

## 灌漑システムの用水管理と有効雨量—低平地灌漑水田流域における事例調査—

|       |   |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: Japanese<br>出版者: 独立行政法人農業工学研究所<br>公開日: 2024-05-10<br>キーワード (Ja):<br>キーワード (En):<br>作成者: 堀川, 直紀, 早瀬, 吉雄<br>メールアドレス:<br>所属: |
| URL   | <a href="https://doi.org/10.24514/0002001094">https://doi.org/10.24514/0002001094</a>   |

# 灌漑システムの用水管理と有効雨量

- 低平地灌漑水田流域における事例調査 -

堀川直紀\*・早瀬吉雄\*\*

| 目 次                |     |                    |     |
|--------------------|-----|--------------------|-----|
| 緒 言 .....          | 175 | 4 用水流量減少継続期間 ..... | 180 |
| 検討対象地区 .....       | 175 | 5 用水流量減少と洪水 .....  | 180 |
| 調査結果 .....         | 176 | 結 言 .....          | 182 |
| 1 降雨後の用水流量減少 ..... | 176 | 参考文献 .....         | 182 |
| 2 用水流量減少開始時期 ..... | 177 | Summary .....      | 183 |
| 3 有効雨量 .....       | 178 |                    |     |

## 緒 言

灌漑期間中に水田ほ場に降雨があるとその一部は田面に貯留され、灌漑用水の節減に寄与する可能性がある。この水田用水における有効雨量については多くの研究が行われてきたが、そのほとんどは計画用水量の算定もしくは算定に使われる指標値を求めることを目的としており、有効雨量の水量のみが着目されてきた。

しかし、灌漑地区全体の用水量を節減するようにほ場への降雨を有効化するためには、ほ場のみならず灌漑システムにおける適切な用水管理が必要である。降雨時の取水操作による用水管理を考えると、取水減少を始める時間、減少させる期間、用水節減中の用水流量等の節減される水量以外の要素もその構成要素になっている。農業農村を取り巻く環境が変わっていく中で用水管理も変化していくと考えられるが、地区用水量を節減するようにほ場への降雨を有効化する用水管理についてはほとんど注目されてこなかった。また、農業水路の流水に多面的機能の発揮が期待されており、降雨の有効化によって生じる生産機能と他の機能との調和も求められている。

このため、低平地の灌漑水田を主体とする流域を対象とし、降雨が発生したときの用水流量減少、用水流量減少の開始時期と期間、節減される灌漑用水量（地区用水量における有効雨量）、洪水時における用水流量減少が

多面的機能に与える影響について事例調査を行ったので報告する。

## 検討対象地区

検討対象としたのは関東地方のA地区である(Fig.1)。総面積は1500ha、耕作水田面積は900haであるが、農道や用排水路を含んだ水田地域は約1200haである。南北7～8km、東西2～3kmの南北に細長い流域で北・東・西の三方を自然堤防に囲まれ、排水河川は地区の中央を南流する。標高は北端で約20m、南端で約15mであり、勾配は南北に1/2000～1/1500である。

昭和40年代に国営農業水利事業により幹線水路が整備され、支線水路も県営事業等によって改修整備された。主要な水源は地区の西を流れる河川で幹線水路は調整池を経由して本地区区に達する。その後、地区の西端を流下し下流の地区に接続するが、その間に支線及び直接分水を通じて地区内を灌漑する。また、東側の河川を取水源とする幹線水路も到達しており、主に地区の東部を灌漑する。主要な施設は土地改良区によって管理されている。調整池が途中にあるが河川取水であるため、降雨時の取水操作は貯水池掛かりの地区とは異なってくるのが考えられる。

水収支を観測するために、幹線水路が地区内に流入する2地点(W1,W2)、地区外へ流出する1地点(W3)と排水河川の末端1地点(W4)の計4地点において自記水位計による水位観測が行われた。水位は別途求めた水位流量曲線で流量に変換され、時間流量として整理された。雨量は流域の北端と南端の2箇所で0.5mm転倒の自記雨量計を設置して観測し、2地点の観測値の算術平均を流域雨量とした。本報告では1989年～1992年までの4年間の観測値を使用した。

\*農地整備部用水管理研究室

\*\*石川県立大学生物資源環境学部(元地域資源部)

