

# HYDRUS 2-D による暗渠排水特性の解析

Analysis of Conduit Drainage Characteristic by HYDRUS 2-D

古賀大輔\* 甲本達也\* 宮本英揮\*

KOGA Daisuke KOUMOTO Tatsuya MIYAMOTO Hideki

## 1. はじめに

有明海沿岸の低平地水田地帯には、難透水性の有明粘土が広く分布している。そのため、農地の慢性的な排水不良が問題となっており、排水の向上を目的として、多くの農地に暗渠が施工されている。ところが、暗渠の埋設深や間隔においては、土の水分特性や利用目的に応じた明解な施工基準についての情報は乏しく、多くの農地で経験則に基づく施工が多くなされている。本研究では、水分移動特性の異なる2種類の土を対象に、2次元数値解析により土中の水分動態を調べ、暗渠の埋設深や埋設間隔が排水特性へ及ぼす効果について検討した。

## 2. 計算方法

2次元数値解析にはHYDRUS 2-Dを用い、土はHYDRUS 2-Dの参照データよりSiltとSilty Clayを引用し、計算に用いた。各土の水分特性曲線と、そのvan GenuchtenパラメータをFig.1に示す。井森・藤村(2000)が測定した初殻のデータもFig.1に併記した。Siltは飽和透水係数 $K_s$ が6 cm/dayで、サクションが10 cmを超えると体積含水率が大きく低下する。Silty Clayは、 $K_s$ が0.5 cm/dayとSiltより1オーダー小さく、サクションの増加に対しては緩やかに低下する。

計算領域の模式図、境界条件、メッシュの一例をFig.2に示す。地下水深が1 cmで下端まで静水圧分布となるように初期条件を与え、水分飽和状態からの排水を考えた。領域上端面は大気に解放し蒸発や降雨などの水収支はゼロ(大気境界条件)、左右両端および下端の境界面には水収支がゼロ(ゼロフラックス)として、境界条件を与えた。なお、ゼロフラックスを与えた左右の境界面では、水分はその面を軸として対称にふるまうと考えられる。

有限要素メッシュは、格子作成プログラムMesh Gen 2Dを用いて作成した。暗渠の埋設深 $h$ は30 cm, 50 cm, 70 cmの3種類とし、埋設間隔 $d$ は3 m, 5 m, 10 mの3種類を考えた。暗渠直上をA地点、領域右端の境界をB地点(暗渠間の中央に相当)とした。そして領域内部の圧力水頭と体積含水率、暗渠口からの排水量の経時変化を評価した。

## 3. 結果と考察

暗渠の間隔 $d = 10$  mで、 $h = 30$  cm, 50 cm, 70 cmのSiltにおける暗渠直上A1および暗渠間中央B1の経時変化をFig.3に示す。各条件の $\theta$ は時間とともに減少するものの、表面と暗渠口が与える水頭差の大小に基づき、埋設深 $h$ が小さいほどゆっくり低下し、

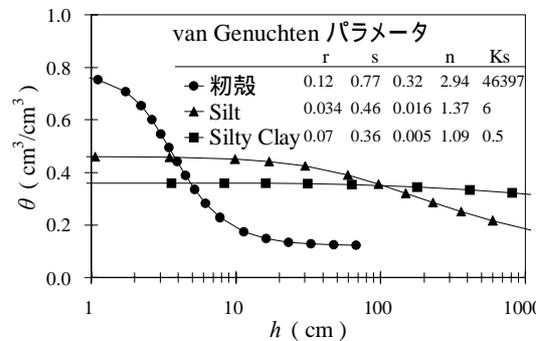


Fig.1 水分特性曲線  
Water retention curve.

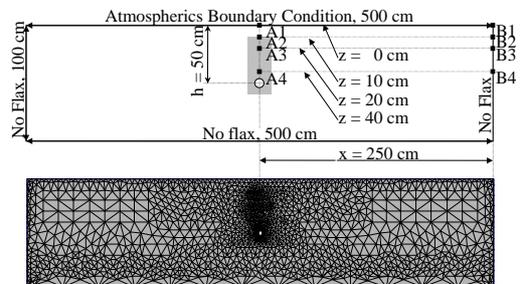


Fig.2 計算条件とメッシュの一例  
Schematic diagram and Finite element mesh.

