

中山間水田の耕作放棄が小流域の流出特性に及ぼす影響

Changes in Runoff Characteristics of Small Basins due to Cultivation Conditions of Hilly Paddies

○吉田武郎*・増本隆夫*・堀川直紀*

Takeo Yoshida, Takao Masumoto, Naoki Horikawa

1. はじめに

中山間水田の耕作放棄の進行に伴い、水田が有する洪水緩和、斜面崩壊防止、水資源涵養等の流域保全機能の機能低下が懸念されている。中山間地における耕作放棄水田と耕作水田の流出特性の違いは、これまで主に水田一筆から数筆を単位とし、畦畔や水尻口の形状の変化や水田の土壌物理特性の変化に着目した検討が行われてきたが、水田以外の土地利用を含む流域スケールの流出特性の変化については未検討で、耕作放棄の影響範囲は明らかにされていない。そこで、土地利用や水田の耕作状態が異なる複数の小流域での水文観測に基づき、中山間水田の耕作放棄が流出特性に及ぼす影響を評価する。

2. 試験流域の選定と概要

広範囲に棚田が広がる東頸城丘陵（新潟県上越市）において面積約 1km² で流出特性の比較が可能な流域を抽出し、土地利用（森林（自然林）・水田）、水田耕作状況を把握する。

抽出した流域から耕作水田、耕作放棄水田、森林の面積率が最大のものを試験流域（耕作水田主体・放棄水田主体・森林流域）とした（表 1）。東頸城丘陵の水田土性は重粘質であり、乾燥して田面に亀裂が入ると保水力が極端に低下するため、収穫後も水を張って水田土壌の乾燥を防ぐように管理されている。また、放棄水田は放棄後 10～15 年経過しているが湿潤状態で森林への遷移は進んでいない。

3. 水文観測およびデータ解析手法

試験流域の末端において 10 分間隔（積雪期は 1 時間）で水位の瞬間値を観測し、別途流量観測により作成した水位－流量曲線を用いて流量に変換した。放棄水田主体流域、森林主体流域では 2007 年 6 月から、耕作水田主体流域では同年 8 月から河川水位の観測を開始し、3 流域とも 2009 年 11 月まで観測を行った。

3 年間の観測降雨、流出データ（10 分間隔）から、一雨雨量 20mm 以上かつ降雨強度 5mm/h 以上の 26 降雨を対象に直接流出率（直接流出量／一雨雨量）および流域保留量（一雨雨量－直接流出量）を、さらに降雨流出波形が単峰形でピークが明瞭な 7 降雨を対象に洪水到達時間、ピーク流出係数（洪水到達時間内の有効降雨強度／平均降雨強度）を算出し、流域間で比較した。

4. 水田管理の違いに着目した流出特性の比較

(1) ピーク流出係数の比較：表 2 に耕作・放棄水田主体流域における洪水到達時間およびピーク流出係数の比較を示す。ピーク流出係数の最大値は 7 日間の先行降雨量 140mm、

*（独）農研機構 農村工学研究所, National Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：中山間水田, 耕作放棄, 流出特性, 小流域

表 1 試験流域の諸元

Classification of landuse in observed basins

	耕作水田型	放棄水田型	森林型
流域面積	1.02	0.61	0.47
水田	0.37 (36.5)	0.24 (39.2)	0.02 (4.2)
耕作水田	0.30 (29.6)	0.05 (8.2)	0.02 (4.2)
放棄水田	0.07 (6.9)	0.19 (31.0)	0.00 (0.0)
山林	0.65 (64.0)	0.37 (60.5)	0.43 (90.9)

ただし、()は各地目の面積率(%)

日雨量の再起確率5年の降雨（一雨雨量65～80mm，最大降雨強度27～35mm/h）で得られ，耕作水田主体流域0.24，放棄水田主体流域0.30となる．同降雨では総降雨量と最大降雨強度が流域間で異なるため，ピーク流量の単純な比較はできないことに留意する必要があるが，この条件下で両流域に同一の降雨が発生した場合，放棄水田主体流域のピーク流量が耕作水田主体流域の1.25倍となることを示す．