平成18年1月10日受理

キーワード：有効雨量、水田用水管理、灌漑システム

地区用水量,多面的機能

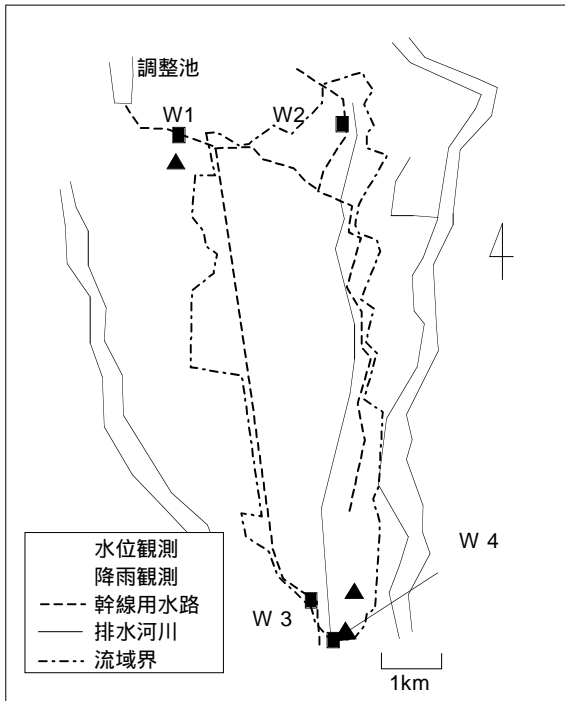


Fig.1 検討対象地区  
Survey basin

調査結果

1 降雨後の用水流量減少

4年間の灌漑期間中に一雨雨量が1mmを越えたのは118回であった。時期別の内訳は代かき期(4月16日~5月5日)に13降雨, 活着・分けつ期(5月6日~6月15日)に41降雨, 中干期(6月16日~7月10日)に25降雨, 穂ばらみ・出穂期(7月11日~8月20日)に29降雨, 登熟期(8月21日以降)に10降雨である。

Fig.1におけるW1地点の用水流量について降雨に対応して行われた操作の前後の流量の比を用水流量比とした。木本(1980)は降雨量と降雨後の用水水量を比較し, 灌漑時期別の特徴があるとしているので, 降雨量と用水流量比の関係を灌漑時期別にFig.2~Fig.6に示す。

1mm以上の降雨が発生した118降雨のうち, 降雨後に用水流量が減少したのはその約半数の56降雨であった。降雨後に用水流量が0とされたのはそのうち7降雨であり, 4降雨が登熟期で3降雨が90mm以上の降雨量であった。本地区では降雨時に用水供給を停止するのは大雨時と登熟期に限られている。その7降雨を除けばもっとも低い用水流量比は0.34であり, 用水流量が減少した56回のうち, 半数以上の32降雨において用水流量比が0.75以上である。

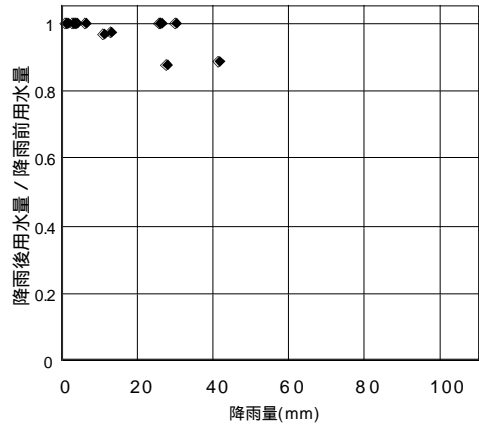


Fig.2 降雨量とそれによる用水流量減少(代かき期)  
Irrigation discharge decrease and rainfall (Pre-saturation stage)

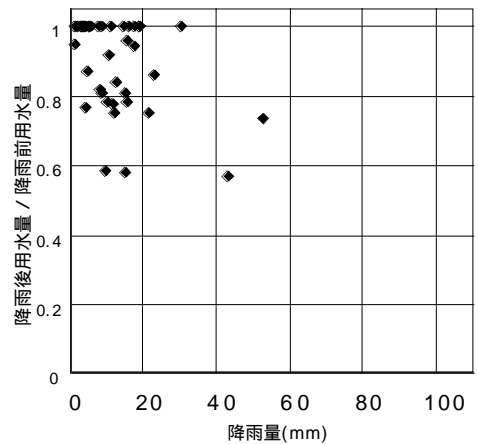


Fig.3 降雨量とそれによる用水流量減少 (活着・分けつ期)  
Irrigation discharge decrease and rainfall (Rooting and tillering stage)

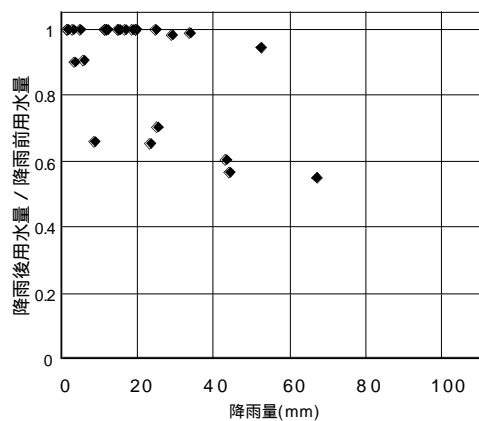


Fig.4 降雨量とそれによる用水流量減少(中干期)  
Irrigation discharge decrease and rainfall (Midseason drainage stage)

