



Title	水田からの流出に及ぼす圃場整備の影響について
Author(s)	菊地, 忠昭; 菅, 和利
Description	第8回衛生工学シンポジウム (平成12年11月16日 (木) -17日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 2 環境 保全・リスク環境 . P2-12
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 8, 120-123
Issue Date	2000-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7220">https://hdl.handle.net/2115/7220</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	8-2-12_p120-123.pdf



2-12

水田からの流出に及ぼす圃場整備の影響について

菊地忠昭 (北海道大学大学院)  
菅和利 (芝浦工業大学工学部)

1. はじめに

近年、我が国における農業構造は、農業就業人口の減少、高齢化が進み深刻な問題となっている。この傾向は、特に中山間農業地域によく見られ、労働生産性が減少する傾向にある。このような現状を打開するため、中山間地域においても単位面積当たりの収穫量を増やすことを目的として、圃場の大区画化（圃場整備事業）が行われている。しかし、この圃場の大区画化は、本来水田が有していた洪水軽減機能の低下につながるなどの水文学的な見解も出されている。圃場整備が河川への流出機構に与える影響についての研究は過去にいくつか報告されているが、既存の研究では、流域単位で圃場整備を捕らえるケースが多く、圃場整備そのものがどれだけの影響を与えているのかが明確でない部分がある。そこで、本研究では中山間地域での小規模な圃場を対象とし、圃場整備が雨水流出に与える影響の検討を目的とした。まず、雨水流出量の計算法を提案し、続いて取水量をパラメーターとし、圃場整備前後における雨水流出過程の比較計算を行った。

2. 研究方法

2-1. 対象とした灌漑方法と圃場面積

圃場内での灌漑方法を図1に示す。本研究で対象とした灌漑方法は、圃場整備前後とも、田越し灌漑方式とした。田越し灌漑とは、高位の水田にいった用水を、多くの水田を経由させて、順に低位の水田へ灌漑する方法で、未整備水田の多い中山間地域にみられる灌漑方式である。圃場面積は、圃場整備前が1区画当り20(m)×20(m)(=4a)のものを9区画分、圃場整備後は1区画当り20(m)×20(m)(=12a)のものを3区画分とし、圃場総面積は整備前、整備後共に3600(m<sup>2</sup>)(=36a)とした。

2-2. 圃場内からの雨水流出計算方法

対象とする圃場の上流に小流域の山地(=12ha)を設け、この流域に降雨を発生させる。貯留関数法により得られた流出量をその下流にある圃場に流入させ、これが第1区画への流入量となる。ある区画から次の区画へと水が流れ出る部分には欠口が設けてあり、この欠口部分を水が越流していく。区画の寸法は図2に示すように、最大越流水深H<sub>m</sub>を0.15(m)、畦畔高

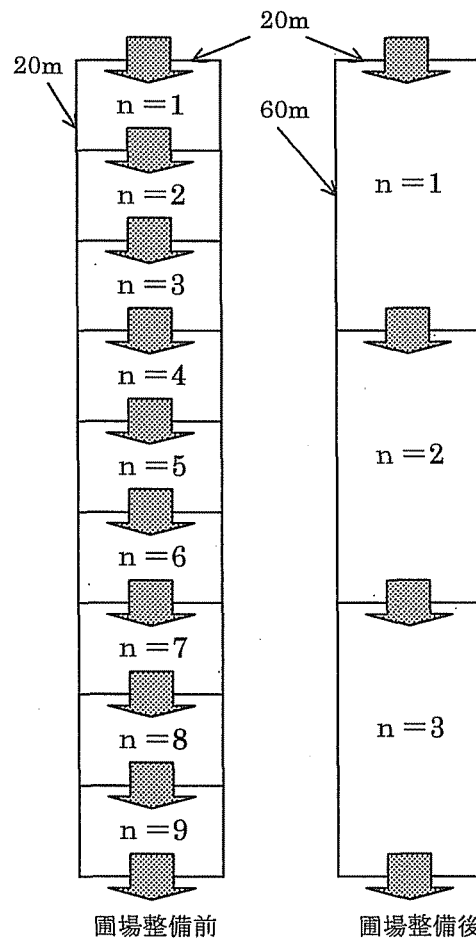


図1 圃場の灌漑方法

さ  $H_1$  を 0.3(m), 欠口幅  $B$  を 1a 当り 0.05(m) とする. 区画内の貯留量は次式で表される.

