通常年であれば収穫直前となる9月中旬に調査を行った。調査対象とした信濃川河川敷水田に沈殿堆積された土壌の粒子径は小さく、乾燥とともに収縮、亀裂を生じ、表層は比較的硬くなっていた。

1. 調査日 2004年9月13日

2. 調査地域

加茂市五反田

調査水田(育種研究室の調査水田のうち2箇所)

①地点; 地番474 萱森照峰氏圃場

⑥地点; 地番480 萱森照峰氏圃場

3. 調査項目

堆積土の物性調査のための土壌採取と以下のような現場試験を行った。

①含水比・土壌三相(孔隙率); 100cc採土缶

②貫入抵抗; コーンペネトロメーター

③ベーンせん断抵抗; SR-II型試験機

④矩形板沈下測定; SR-II型

(大) 50×100mm

(小) 25×100mm

4. 調査結果

1) コーン貫入抵抗 (図1 ①圃場 ⑥圃場)

両圃場共通して、深さが30cmを越えるあたり

まで全く支持力の弱い堆積層があり、その後貫入抵抗は①圃場で0.7~1.0MPa、⑥圃場で0.7MPa程度まで上昇するものの、深さが増すにつれて抵抗が上昇するといった傾向が見られないまま推移し、本来の耕盤に達したところで急上昇している。これらの波形から、本来の作土深を15~18cm程度と考えると、①圃場では60cm超、⑥圃場で約40cmの堆積深が予想される。

後述するように、30cmを越えるあたりまでの堆積層とそれ以下の層とで貫入抵抗が異なるのは、土砂流入と沈殿を考えた場合に、沈殿速度の違いすなわち土粒子の大きさや比重が異なっているものと考えられる。

これら支持力の弱い上層土ではトラクターの走行に困難を来すことは明らかである。このことは、判定基準とともに後述するが、乾燥によって固結するならばまた異なった条件となる。

2) 矩形板沈下量

①圃場

小型矩形板 (25 cm²)

荷重 Kg	5	10	15	20	25	30	35
圧力 kg/cm ²	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
沈下量 cm	0.5	0.8	1.5	2.0	5.0	---	---
平均	0.1	0.15	0.5	0.9	3.1	(14.3)	---

---は連続的に沈下が進行

大型矩形板 (50 cm²)

荷重 Kg	5	10	15	20	25	30	35
圧力 kg/cm ²	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
沈下量 cm	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	1.0
平均	0.05	0.15	0.2	0.25	0.3	0.5	0.7

コーン貫入抵抗
→MPa

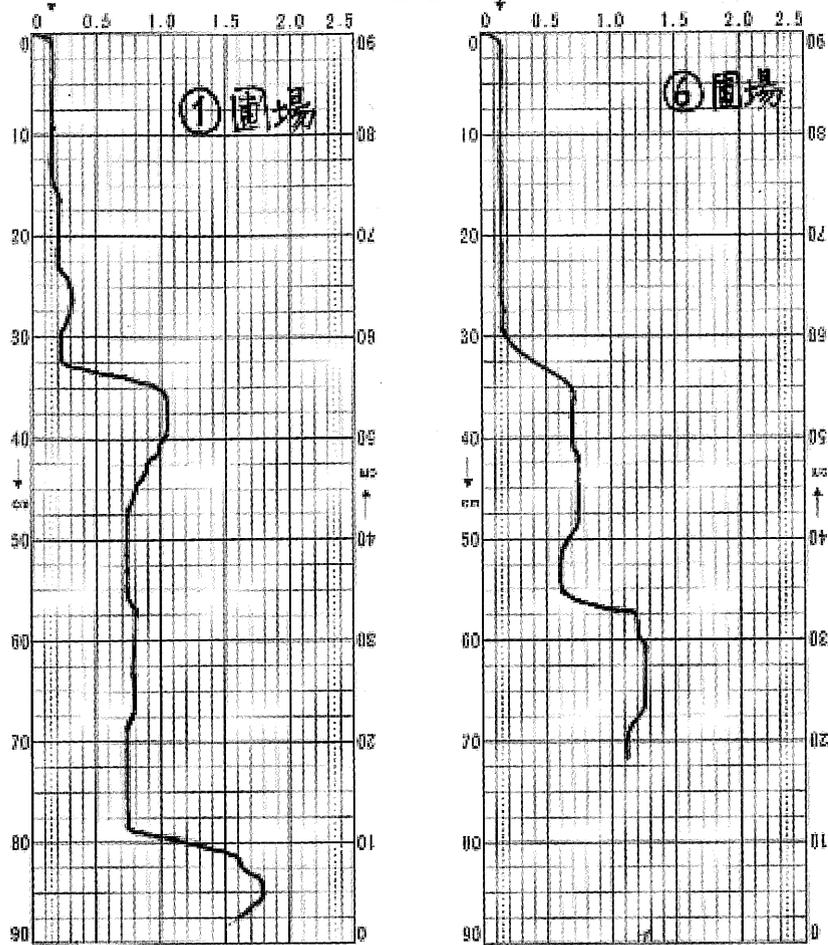


図1 コーンペネトロメータによる貫入抵抗
(縦軸；深さ cm)