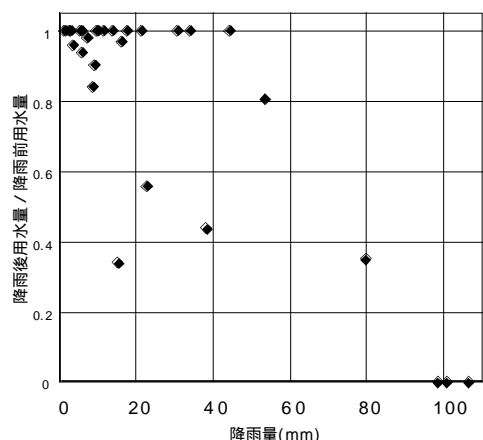


Fig.5 降雨量とそれによる用水流量減少 (穂ばらみ・出穂期)  
Irrigation discharge decrease and rainfall  
(Booting and heading stage)

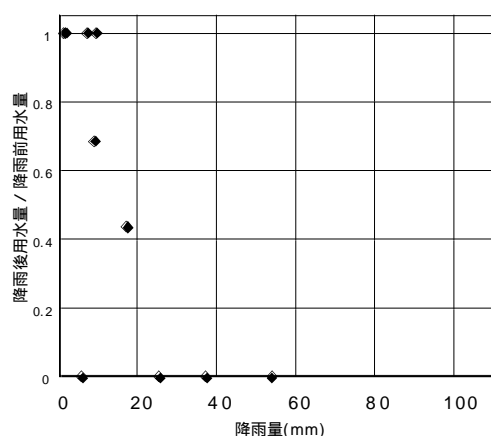


Fig.6 降雨量とそれによる用水流量減少(登熟期)  
Irrigation discharge decrease and rainfall (Ripening stage)

近年農業用水路の流水に多面的機能の発揮が期待されている。自然環境保全機能や良好な景観の形成機能等は用水路水位低下や流量の減少によりその機能が阻害される。灌漑期間中の用水流量の減少は番水及び中干を除けば、主に降雨に対するほ場への降雨の有効化もしくは災害防止を目的として実施される。本地区では降雨後の取水流量は登熟期及び90mm以上の降雨を除けば降雨前の用水流量の3割以上が確保されており、半分以下になることはほとんど無い。このような用水操作により自然環境保全機能等の大幅な低下は避けられる可能性があると考えられる。

降水量と用水流量比について灌漑時期毎に比較する。代かき期は用水が減少したのは降雨の約3割で、その場合でも降雨前流量の85%以上が確保されている。活着・分けつ期と中干期は用水流量減少の特性に大きな違いは見られない。約半数の降雨で用水が減少され、降雨後の用水流量は少ない場合で降雨前の用水流量の約6割である。穂ばらみ・出穂期もその前の時期と同じように約半

数の降雨で用水流量が減少しているが、40mm以下の降雨でも降雨後の流量が降雨前の半分以下になる事例が見られる。

## 2 用水流量減少開始時期

地区用水量を節減するように降雨を有効化するためには、降雨に対しできるだけ早い時期に用水流量を減少させ水田ほ場の貯留能力を増やすことが望まれる。一方、降雨終了前に用水操作を行うと、総降雨量が予期していた量と異なると追加の用水操作やほ場湛水深の低下(用水不足)を生じさせることとなる。

Fig.1におけるW1地点は調整池の直下流にあり、ここにおける流量変化は調整池からの取水ゲートの操作をほぼ時間遅れ無く反映していると考えられる。10mm以上の降雨があり、降雨に伴い流量が10%以上減少した27降雨についてこの地点の用水流量減少が発生した時間すなわち、取水ゲート操作が行われたと考えられる時間を降雨のピークが発生した時間と比較した(Fig.7)。

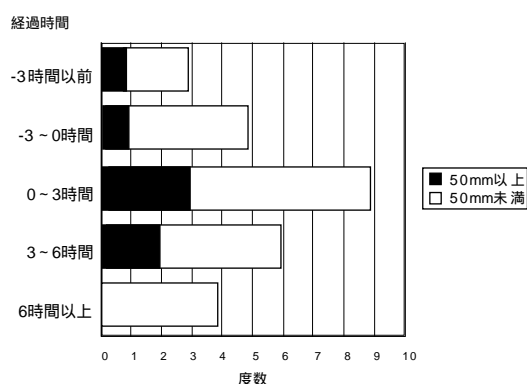


Fig.7 降雨ピーク発生から用水減少までの経過時間  
Time of irrigation discharge decrease after rainfall

用水流量減少まで6時間以上要した降雨もあるが、27降雨中17降雨でピーク降雨の発生後3時間以内に用水流量が減少した。また、そのうち8降雨ではピーク発生前に用水流量が減少している。これは、総降雨量が確定するかなり以前に操作が行われていることを意味している。現在の管理体制では降雨に応じて迅速な対応がされており、また降雨予測も用いられていると考えられる。

大きな降雨では降雨の有効化とともに災害防止を考慮した用水減少も行われるので、50mm以上と未滿の降雨で開始時期を比較したが大きな違いは見られない。

用水流量減少操作は2降雨を除き午前5時から午後8時の間に行われている。夜間の降雨については早朝もしくは夕方に操作が行われていると考えられる。27降雨をピークが昼間(8:00~17:00)と夜間(17:00~8:00)に発生した降雨に分け、それぞれ降雨ピーク発生から用水減少までの経過時間の平均を求めると昼間は1.8時間、夜間は2.0時間と時間帯により差が認められた。