\*佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga University

キーワード：粘性土, 暗渠排水, 2次元数値解析, 埋設深, 埋設間隔

また低下量も小さい。暗渠直上から最も離れた B1 においても A1 と同様の低下を示すが、低下はさらにゆっくりとしており、 $h$  による較差は小さい。同様の  $h$  の効果は、 $d = 3$  m および 5 m の場合においてもみられた。

埋設深  $h = 70$  cm の Silt で、 $d = 3$  m、5 m、10 m における の経時変化を Fig.4 に示す。A1 における は、埋設間隔によらず時間に対して等しい低下を示した。一方、B1 では埋設間隔が大きいほど の低下は小さく、暗渠直上から離れた位置ほど埋設間隔の効果が顕著である。同様の変化、 $h = 30$  cm および 50 cm の場合にもみられた。

農業土木学会(1973)によると、降水後 2~3 日 および 7 日後の地下水位を、暗渠の施工の判断基準として提案している。Fig.4 の  $h = 70$  cm の Silt および Silty Clay において、 の低下が最も小さい暗渠間中央部 B1 においての 1, 3, 7 日後の地下水位(GWL)を Table 1 に示す。各条件とも埋設間隔が小さいほど、地下水位が速やかに低下した。初期地下水位は -1 cm であるが、特に 1 日後までの低下が大きい。各時刻で Silt と Silty Clay の地下水位を比較すると、最大で 6.5 cm の差がみられた。

また、Fig.4 と同じ条件において、暗渠口からの総排水量と粗殻層の総水分変化量の差を領域の長さで除した単位長さあたりの流量  $Q/L$  の経時変化を Fig.5 に示す。各条件とも時間とともに  $Q/L$  は増加するが、特に排水開始直後における増加が大きい。また、Silty Clay は Silt の 5 分の 1 程度と小さく、間隔による較差はさらに小さい。Silty Clay は Silt に比べ暗渠口が与える水頭差に対して、水分の保持能が高く、 の減少量が小さいこと、また透水係数が低いことなどが、こうした排水特性の違いの原因と考えられた。

#### 4. おわりに

今後は、気象条件や植生などを考慮した場合を考慮した解析を行うとともに、圃場実験や室内実験を行い、暗渠排水特性についてさらに詳しく調べる予定である。

<参考文献> 井村・藤村(2000): 農土誌, 6(22), 652-653.

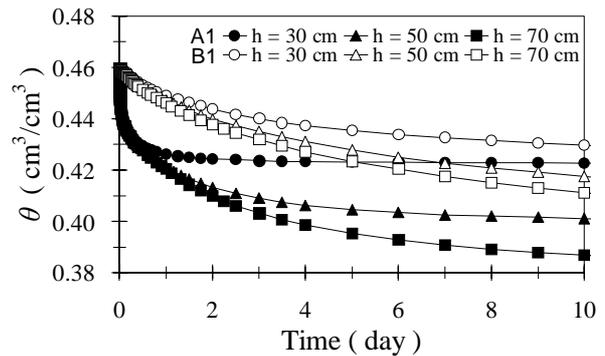


Fig.3  $d = 10$  m における体積含水率の経時変化  
Volumetric water content for  $d = 10$  m.

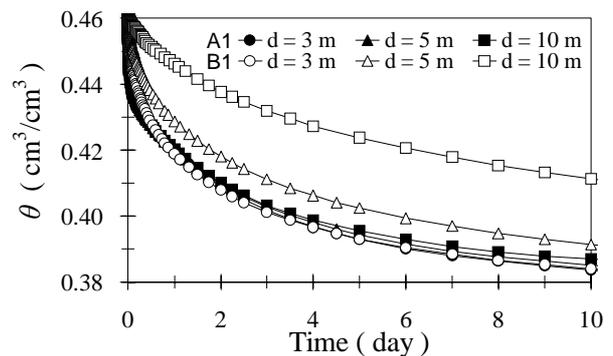


Fig.4  $z = 70$  cm における体積含水率の経時変化  
Volumetric water content at  $z = 70$  cm.

Table 1 観測点 B1 における地下水深の変化  
Grand Water Level at B1.

Soil	Time (day)	GWL (cm)		
		3 m	5 m	10 m
Silt	1	-46.3	-32.3	-11.6
	3	-57.5	-46.2	-20.8
	7	-65.7	-57.1	-29.0
Silty Clay	1	-46.7	-34.3	-13.7
	3	-53.2	-46.3	-25.2
	7	-60.2	-54.5	-36.5

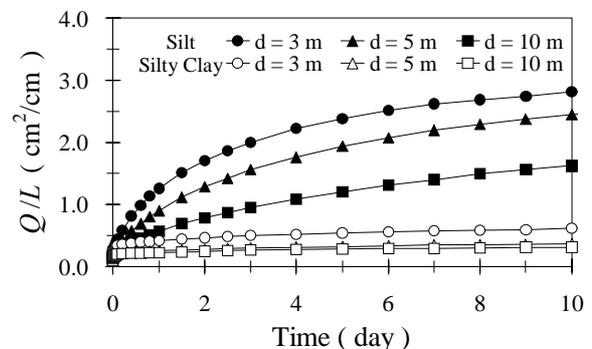


Fig.5 単位長さ当りの排水量  $Q/L$  の経時変化  
Drainage per unit  $Q/L$ .

農業土木学会(1973): 農土誌, 41(9), 575-596.