$$V_i = V_{i-1} + Q_{i.IN} - Q_{i.OUT} \quad (1)$$

ここに,  $V_i$  は  $i$  時点の貯留量( $m^3$ ),  $V_{i-1}$  は  $i-1$  時点の貯留量( $m^3$ ),  $Q_{i.IN}$  は  $i$  時点の流入量( $m^3/s$ ),  $Q_{i.OUT}$  は  $i-1$  時点の流出量( $m^3/s$ )である.

また, 欠口からの越流量を求める式として堰の公式を用いる.

$$Q_{i.OUT} = K \times B \times H^{\frac{3}{2}} \quad (2)$$

ここに,  $K$  は流出係数,  $B$  は欠口幅(m),  $H$  は越流水深(m)とする.

本研究では, King<sup>2)</sup> が広頂堰の流出係数についていくつかの資料をまとめたものを参考にして, 流出係数を  $K=1.7$  と設定した. また, 中山間地域を想定していることから圃場の傾斜を 1/20 程度とし, 各区画にはある程度段差が生じるため, もぐり流出は存在せず, 欠口からの越流量を表す式は式(2)のみとする. もし水田水深が越流水深より上昇し, 畦畔幅全体から越流するような場合には, 式(2)に示す越流量の他に, 畦畔幅からの越流量を足すような計算方法をとることにした. 尚, 圃場はあらかじめ空の状態であるものとし, 蒸発散量, 土壌・畦畔浸透量等は今回の計算に組み込まないものとした.

以上に記した計算を最終区画(圃場整備前では 9 区画, 整備後では 3 区画)まで行い, 圃場からの流出開始時間と流出量を求めた.

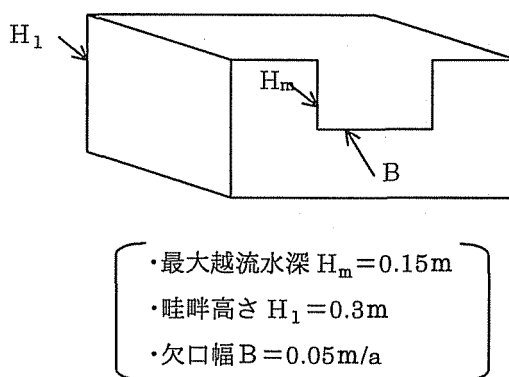


図 2 区画の寸法

### 3. 結果、考察

#### 3-1. 取水率別の圃場からの流出量について

取水率 80%, 60%, 40%, 20%のときの圃場からの流出の計算結果を図 3~6 に示す.