### 3 有効雨量

水田灌漑地域における有効雨量には2つの考え方がある。一つは田面において貯留され利用される降雨量を有効雨量とする考え方であり、もう一つは河川からの取水量または貯水池からの放流量の減少を有効雨量とする考え方である。丸山ら(1979)は前者の有効雨量は後者の有効雨量の上限を規定するものとしている。すなわち、降雨が田面で貯留されても供給主導型が多い日本の水田灌漑システムでは供給側での用水管理が対応できなければそれが地区用水量の節減とならない。本報では降雨が地区用水量の節減に寄与した有効雨量を扱う。以降、単に有効雨量という時には地区用水量における有効雨量を指すこととする。

水田ほ場における有効雨量については多くの研究が行われている。中でも用排水・ほ場整備基礎諸元調査(1979~1983)は全国16地区を対象に大規模に実施され、その結果は渡辺ら(1984)によってまとめられている。

地区用水量における有効雨量の算出についてはいくつかの方法が提案されている。湯川(1972)は無降雨時の用水量から灌漑効率と補助水源量を求め、降雨時における計算用水量と実測用水量とを比較して有効化率を推定した。佐藤(1977)は計算用水量の推定に際し、灌漑地区のほとんどの水田ほ場で減少深を測定してこれを用いた。滝川ら(1984)は5年間の用水量から半旬ごとに第二位の値をとって基準用水量を算出し、これと用水量を比較することによって地区有効雨量を求めた。鈴木(1992)は基準用水量に生育期別に求めた連続干天時の実測取水量の平均値を用いた。梅田ら(1987)は降雨期間中の日用水量を前後の日用水量と比較してその減少から有効雨量を求めた。

検討対象地区は、無降雨時でも日用水量の変動が発生し、降雨による減少の特定は難しい。しかし、時間流量では降雨に伴う用水流量の減少とその回復を示すことができる(Fig.8)。無降雨のときは用水流量の減少開始時点から終了時点まで時間に比例して用水流量が変化すると仮定してこれを無降雨時の仮想的用水流量とした。これと実測用水流量の差を用水流量の減少開始時点から終了時点までの期間について積分し、これを灌漑面積で割って得た値を有効雨量とする。

地区用水量における有効雨量(AER)は無降雨時地区用水量( $AWR_n$ )と降雨時地区用水量( $AWR_r$ )の差と定義したので次式で表される。

$$AER = AWR_n - AWR_r \quad (1)$$

地区用水量をほ場用水量(PWR)からほ場有効雨量(AER)を減じて施設管理用水量(MWR)を加えた値とすると無降雨時と降雨時の地区用水量はそれぞれ次式で示される。

$$AWR_n = PWR_n + MWR_n \quad (2)$$

$$AWR_r = PWR_r + MWR_r - PER \quad (3)$$

ここで、添字nは無降雨時、rは降雨時を示す。式(1)(2)(3)より地区有効雨量は次式で示される。

$$AER = PER + (PWR_n - PWR_r) + (MWR_n - MWR_r) \quad (4)$$

すなわち、地区用水量における有効雨量にはほ場有効雨量に加え、無降雨時と降雨時のほ場用水量と施設管理用水量の差が寄与する。特に、降雨時に適切な操作が行われなければMWRrが大きくなり地区用水量における有効雨量を小さくする原因となる。

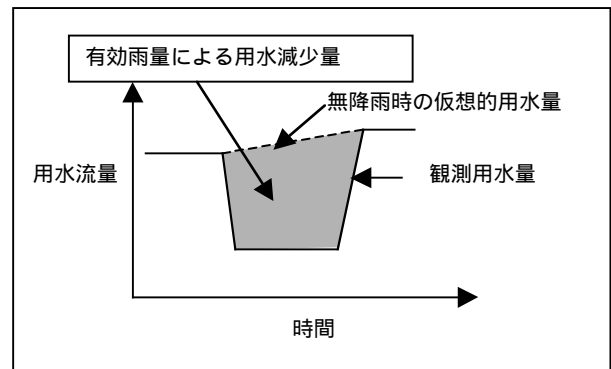


Fig.8 有効雨量  
Illustration of estimated effective rainfall

上に示した方法で検討対象地区の水田に対して地区用水量における有効雨量(以降有効雨量という)を求めた。地区内への用水流入地点であるW1地点とW2地点の合計流量から地区外への用水流出地点であるW3地点の流量を差し引いた値をこの地区の用水流量として算出した。これを上述の考え方で求めた用水減少量を水田耕作面積で割り、有効雨量を求めた。

求められた有効雨量と降雨量を灌漑時期別にFig.9~12に示す。登熟期は降雨により用水流量が節減されるとそのまま灌漑終了に移行したり、再び用水が供給されても降雨前に比べ少ない流量にとどまることから有効雨量は算出できなかった。また、中干前後の大きく用水需要が変化する時期でも有効雨量は算出できず、これが今回用いた有効雨量の推定法の限界であると考えられる。



