

台地畑における洪水緩和機能の測定と評価
(農地の洪水緩和の研究 3)

Monitoring and Evaluation of Flood Mitigation Capacity in Dry Terrace Field

辻 英樹* 今西 雄二* 塩沢 昌* 吉田 貢士*

Hideki TSUJI, Yuji IMANISHI, Sho SHIOZAWA, Koshi YOSHIDA

1.はじめに

農地の多面的機能の一つに洪水緩和機能がある。この機能は水田において注目されている場合が多いが、畑地は表土の透水性がよければ不飽和土壌水と地下水への降雨貯留があるため、浸透を妨げられる水田よりもこの機能は高いことが予想される。特に我が国の畑地は地下水位の深い台地や山麓に多く分布しており、また、表土層は透水性の比較的高い火山灰土壌が多いため、強い降雨でも土中に浸透する割合が高いと考えられる。

本研究では長期間にわたり、台地上の畑からの流出と流域の地下水位の測定を行った。さらに、実測データに基づき流域特性を表すタンクモデルを作成し、このモデルから計算される「ピーク流量緩和時間」を指標として他流域と比較することにより、畑地の持つ洪水緩和機能を定量的に評価した。

2.調査対象地と測定項目

千葉県銚子市赤塚町の台地上の畑地(流域面積 2.0ha)を対象地とした。階段状の台地と斜面の圃場では、秋から冬にかけてキャベツが栽培されている。谷の下部には承水路が整備されており、複数の承水路が一本の排水路に集まるようになっている。常時、排水路には地下水の流出による流量があり、大きな降雨の発生時には斜面下部の地下水位が地表面まで上昇して表面流出が生じるとみられる。

この流域の下端部の排水路(U字溝)内にステンレス板の四角越流堰を設け、水位センサーで越流水深を測定してデータロガーに記録し、流量を求めた。四角堰下流には落差部分があり、現地調査時にバケツで流量を測定して、水位センサーと越流公式から計算される流量と比較し、越流係数を確認した。雨量は転倒ます雨量計で測定した。また流域上部の畑内に一カ所、地下水位観測井を設け、地下水位変動を観測した(Fig.1)。

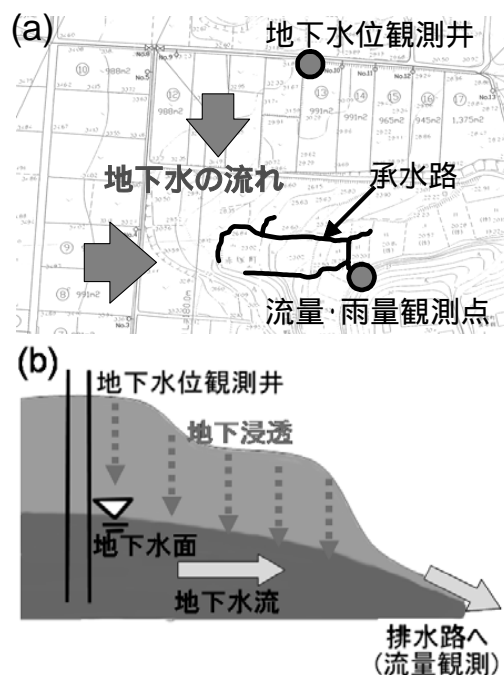


Fig.1 流域の平面図(a)と断面模式図(b)
Plain view(a) and type cross-section view(b)
of study area

Table.1 解析に用いた降雨イベント
Main rainfall events

降雨開始日	総降雨量 (mm)	最大流量 (mm/h)	最大貯留量変 化(mm)
2006/8/8	108	1.8	41
2006/9/27	113	5.4	60
2006/10/5	217	6.7	65
2007/5/25	133	2.8	56
2007/10/27	122	4.5	57

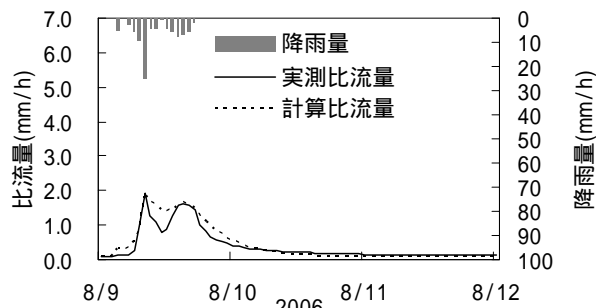


Fig.2 比流量と雨量
Specific runoff and precipitation

[所属]*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agric. and Life Sciences, The Univ. of Tokyo
[キーワード]洪水緩和、流出特性、タンクモデル、ピーク緩和時間