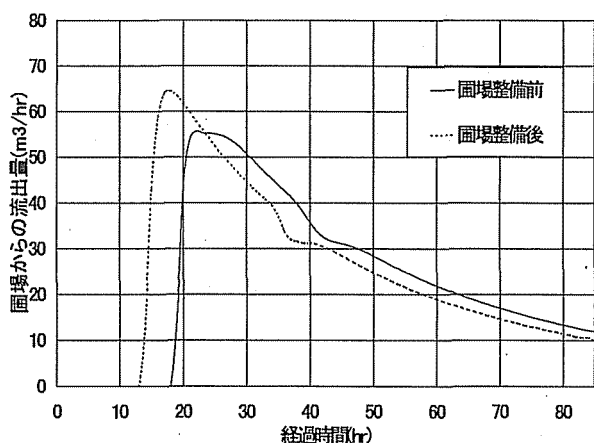


図 3 取水率 80%時の圃場からの流出量

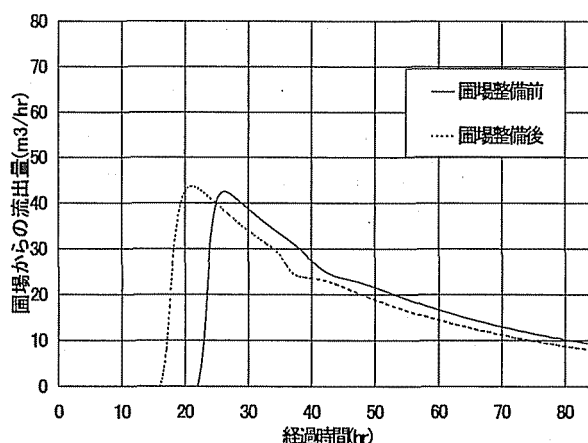


図 4 取水率 60%時の圃場からの流出量

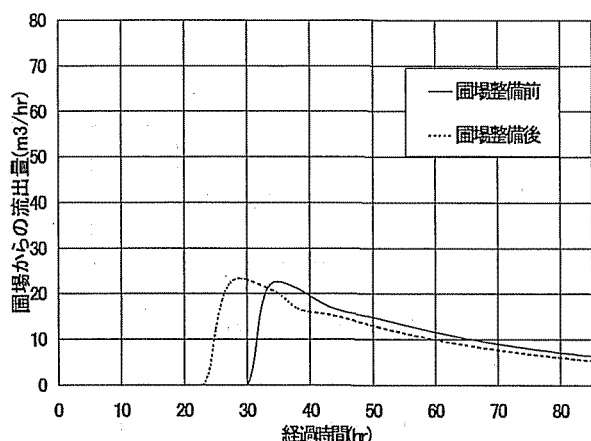


図5 取水率 40%時の圃場からの流出量

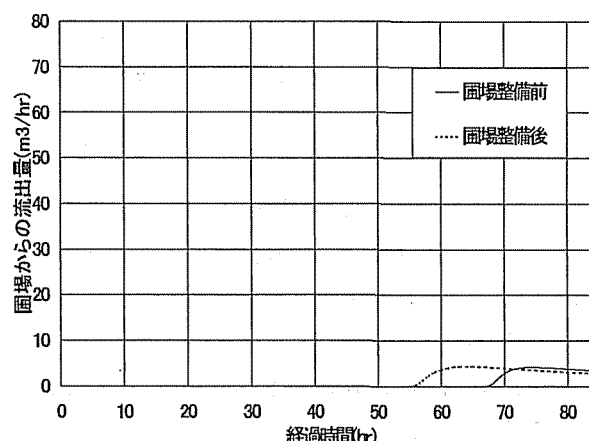


図6 取水率 20%時の圃場からの流出量

取水率ごとに流出開始時間，流出開始時間差，ピーク流出量の圃場整備前後で比較すると，以下ようになる：

- ・ 取水率 80%の場合  
流出開始時間：(整備前)18 時間後 (整備後)13 時間後 流出開始時間差：5 時間  
ピーク流出量：(整備前)55.66(m<sup>3</sup>/hr) (整備後)64.49(m<sup>3</sup>/hr)
- ・ 取水率 60%の場合  
流出開始時間：(整備前)22 時間後 (整備後)16 時間後 流出開始時間差：6 時間  
ピーク流出量：(整備前)42.50(m<sup>3</sup>/hr) (整備後)43.73(m<sup>3</sup>/hr)
- ・ 取水率 40%の場合  
流出開始時間：(整備前)30 時間後 (整備後)23 時間後 流出開始時間差：7 時間  
ピーク流出量：(整備前)22.62(m<sup>3</sup>/hr) (整備後)23.36(m<sup>3</sup>/hr)
- ・ 取水率 20%の場合  
流出開始時間：(整備前)67 時間後 (整備後)55 時間後 流出開始時間差：12 時間  
ピーク流出量：(整備前)4.18(m<sup>3</sup>/hr) (整備後)4.38(m<sup>3</sup>/hr)

以上のことから：

- (1) 全ての取水率において圃場整備により流出開始時間が短縮されている。
- (2) 取水率の減少に伴い流出開始時間差が広がる傾向にある。
- (3) ピーク流出量に関しては、若干ではあるが圃場整備によりその量が増加される。
- (4) 流出開始時間の短縮に伴いピーク流出量発生時間も短縮されている。