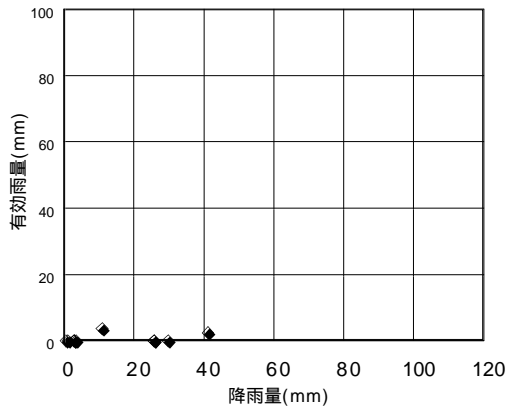


Fig.9 有効雨量と降雨量(代かき期)  
Effective rainfall and rainfall  
(Pre-saturation stage)

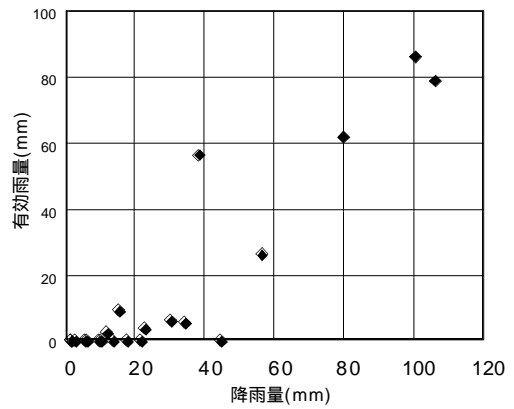


Fig.12 有効雨量と降雨量(穂ばらみ・出穂期)  
Effective rainfall and rainfall  
(booting and heading stage)

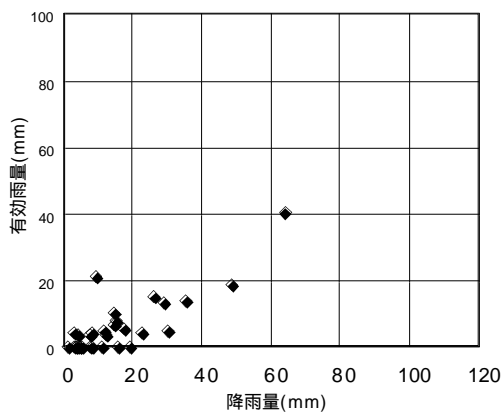


Fig.10 有効雨量と降雨量(活着・分けつ期)  
Effective rainfall and rainfall  
(rooting and tillering stage)

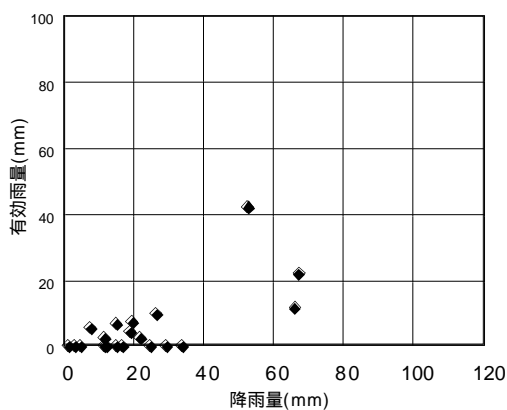


Fig.11 有効雨量と降雨量(中干期)  
Effective rainfall and rainfall  
(mid season drainage stage)

また、各灌漑時期において算出された有効雨量の合計値を降雨量の合計値で除した値を本報告では地区有効化率と呼ぶこととしTable 1 に示す。穂ばらみ・出穂期は他の灌漑時期にない80mm以上の降雨がある。Fig.12を見るとこれが地区有効化率を押し上げていると考えられたので穂ばらみ・出穂期については80mm以上の降雨を除いた地区有効化率も併せて示した。

Table 1 地区有効化率  
Effective rainfall divided by rainfall

| 時期                         | 有効雨量/降雨量の重み付き平均 |
|----------------------------|-----------------|
| 代かき期                       | 0.045           |
| 活着・分けつ期                    | 0.402           |
| 中干期                        | 0.254           |
| 穂ばらみ・出穂期                   | 0.537           |
| 穂ばらみ・出穂期<br>(80mm以上の降雨を除く) | 0.325           |

代かき期の有効雨量は最大でも5mm程度であり、平均地区有効化率も0.045ときわめて小さい。実質的に有効雨量はほとんど発生していない。

渡辺ら(1984)ではほ場における観測から中干し期の前より後の方が有効降雨率が大きいことを示し、その後ほ場レベル及び灌漑地区レベルのいくつかの調査でも同様な結果が示されている。

中干前の活着・分けつ期と中干し後の穂ばらみ・出穂期の地区有効化率を比較すると後者が大きい、80mm以上の降雨を除いて比較した場合前者が大きい。本地区においては中干の前後の地区有効化率の変化については結論できない。中干期の地区有効化率は他の時期に比べると低い。

