

京大防災研究所 正員・重國永次 正員 角屋 睦

水田地帯の雨水流出過程をできるだけ忠実に説明しようとする立場から、水路の合流点、弯曲部、道路横断部などで発生しやすい大小のはんらん効果を検討し、これを雨水追跡過程に導入することにより、一層高い精度の追跡結果が得られることを明らかにした。以下その概要を述べる。

1. 水田地帯における雨水の流出特性

水田地帯の雨水の流出過程は、1)小規模な貯水池の集合体である水田区画から末端排水路への流出、2)排水路網における流出、この間の流出は排水路の通水能力に規制され、これを超過する地点でははんらんが発生する。3)最下流端の排水条件に支配されて発生する流出水の氾濫化、に大別できよう。これよりみても著しく貯留効果が卓越する流出の場合があることが明白である。

2. 水田地帯の損失特性と base flow

かんがい期間中の水田における主要な損失分はけいはん穴口下に貯留される雨水量で、降雨前の氾濫水状況によって異なる。こうして考えのもとに、水田地帯の損失を考察すると、Fig.1に示すような累加雨量(ΣR)と累加損失量(ΣF)の関係が成立し、結局降雨前の氾濫水状況を把握すれば、降雨損失特性がわかることになる。これまでの調査事例をみると、 ΣF に上限値が存在し、 $\Sigma R=100$ mm 前後で一定値に近づく特性がみられるが、この $(h_f)_{max}$ の上限はほぼその区域の水田の穴口敷高に一致するところより、上述の考え方の妥当性が裏付けられる。

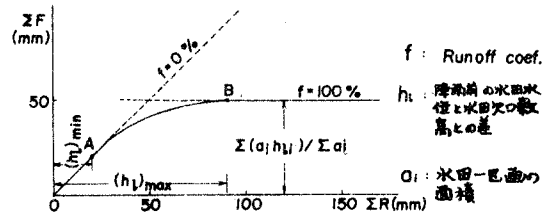


Fig. 1 水田における降雨損失関係図

一般に水田地帯では、出水時の流量に対し base flow の占める割合はかなり大きく、この分離精度は直接流出解析の精度に影響する。一般に無降雨時の流量は時期的にほぼ一定した値を示すようであるが、問題は出水期間のもので、自然的、人為的に変動する取水量、外水の異常上昇にともなう変動する湧水量、地区内の地下水などについても検討し、これらの結果をもとに hydrograph を分離する必要がある。

3. 雨水追跡

雨水の流出過程に示したかたつて追跡方法の要点を述べる。1) 水田区画から末端排水路への流出: 水田区画からの流出は末端排水路水位の低いうちには穴口を完全越流の形で流れるが、排水路の水位上昇にともなうにくり流しの形に移行し、最終的には末端排水路の棄下能力に制約される。このような流出量を雨水流出能力 (Q_c) と呼ぶと、実際の流出量は有効雨量 (Q_e) を棄入、そのととの Q_c を流出とするような連続式により計算できる。2) 排水路における流出: 排水路の流入を獲棄入のある排水路の流出と考えると、Fig.2に示す末端および支線排水路の基礎式は、慣用記号を用いて、 Q_1, Q_2, Q_3 、

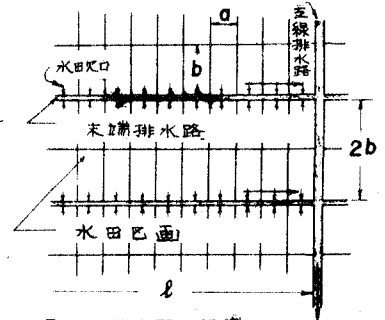


Fig. 2 排水路の組織

とするような連続式により計算できる。2) 排水路における流出: 排水路の流入を獲棄入のある排水路の流出と考えると、Fig.2に示す末端および支線排水路の基礎式は、慣用記号を用いて、 Q_1, Q_2, Q_3 、

$$Am = KQm, \quad \partial A/\partial t + \partial Q/\partial x = d(2b\eta); \quad A = KQ^p, \quad \partial A/\partial t + \partial Q/\partial x = 2b + Qm/2b$$