(2) 直接流出率の比較：各流域の乾湿状態による直接流出率の差を表現するため，降雨前7日間の先行降雨量を指標として，それに対する直接流出率を図1に示す．耕作・放棄水田主体流域の直接流出率は降雨ごとに大小関係が異なり，降雨前7日間の先行降雨量が100mm以上の湿潤状態で両者の直接流出率に差が生じ，最大31.4%となる．他方，乾燥状態では耕作放棄の影響は無視しうるか，耕作水田主体流域の流出が放棄水田主体流域より高まる可能性がある（同図中点線部）．

(3) 流域保留量の比較：図2に耕作・放棄水田主体両流域の流域保留量を示す．両流域で得られた流域保留量の包絡線から最大流域保留量を推定したところ，耕作水田主体流域と森林流域の最大流域保留量はそれぞれ61mm，64mm（データ非表示）で同程度であるが，放棄水田主体流域では52mmとなった．最大の面積をしめる森林の影響が大きいものの，耕作放棄の進行により最大流域保留量は約10mm低下する．

5. おわりに 土地利用・水田管理状況が異なる中山間小流域での水文観測結果から，ピーク流出係数，流域保留量，直接流出率等の短期流出特性を評価した．試験流域の流出特性は中山間水田の管理状態および流域の乾湿状態で異なり，湿潤状態で放棄水田主体流域の洪水流出の増大が見られた．

表2 観測で得られたピーク流出係数

耕作水田主体流域					放棄水田主体流域				
T_p	R	Q_p	R_e	f_p	T_p	R	Q_p	R_e	f_p
-	-	-	-	-	40	46.50	0.73	4.32	0.09
40	36.75	0.49	1.72	0.05	-	-	-	-	-
40	42.75	0.35	1.25	0.03	30	47.00	0.43	2.51	0.05
50	39.60	1.65	5.82	0.15	60	37.50	1.03	6.10	0.16
90	27.66	1.86	6.56	0.24	90	22.90	1.17	6.88	0.30
50	28.20	0.73	2.59	0.09	30	28.00	0.47	2.77	0.10
80	15.37	0.80	2.82	0.18	50	16.20	0.37	2.20	0.14

T_p : 洪水到達時間 (分)
 R : 洪水到達時間内の平均降雨強度 (mm/h)
 Q_p : 最大流量 (m³/s)
 R_e : 洪水到達時間中の平均有効降雨強度 (mm/h)
 f_p : ピーク流出係数

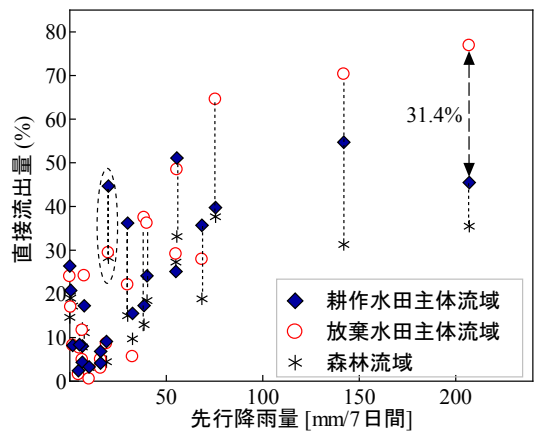


図1 先行降雨量に対する直接流出率の比較

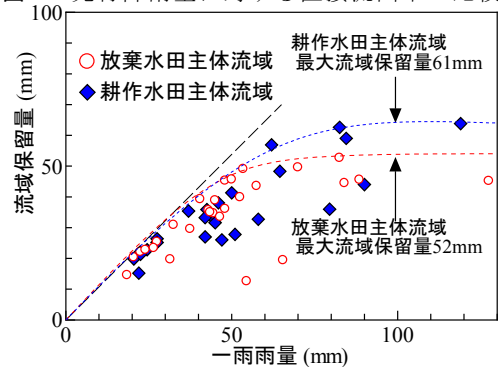


図2 耕作水田・放棄水田主体流域における流域保留量の比較