農林水産省構造改善局(1993)は土地改良事業計画設

計基準には降雨量に上・下限値を設け、降雨量に一定比率(有効化率)を乗じて有効雨量を算出することとしている。用水計画においては5mm/d以上から、上限80mm/dの降雨を対象とし、その80%を有効雨量として算出するのが一般的であるとしている。

一雨雨量が1mm以上5mm未満で有効雨量が有無も含めて推定できた23降雨中、有効雨量が発生したのは2降雨であり、計画基準で下限と示された5mm以下ではほとんど有効降雨が発生していない。同様に5mm以上10mm未満、10mm以上で15mm未満の降雨における有効雨量の発生はそれぞれ10降雨中4降雨、13降雨中7降雨である。

計画基準では上限を80mmの降雨量としている。今回の80mm以上の降雨での有効雨量の算定は穂ばらみ・出穂期の3降雨と事例が少ないので判断はできないが、約100mmの2降雨の有効雨量はいずれも約80mmである。80.3mm降雨の有効雨量61.8mmを約20mm上回っており、80mmを越えた降雨も有効雨量となっている。

既に述べたとおり地区用水量における有効雨量にはほ場で有効に利用された雨量に加えて、降雨時におけるほ場用水量と施設管理用水量の減少も含まれている。特に大きな降雨の際にはこれが顕著になると考えられる。本地区は低平水田地区で排水河川の流下能力は約40mm/dであり、大きな降雨の時には長期間にわたり流域が湛水する。湛水が生じない水田ほ場でも排水路の水位が高くなり、ほ場用水量の構成要素である浸透量が大きく減少すると考えられる。また、流域が湛水するときには用水供給が停止されることが多くこの時施設管理用水量はほぼ0となる。降雨時と無降雨時での蒸発散量の変化を無視して、湛水による浸透量の減少を1とすると、式(4)から次式が得られる。

$$AER = PER + 1 + MWR_n \quad (5)$$

約100mmの降雨時にはいずれも約80mmの用水量が節減されたが、これは貯留され水田ほ場で消費された雨量に加え、湛水期間における浸透の減少量、施設管理用水量が大きな要素となっていると考えられる。

本地区の地区有効化率は代かき期を除けば0.254から0.537と算出された。計画基準に示された有効化率は0.8(80%)であるが、これはほ場相当値なので地区有効化率と直接比較できない。

地区内利用可能量が無く、施設管理用水量は計画損失率( )に用水量を乗じた値と仮定したとき、地区用水量における有効雨量は(1 - )を乗じるとほ場相当値になる。本地区では実際の計画損失率は調査しなかったが、参考までに灌漑事業計画に用いられた計画損失率を示すと15%である。

#### 4 用水流量減少継続期間

降雨に伴い用水流量が減少され、その後用水流量が回復された40降雨について降雨量とその用水流量減少の継続時間をFig.13に示す。鈴木(1992)は、用水量と降雨量を比較して降雨が用水量の減少に影響を与えるのは約3日としている。本調査では28降雨において用水流量減少期間が72時間(3日)以下であったが、6降雨が120時間(5日)を越えて用水流量に影響を及ぼした。日単位もしくは半月の用水量のデータを用いて有効雨量を検討する場合には注意する必要がある。

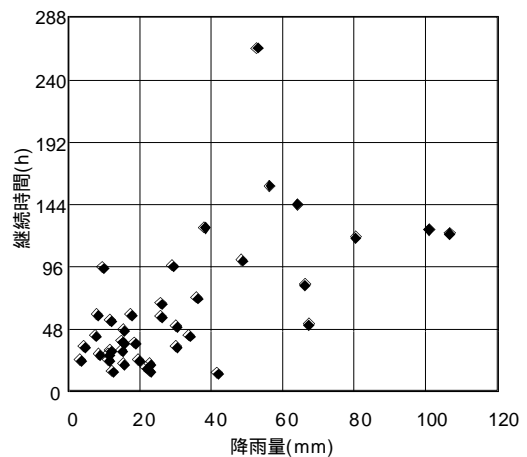


Fig.13 用水流量減少継続時間と降雨量  
Duration of irrigation water decrease

また、もっとも短い継続時間は15時間である。用水流量を一度減少させると短くても半日以上継続させていることを示している。先に述べたことと併せると本地区の用水管理の特徴として、降雨に対し用水流量を大きく低下させることは少ない、用水流量低減の開始は比較的早く、総降雨量が確定するかなり以前に低減されることも多い、長期間にわたり用水流量低減を継続していると言える。

このことから、本地区では降雨を有効化する用水管理としては、降雨に対して早く対応し小さな流量低下を長期間にわたって用水量を節減していると見ることができる。

#### 5 用水流量減少と洪水

本地区は100mm程度の降雨で流域内から流出した内水は畦畔を越えてほ場内に流入する。これにより、流域内水位の過度の上昇を防いで宅地等への浸水を防いでいるほか、水田内に一時貯留させることから流域から流出する流量のピークを低減させ、下流の水位を下げている。このように本流域の水田は洪水防止機能を発揮している。