となっていることがわかる。

表 1 累計流出量とその差 (単位 m<sup>3</sup>)

取水率(%)	圃場整備前	圃場整備後	累計流出量差
100	2649.20	2759.24	110.03
90	2327.85	2422.75	94.90
80	1998.57	2089.43	90.86
70	1674.85	1759.30	84.45
60	1351.77	1424.61	72.84
50	1027.70	1095.93	68.22
40	703.65	764.62	60.97
30	383.77	433.20	49.43
20	66.03	105.33	39.31
10	—	—	—

### 3-2. 累計流出量について

解析時間 84 時間分の合計流出量を累計流出量として，圃場整備前，整備後の累計流出量と両者の差を表 1 に，累計流出量差と累計流出量比を図 7 に示す。

表 1 から全ての取水率において整備後の方が整備前より累計流出量が多いことが

わかる。また、図7の結果から累計流出量差が取水率とともに減少するのに対して、累計流出量比は徐々に増加し、取水率20%のときに、流出量自体は少ないながらも圃場整備後には、整備前の約1.6倍もの累計流出量が生じていることになる。

以上のことから、圃場への流入量の規模が大きくなると圃場整備による水田からの流出への影響は少ないものとなるが、流入規模が小さくなるとその差が顕著に現れることが推測される。

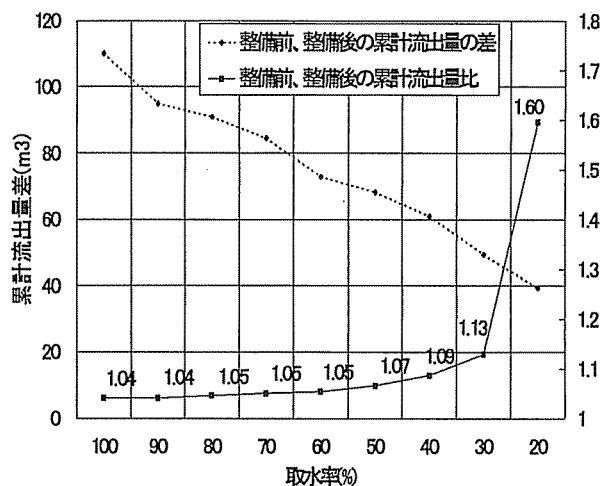


図7 累計流出量差

#### 4. まとめ

- (1) 今回提案した計算方法により、従来から観測されていた圃場整備に伴う流出量開始時間の短縮、ならびに、ピーク流出量の増加を再現することができた。
- (2) 累計流出量の計算結果より、圃場整備後に流出量が増加することが示され、圃場整備により貯留能力が低下することが確認できた。
- (3) 取水率が大きいほど、圃場整備前後のピーク流出量の差が大きくなるという計算結果を得た。これとは逆に、流出開始時間差は縮まる傾向にあった。
- (4) 圃場整備の影響は、流入規模が小さい（取水率が小さい）ほど大きいという結果を得た。

尚、今回行った計算は、圃場整備に関する極めて基礎的なものであり、蒸発散量、土壌・畦畔浸透量、用排水路の分離等を解析の対象に加えていない。これらの事が原因と思われる現象として、図3～6に示した圃場からの流出量の計算結果において、圃場整備前後でピーク流出量の差がわずかしか見られなかったこと。また、流出開始時間とピーク流出量発生時間の間の曲線勾配がほぼ平行になってしまったことも計算方法に起因している。蒸発散量を無視したことは、計算内容が一雨降雨による短期的なものであることから、計算結果に大きな影響を与えたとは思われにくい。しかし、圃場整備事業の中には土壌改良や用排水路の分離が一つの項目として含まれていることを考えると、土壌・畦畔浸透量、用排水路分離を計算方法に反映させる必要がある。

#### 参考文献

- 1) 長谷部正彦他：農地圃場整備が河川の流出に与える影響について、第30回水理講演会論文集, pp139～143(1986)
- 2) 安富六郎他：農地工学・第3版, 文永堂出版, pp.28～29(1999)
- 3) 土木学会：水理公式集, pp174(1963)