3.結果と考察

流量と地下水位変化

2005年11月から測定を開始したが、水位計の不調や堰に枝や葉が引っかかりたり土砂で埋まったりなどのトラブルにより、解析に使える流量データが得られた大きな降雨は全部で5回であった(Table.1)。最大流量は総降雨量(一回の雨量)とは対応せず、降雨パターンによって異なることがわかる。Fig.2、Fig.3に実測例を示す。流量は流域面積2.0haで割って比流量で表した。

Fig.4に地下水位変動を示す。小さな降雨に対しては、浸潤が地下水面に達せず不飽和層の水分増加のみとなるため、地下水位変動がほとんど見られない。それに対し、大きな降雨の浸潤は地下水面に即座に達し、地下水位を上昇させている。2007年7月14日からの降雨では、地下水は1mも上昇した。もし流域平均で1mの地下水位上昇があったとすれば、有効間隙率を0.2として、これは200mmもの貯留量増加に相当する。

タンクモデル同定とピーク緩和時間の算出

タンクモデルは二段で、上段側孔は3つ、下段は1つとした。下段タンクの初期水深は5つの大降雨ごとに、降雨前の流量から決定した。実測流量に対し最小2乗法を適用してパラメータを同定したところFig.5のようになった。計算結果をFig.2,3に示す。

同定したタンクモデルから「ピーク緩和時間」を計算した。最大貯留量変化が65mmであったことを考慮して、 t_{50} を求めた。 t_{50} は $R=50\text{mm}$ の瞬間降雨をタンクモデルに与えてこれに対するピーク流量を求め、降雨前の定常流量からの増分を $Q_{\text{max},50}$ として、

$t_{50}=50/Q_{\text{max},50}$ で計算される。この結果、 $t_{50}=22\text{h}$ となり、水田の t_{50} および樹園地・植林地について文献のタンクモデルから計算した t_{50} と比べて、調査地の t_{50} は大きな値となった(Table.2)。これより、この台地畑の洪水緩和機能が大きいことがわかる。これは、土壌の透水性が高く、台地の地下水と不飽和層の貯留容量が大きいためであると考えられる。

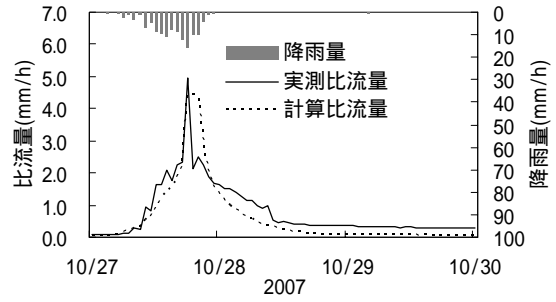


Fig.3 比流量と雨量
Specific runoff and precipitation

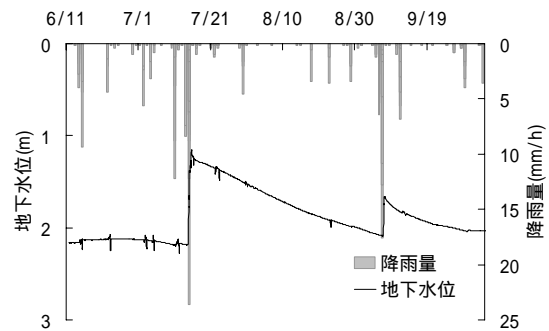


Fig.4 地下水位変動
Groundwater level

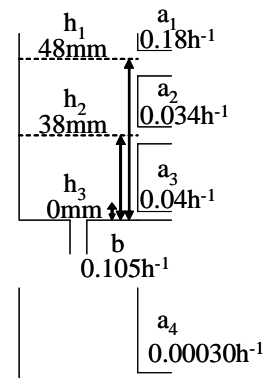


Fig.5 タンクモデルの各パラメータ
Estimated tank model parameters

Table.2 t_{50} の流域比較
Comparison of t_{50} with another type of field

	$t_{50}(\text{h})$	$Q_{\text{max},50}(\text{mm/h})$
畑地(本研究)	22	2.3
水田灌漑期 ¹	5.1	9.8
水田非灌漑期 ¹	14	3.6
樹園地 ²	12	4.2
植林地 ²	17	2.9

1 浜口ら(2008)、本要旨集

2 田中丸ら(1994)の構築したタンクモデルを基に計算