このときに地区外から地区内への用水供給は完全に停止される。これは、降雨の有効化と災害防止を同時に発揮させる用水管理である。

一例として1989年7月31日～8月4日の観測雨量，流域からの流出量(W4地点流量)，流域内へ導入された用水流量をFig.14に示す。

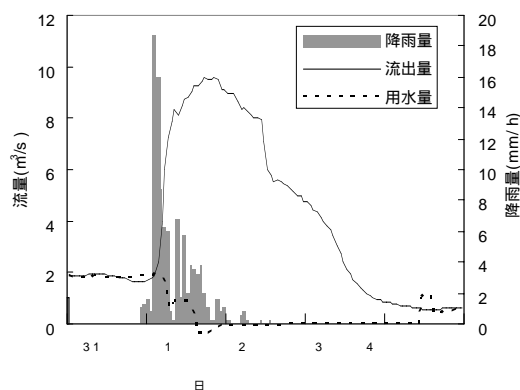


Fig.14 洪水時の流域流出量と用水流量  
(1989年7月31日～8月4日)

Basin runoff, irrigation water and rainfall during flooding

関東を通過した台風によって2山からなる101mmの降雨が7月31日深夜から翌1日にかけてもたらされ，これによって生じた流出により地区内水位及び流出量は8月1日夕方に最大となった。地区内の湛水状況をFig.15に示す。

地区内への用水供給は1日早朝に停止された。2日以降は晴天であったが地区内の湛水がほぼ解消されたのは3日午後であり，4日午後になり部分的に用水供給が再開された。湛水期間中は用水が停止されている。これは，先に示したように用水節減となるとともに，災害防止に寄与している。ただ，3日間以上にわたって用水路の流量が0となっている。用水路の多面的機能の中には流量が0となることによって大きく阻害されるものもある。場合によっては用水供給停止しない選択肢も考えられる。



Fig.15 畦畔を越えて湛水した水田ほ場(8月1日)  
Inundated paddy field

用水供給の停止が災害防止に与えた影響を明らかにするためにシミュレーションを行った。実測降雨及びW4地点の観測流量により貯留関数法による流出モデルを同定した。降雨量と用水流量をこのモデルの入力とした。

同定したモデルで，入力する用水流量について 用水供給継続，降雨ピーク時に用水供給停止，降雨ピーク6時間前に用水供給停止，降雨ピーク12時間前に用水供給停止の4つのケースを作成してそれぞれにシミュレーションを行い，そのときの流域からの流出量を推定した。降雨はいずれも1989年7月31～8月4日の値を入力とした。

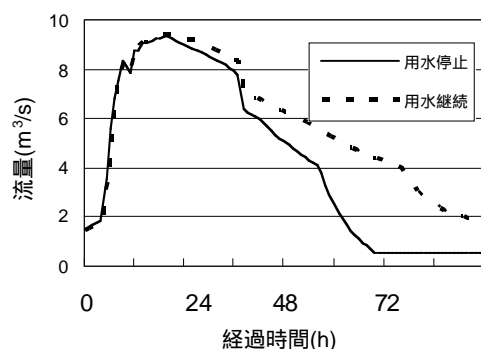


Fig.16 用水停止の有無と流域流出量  
Irrigation water operation and basin run-off

流出の継続時間(Table 2)については大きな違いが出た。ケース 用水供給継続とケース 降雨ピーク時に用水供給停止の2つについて流域からの計算流出量の推移をFig.16に示す。流量が約4m³/sでほぼ湛水が解消されていることが確認されているので，流量が4m³/sを上回る期間を湛水継続時間とすると用水供給を継続した場合には用水供給を停止した場合に比べて湛水継続時間が20時間長くなる。

Table 2 用水管理と最大流量・湛水継続時間  
Irrigation system operation and run-off peak, duration of inundation

|                    | 最大流量<br>m³/s | 湛水継続時間<br>h |
|--------------------|--------------|-------------|
| 用水継続               | 9.45 (1.0)   | 69 (1.0)    |
| ピーク降雨時<br>用水停止     | 9.19 (0.97)  | 49 (0.71)   |
| ピーク降雨<br>6時間前用水停止  | 9.09 (0.96)  | 48 (0.70)   |
| ピーク降雨<br>12時間前用水停止 | 9.02 (0.95)  | 48 (0.70)   |

カッコ内は用水継続時を1とした時の値



次に4つのケースにおける最大流量を比較する。用水を継続したときに比べ、ピーク降雨時に用水供給を停止すると最大流量の減少は3%であり、効果はあるが小さい。

ピーク降雨の12時間前に用水供給停止した時の最大流量の減少は用水供給継続時の5%の低下、ピーク降雨時用水供給停止との比較ではわずか2%の低下であった。本地区ではピーク降雨発生前の3時間以上前に用水流量操作を実施したのは27降雨中4降雨だけである。これから考えると本地区においては洪水防止機能を高めるために早めに用水を停止する用水管理は技術的に困難であるにもかかわらず、そのときの最大流量の低下効果は小さいと言える。