⑥圃場

小型矩形板 (25 cm²)

荷重 Kg	5	10	15	20	25	30	35
圧力 kg/cm ²	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
沈下量 cm	0.1	0.2	0.2	0.3	0.7	---	---
平均	0.1	0.15	0.5	0.9	3.1	(14.3)	---

大型矩形板 (50 cm²)

荷重 Kg	5	10	15	20	25	30	35
圧力 kg/cm ²	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
沈下量 cm	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4
平均	0.1	0.1	0.15	0.2	0.3	0.35	1.4

3) せん断抵抗・摩擦抵抗

①圃場

荷重 Kg	5	10	15	20	25	30	
応力 MPa	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	
せん断	トルク N-cm	-	7.5	7.5	8.5	11.0	10.0
	せん断抵抗 N/cm ²	-	3.8	3.8	4.3	5.5	5.0
摩擦	トルク N-cm ①	2.0	3.5	3.5	4.0	4.5	5.0
	〃 ②	2.0	3.5	4.0	3.0	5.0	5.0
	平均	2.0	3.5	3.8	3.5	4.8	5.0
	摩擦抵抗 N/cm ²	1.0	1.8	1.9	1.8	2.4	2.5

⑥圃場

荷重 Kg	5	10	15	20	25	30	
応力 MPa	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	
せん断	トルク N-cm	-	6.0	7.0	8.5	10.0	11.0
	せん断抵抗 N/cm ²	-	3.0	3.5	4.3	5.0	5.5
摩擦	トルク N-cm ①	1.0	2.0	2.5	3.0	3.5	3.5
	〃 ②	2.0	2.0	3.0	3.0	3.5	3.5
	平均	1.5	2.0	2.8	3.0	3.5	3.5
	摩擦抵抗 N/cm ²	0.8	1.0	1.4	1.5	1.8	1.8

4) 含水比・土壌三相

調査地	含水比 %	三 相 %			孔隙率 %	真比重	仮比重
		気相	液相	固相			
① 圃場	75.03	14.49	59.91	25.40	74.40	3.14	0.80
	83.78	2.28	67.18	30.54	69.46	2.63	0.80
	61.99	9.56	53.28	37.16	62.84	2.31	0.86
	73.60	8.78	60.12	31.03	68.90	2.69	0.82
⑥ 圃場	67.66	6.50	59.81	33.69	66.31	2.62	0.88
	55.08	21.86	46.76	31.58	68.62	2.69	0.85
	61.59	13.78	53.15	33.07	66.93	2.61	0.86
	61.44	14.05	53.24	32.78	67.29	2.64	0.86

5. 考察

1) 矩形板沈下量から見たトラクターの水田走行可能性

水田におけるトラクターの走行の可否についての判定を行うにあたって、その基準となる値は一般化されており以下の表に示す。そのうちの矩形板沈下量を実測した値と比較すると、①圃場で30kgの荷重で、⑥圃場で35kgの荷重でどこまでも沈下する状態となり、この基準が40kgの荷重であることを考慮すると、両圃場とも調査時の条件においてトラクターの走行は不可能といえる。

土壌が乾燥した場合での走行は可能といえるが、この堆積土壌をそのままにして耕盤形成を施さないままでは耕うん作業時や秋のコンバイン作業時の湿潤条件を考えると、トラクターなどの走行に困難を来すものと考えられる。

さらに検討を深めるためには、土壌の粒度分布、コンシステンシー(液性限界、塑性限界)などのデータとあわせて見る必要がある。

表5 トラクターの水田走行可能判定基準

	測 定 法								
	円錐貫入抵抗値 (MPa)			矩形板沈下量 (cm)			足跡深さ (cm)		
判定基準	ロータリー耕	ブ라우耕	ブ라우耕(ガードル付)	ロータリー耕	ブ라우耕	ブ라우耕(ガードル付)	ロータリー耕	ブ라우耕	ブ라우耕(ガードル付)
作業容易範囲	0.5以上	0.7以上	0.4以上	6以下	0	4以下	2以下	0	1以下
作業可能範囲	0.3 ~ 0.5	0.4 ~ 0.7	0.2 ~ 0.4	6~10	0~3	4~11	2~5	0~2	1~5
作業不可能範囲	0.3以下	0.4以下	0.2以下	10以上	3以上	11以上	5以上	2以上	5以上