ここに Q : 支線排水路支配区域からの base flow, d : 換算係数

で表わされ、実際の計算ではこの式の特性曲線を用いて下流端の hydrograph が求まる。

4) はんらんによる貯留効果の導入: 一般に低平水田地帯の排水路は通水能力が低く、排水路の合流点、弯曲部、水利構造物の設置地、道路横断地等ほとんどのはんらんが発生しやすい。このうち道路横断地でのはんらん規模はかなり大きいものである。こうしてはんらんが低平水田地帯に及ぶ前夜の一つの特性で、はんらん貯留効果を雨水追跡の過程に組み入れる必要がある。

4 適用結果とその考察

ひの湖北岸の益田川流域は典型的な低平水田地帯であって、Fig.3 に示すように、多数の小排水路が合流する小浜川で、流域面積は 399ha、流路勾配は $1/600 \sim 1/100$ であるが、その断面は狭小かつ不整があつて、出水時には各所ではんらんする現状にある。しかつて、上述の雨水追跡法を適用する適当な流域と考へ、昭和 36 年 6 月の梅雨赤線豪雨による出水を解析し、Fig.4 に示す流域の hydrograph を得た。以下にこれを基として、この地区の流出特性について考察した結果を要約して述べる。

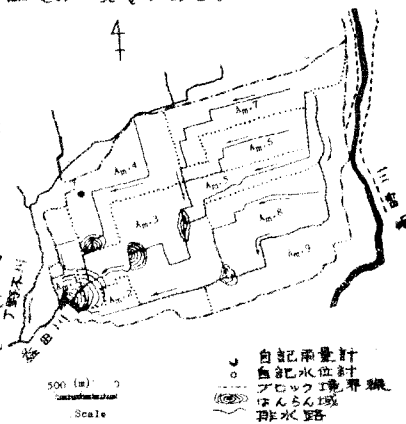


Fig.3 益田川流域平面図

1) 途中ではんらんしだいとして最下流端まで追跡して得られた hydrograph は、実測 hydrograph に比べ、全般に phase が数時間先行し、かつピークも 15% 程度高くなる。これより明らかにはんらん貯留効果を受けている事がわかる。しかしこの貯留特性 Fig.4 にみられるように、単一の貯水池における貯留とは若干様相を異にしている。まず最初の 25 日の出水では、phase の遅れが顕著で、26 日および 27 日の出水では貯留効果が卓越する性状がみられる。これは出水時に観測した浸水資料をもとに検討すると、25 日の出水は規模が小さく若干の小はんらんが総つみみられる程度で、このような小はんらんにより、みせけの粗度が大きくなり、phase の遅れが現われるものと思われる。26 日の出水は先に発生した多くの小はんらんが次第に発達して幾つかの中規模はんらんに統合され、貯留効果がかかり大きくなってくる。さらに 27 日でははんらんの規模も大きくなり貯留効果が卓越する。2) つぎにこうしてはんらん効果を、この地域で最もはんらん域の大きい最下流端に入れて算定した hydrograph を検討すると、25 日の出水に対しては殆んど修正がきかぬが貯留効果の顕著な 26 日、27 日出水に対しては、かなり適当

合度が高くなることを示している。3) 以上の 2 つの計算結果と実測値とを対比すると、降雨初期の小はんらんを考慮することにより全般に実測値とよく合った hydrograph が得られることは示して困難なことではないうが、1 カ所のはんらんを取り入れることによつてもかなり現象の説明ができることがわかる。実際の計算ではどの程度のはんらんまで考慮すべきか、あるいはこれをなにと単純化する方法はどうかとが次の問題となる。

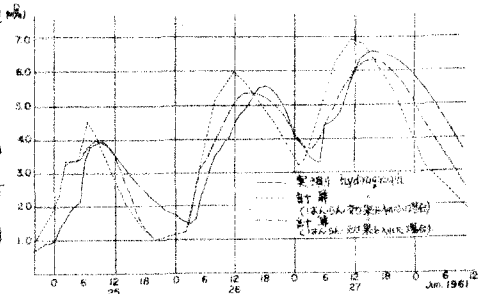


Fig.4 益田川における昭和 36 年 6 月出水の hydrograph