## 結 言

低平地水田流域を対象に、地区用水量を節減するように降雨を有効化する灌漑システムの用水管理について事例調査を行った。調査対象地区では次のことが明らかとなった。

一 降雨量が1mm以上の118降雨中、幹線用水路の用水流量が減少されたのは約半分の56降雨であり、そのうち32降雨では降雨後用水流量は降雨前用水流量の75%以上である。用水供給が完全に停止された7降雨は登熟期か降雨量90mm以上のいずれかである。

10mm以上の降雨で10%以上用水流量が減少された27降雨について用水流量減少開始時期を調べたところ、約3割の8降雨でピーク発生前に用水流量が減らされている。このように総降雨量が確定する前に操作が行われることがある。

降雨に伴い用水流量が減少されその後回復された40降雨について用水流量減少継続時間を調べたところ、最低でも15時間であり、約3割の12降雨で3日以上、うち6降雨では120時間(5日)以上であった。

～ から本地区では降雨に対して早く対応し小さな流量低下を長期間にわたって雨量の有効化を図っていると考えられる。

用水流量の変化から地区用水量における有効雨量を算定する手法を適用した。但し、登熟期(灌漑末期)や中干期前後の用水需要が降雨以外の理由で大きく変動する時期には適用できなかった。

有効雨量は代かき時にはほとんど見られず、中干期に

もその前後に比べて小さくなる。中干期後が中干期前より有効化率は高くなるが降雨量の影響もあり断定できなかった。

5mm以下の降雨ではほとんど有効雨量は発生していない。約100mmの降雨時には約80mmの有効雨量が発生したが、これは貯留され水田ほ場で消費された雨量に加え、湛水期間における浸透の減少量、施設管理用水量が寄与していると考えられる。また、有効化率は計画基準の値よりも小さかった。

シミュレーションにより洪水時における用水供給停止の効果を検討した。用水供給の停止は湛水期間の縮小については大きな効果を持っている。しかし、流域から流出する最大流量の低下効果は小さかった。

## 参考文献

- 1) 木本凱夫(1980): 農業用水の取水量と降雨量の関係 - 明治用水地区の事例, 三重大学農学部学術報告, 61, 51-64
- 2) 丸山利輔・前川俊清(1979): シミュレーションによる有効雨量率の検討 - 水田カンガイ計画における田面有効雨量について( ), 農土論集, 84, 1-6
- 3) 渡辺紹裕・丸山利輔(1984): 栽培管理用水量の発生とその水量, 農土誌, 52(11), 39-44
- 4) 佐藤晃三(1977): 村崎野パイネトロン地区の水利の実態, 照井一郎編著「日本農業とパイネトロン」, 71-102
- 5) 湯川清光(1972): 水田カンガイにおける水管理損失 - 愛知用水水管理損失の研究(II), 農土論集, 41, 28-36
- 6) 滝川恵美子・水谷正一(1984): 降雨の有効効率を規定する要因について - 有効雨量の研究(II), 農土大会講演要旨集, 136-137
- 7) 鈴木光剛(1992): 用水計画からみた有効雨量の分析と評価 - 取水堰にかかわる開水路系水田地区の水管理の研究(1), 農土論集, 157, 75-85
- 8) 梅田安治・中村和正・佐々木雅人(1987): 降雨時の水管理と有効雨量 - 石狩川流域の農業水利に関する研究(3), 北海道大学農学部邦文紀要, 15(3), 272-281
- 9) 農林水産省構造改善局(1993): 土地改良事業計画設計基準 計画 農業用水(水田)

# Irrigation system operations and effective rainfall

- Case study on low land paddy irrigation area -

HORIKAWA Naoki, HAYASE Yoshio

## Summary

Rainfall over irrigated paddy fields can save irrigation water volume which could be stored reservoirs. The estimation of saved water volume (effective rainfall) and its relation with rainfall has been the major issues in water system planning. Irrigation system management which activates the effective rainfall created on the paddy plots has been neglected. Case study on irrigation system managements for effective rainfall was examined. Irrigation water discharge after rainfall, the timing of irrigation water operations, the duration of restricted irrigation water, the volume of effective rainfall, the contribution of irrigation system operation for flood mitigation was surveyed.

A half of rainfall events cause irrigation water decrease. The decrease of irrigation discharge after rainfall is not large. Only a few rainfall events which are in the ripening stage or over 90mm cause complete irrigation stop. Irrigation water decreases quickly after rainfall and continues long. About 30% of operations are implemented before peak rainfall. Irrigation decrease continues at least 15 hours and durations of 30% of irrigation decrease are more than 3 days. Effective rainfall on project level water requirement is estimated by hourly irrigation water discharge. Effective rainfall divided by rainfall is small as compared with other surveys. The irrigation water decrease effects much on shortening of inundation duration and little on reduction of maximum flood discharge.

**Keywords :** Effective rainfall, Paddy water management, Irrigation system Project level water requirement, multi-functionality of paddy field